

***Proceso Ágil para la Mejora de Procesos de Software: Agile  
SPI - Process***



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**César Jesús Pardo Calvache  
Luis Eduardo Fernández Bahos**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Grupo de Investigación IDIS - Investigación y Desarrollo  
en la Ingeniería de Software.**

**POPAYÁN**

**2.006**

***Proceso Ágil para la Mejora de Procesos de Software: Agile  
SPI - Process***



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**César Jesús Pardo Calvache  
Luis Eduardo Fernández Bahos**

Trabajo de investigación para optar al título de Ingenieros de Sistemas

Director:

Doctor. Juan Carlos Vidal Rojas

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Grupo de Investigación IDIS - Investigación y Desarrollo  
en la Ingeniería de Software.**

**POPAYÁN**

**2.006**



## **AGRADECIMIENTOS**

Estas son las personas, empresas y proyectos que han contribuido a la construcción y divulgación de este proyecto:

Al Ingeniero Julio Ariel Hurtado, director inicial de nuestro trabajo de grado, por toda su colaboración en las etapas iniciales de este proyecto.

Al Doctor Juan Carlos Vidal, director encargado de nuestro trabajo de grado y director del proyecto Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de desarrollo de Software en Colombia (SIMEP-SW).

Al Doctor César Collazos, director del grupo de Investigación y Desarrollo en la Ingeniería del Software Grupo IDIS, por toda su colaboración y apoyo y demás integrantes del Grupo de investigación.

A los Estudiantes de Tesis: Carmen Johana Sánchez, Maria Elena Solís, John Freddy Martínez y Fabián Guerrero por toda la colaboración en el trabajo desarrollado y demás integrantes del proyecto SIMEP-SW.

A las empresas Sidem Ltda. y Seratic. Ltda. por toda la atención y colaboración prestada.

Al proyecto COMPETISOFT por permitir integrar Agile SPI Process y demás componentes del proyecto SIMEP-SW dentro del contexto de la mejora de procesos de software en pequeñas y medianas empresas en Iberoamérica.

Y en especial a nuestras familias, por su apoyo incondicional, por la confianza depositada en nosotros y por todo el amor que nos dan.

César Jesús Pardo y Luís Eduardo Fernández

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO 1. BASES CONCEPTUALES. ....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Calidad de Software.....</b>	<b>12</b>
1.1.1. ¿Qué es calidad?.....	12
1.1.2. Características que debe tener el software de alta calidad. ....	13
1.1.3. Cómo asegurar la calidad del Software. ....	14
<b>1.2. El proceso de Software como factor determinante de la calidad de los productos .....</b>	<b>14</b>
1.2.1. El Proceso de software. ....	15
1.2.2. La importancia del Proceso. ....	16
1.2.3. Modelos de Calidad basados en el proceso. ....	16
1.2.4. Evaluación del Proceso.....	18
<b>1.3. La mejora en la calidad del proceso de software – Software Process Improvement.....</b>	<b>22</b>
1.3.1. El saber qué hacer. ....	22
1.3.2. Metáfora del enfermo .....	22
1.3.3. Qué es un SPI. ....	23
1.3.4. Importancia de los SPI.....	23
1.3.5. Fases genéricas de un proyecto SPI. ....	24
1.3.6. Requerimientos para un SPI Liviano.....	25
1.3.7. Modelos para mejorar los procesos de software. ....	25
1.3.8. Metodologías de Mejora de Procesos de software Aplicados a PyMES.....	30
<b>1.4. Modelos, técnicas, prácticas y conceptos en el desarrollo de software aplicados a la mejora de procesos de software.....</b>	<b>33</b>
1.4.1. Metodologías Ágiles.....	33
1.4.2. SCRUM .....	34
1.4.3. TSP.....	36
1.4.4. Software Process Engineering Metamodeling Specification – SPEM .....	37
1.4.5. El Concepto de WorkFlow .....	37
1.4.6. Estudio de las PyMES. ....	37
<b>CAPITULO 2. PROCESO AGILE SPI – PROCESS .....</b>	<b>39</b>
<b>2.1 VISTA GENERAL .....</b>	<b>39</b>
2.1.1. Arquitectura conceptual de Agile SPI.....	39
2.1.2. Principios de Agile SPI - Process.....	41
2.1.3. El ciclo de vida de Agile SPI - Process .....	41
2.1.4. Fases de Agile SPI - Process .....	44
2.1.5. Disciplinas relacionadas con la Mejora .....	45
2.1.6. Las Iteraciones en Agile SPI – Process y su correspondencia con el proceso de desarrollo SCRUM. ....	47
<b>2.2. AGILE SPI - PROCESS VISTO POR FASES. ....</b>	<b>49</b>
2.2.1. Primera Fase – Instalación del Programa. ....	49
2.2.2. Segunda Fase – Diagnóstico. ....	52
2.2.3. Tercera Fase – Formulación. ....	55
2.2.4. Cuarta Fase – Mejora .....	59

2.2.5.	Quinta Fase - Revisión .....	60
<b>2.3.</b>	<b>AGILE SPI – PROCESS VISTO POR DISCIPLINAS .....</b>	<b>62</b>
2.3.1.	Entrenamiento.....	62
2.3.2.	Gestión del Programa SPI.....	65
2.3.3.	Análisis de Resultados .....	67
2.3.4.	Evaluación .....	69
2.3.5.	Diseño.....	72
2.3.6.	Implantación .....	74
2.3.7.	Gestión de la Configuración del Proceso .....	76
2.3.8.	Aprendizaje.....	78
<b>2.4.</b>	<b>COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MEJORAMIENTO DE PROCESOS DE SOFTWARE.....</b>	<b>79</b>
2.4.1.	Propósito .....	80
2.4.2.	Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG). .....	82
2.4.3.	Equipo de Tecnología de Procesos (ETP). .....	83
2.4.4.	Equipo de Mejora (EM).....	84
<b>CAPITULO 3.</b>	<b>APLICACIÓN Y AJUSTE DE AGILE SPI – PROCESS EN LA PRÁCTICA: CASO DE ESTUDIO REAL EN UNA PYME.....</b>	<b>86</b>
<b>3.1.</b>	<b>Participantes del Proyecto.....</b>	<b>86</b>
<b>3.2.</b>	<b>Descripción de la empresa .....</b>	<b>87</b>
<b>3.3.</b>	<b>Panorama previo a la mejora.....</b>	<b>87</b>
<b>3.4.</b>	<b>Aplicación del Proceso de Mejora Agile SPI. ....</b>	<b>88</b>
3.4.1.	Primera Fase: Instalación.....	88
3.4.2.	Segunda Fase: Diagnóstico.....	89
3.4.3.	Tercera Fase: Formulación. ....	91
3.4.4.	Cuarta Fase: Mejora.....	92
3.4.5.	Quinta Fase: Revisión.....	92
<b>3.5.</b>	<b>Tiempo de despliegue.....</b>	<b>93</b>
<b>3.6.</b>	<b>Lecciones Aprendidas. ....</b>	<b>93</b>
<b>3.7.</b>	<b>Retroalimentación del proceso de mejora Agile SPI – Process. ....</b>	<b>94</b>
<b>3.8.</b>	<b>Conclusiones del proyecto de mejora en Sidem Ltda. ....</b>	<b>95</b>
<b>CAPITULO 4.</b>	<b>HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE AGILE SPI – PROCESS: AGILE SPI – PROCESS MANAGER TOOL.....</b>	<b>96</b>
<b>4.1.</b>	<b>Características del Sistema Agile SPI – Process Manager Tool. ....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.</b>	<b>Modelo de Negocio de Agile SPI – Process Manager Tool basado en Agile SPI – Process. ....</b>	<b>96</b>
4.2.1.	Actores del Negocio.....	97
4.2.2.	Modelo de Casos de Uso de Negocio. ....	98
4.2.3.	Casos de uso de negocio .....	99
4.2.4.	Trabajadores.....	101
4.2.5.	Descripción de los Casos de Uso de Negocio.....	101
<b>4.3.</b>	<b>Modelo Conceptual.....</b>	<b>107</b>
<b>4.4.</b>	<b>Lista de Funciones del Sistema-Árbol de Funciones.....</b>	<b>108</b>

<b>4.5.</b>	<b>Requisitos No-Funcionales.....</b>	<b>109</b>
<b>4.6.</b>	<b>Patrón Arquitectural de Agile SPI – Process Manager Tool.....</b>	<b>110</b>
<b>4.7.</b>	<b>Modelo de Casos de Uso.....</b>	<b>111</b>
4.7.1.	Modelo de Casos de uso Simplificado. ....	111
4.7.2.	Descripción Resumida de los casos de Uso.....	111
4.7.3.	Diagrama de Casos de Uso Extendido. ....	112
<b>4.8.</b>	<b>Diagrama de Paquetes de Análisis y Clases de Análisis.....</b>	<b>116</b>
<b>4.9.</b>	<b>Diagrama de Secuencia.....</b>	<b>117</b>
<b>4.10.</b>	<b>Arquitectura.....</b>	<b>118</b>
4.10.1.	Plataforma J2EE.....	118
<b>4.11.</b>	<b>Modelo de Persistencia .....</b>	<b>120</b>
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>		<b>121</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>123</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Reducción de Costos y Aumento en la satisfacción del Cliente.....	24
Figura 2. Fases Genéricas de un Proyecto SPI. ....	25
Figura 3. Modelo de Mejoramiento de Procesos IDEAL .....	26
Figura 4. Framework IMPACT.....	27
Figura 5. Modelo (PDCA).....	28
Figura 6. Modelo de Referencia para la Mejora del Proceso de Software Brasileiro- MPS-BR. ....	29
Figura 7. Ciclo de Scrum. ....	36
Figura 8. Arquitectura conceptual de Agile SPI. ....	40
Figura 9. Modelado bajo SPEM de las fases de Agile SPI – Process.....	42
Figura 10. Agile SPI – Process: Un Proceso de mejora iterativo e incremental .....	42
Figura 11. Valoración Independiente del Modelo de Madurez .....	43
Figura 12. Aplicación de disciplinas. Agile SPI – Process.....	47
Figura 13. Iteraciones en Agile SPI - Process .....	48
Figura 14. Flujo de trabajo para la fase de instalación del programa. ....	50
Figura 15. Flujo de trabajo para la fase de Diagnóstico. ....	53
Figura 16. Flujo de trabajo para la fase de Formulación. ....	56
Figura 17. Flujo de trabajo para la fase de Mejora.....	59
Figura 18. Flujo de trabajo para la fase de Revisión. ....	60
Figura 19. Estructura Estática – Disciplina de Entrenamiento. ....	64
Figura 20. Estructura Dinámica – Disciplina de Entrenamiento. ....	64
Figura 21. Estructura Estática – Disciplina de Gestión.....	66
Figura 22. Estructura Dinámica – Disciplina de Gestión.....	67
Figura 23. Estructura Estática – Disciplina de Análisis de Resultados.....	69
Figura 24. Estructura Dinámica – Disciplina de Análisis de Resultados.....	69
Figura 25. Estructura Estática – Disciplina de Evaluación. ....	71
Figura 26. Estructura Dinámica – Disciplina de Evaluación.....	72
Figura 27. Estructura Estática – Disciplina de Diseño .....	73
Figura 28. Estructura Dinámica – Disciplina de Diseño .....	74
Figura 29. Estructura Estática – Disciplina de Implantación .....	75
Figura 30. Estructura Dinámica – Disciplina de Implantación .....	76
Figura 31. Estructura Estática – Disciplina de Gestión de la Configuración .....	77
Figura 32. Estructura Dinámica – Disciplina de Gestión de la Configuración .....	78
Figura 33. Estructura Estática – Disciplina de Aprendizaje .....	79
Figura 34. Estructura Dinámica – Disciplina de Aprendizaje .....	79
Figura 35. Ejemplo de la Infraestructura SPI para una PyME.....	80
Figura 36. Conformación del Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG) .....	80
Figura 37. Conformación del Equipo de Tecnología de Procesos (ETP) .....	81
Figura 38. Conformación de los Equipos de Mejora (EM) .....	81



Figura 39. Ejemplo de la Infraestructura SPI .....	81
Figura 40. Modelo de negocio general de la Unidad de Ingeniería del Proceso. ....	98
Figura 41. Actores y Casos de Uso de Agile SPI – Process. ....	99
Figura 42. Trabajadores de Negocio – Grupo de Mejora del Proceso.....	102
Figura 43. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Evaluación de Procesos. ....	104
Figura 44. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Análisis de Resultados. ....	105
Figura 45. Diagrama de Secuencia de la Estructura Dinámica – Disciplina Diseño de Procesos. ...	105
Figura 46. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Implantación de Procesos. ....	107
Figura 47. Conceptos Sistema Agile SPI – Process Manager Tool. ....	108
Figura 48. Modelo Conceptual. ....	108
Figura 49. Diagrama general de Casos de Uso Simplificado. ....	111
Figura 50. Diagrama general de Casos de Uso Extendido. ....	113
Figura 51. Interfaz - Caso de Uso – Ingresar al Sistema. ....	113
Figura 52. Interfaz - Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora. ....	114
Figura 53. Interfaz - Caso de Uso – Crear Proyecto de Mejora. ....	115
Figura 54. Diagrama de Paquetes de Análisis. ....	116
Figura 55. Diagrama de Clase de Análisis. ....	117
Figura 56. Diagrama de Secuencia – Crear Proyecto de Mejora. ....	118
Figura 57. Arquitectura Agile SPI – Process Manager Tool. ....	119
Figura 58. Capa de Persistencia con Hibernate. ....	119
Figura 59. Modelo Entidad Relación de la base de datos Agile SPI – Process Manager Tool. ....	120

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Paralelo entre las características de calidad existentes.....	14
Tabla 2. Paralelo entre el Proceso de mejora del enfermo y Proceso de mejora del proceso.....	22
Tabla 3. Paralelo de características entre modelos de mejoramientos de software.....	29
Tabla 4. Resumen de la aplicación de modelos de SPI a PyMES.....	33
Tabla 5. Disciplina de Gestión - Productos de Trabajo Vs. Fases.....	66
Tabla 6. Disciplina de Análisis de Resultados - Productos de Trabajo Vs. Fases.....	68
Tabla 7. Lista de Funcionalidades del Sistema.....	109
Tabla 8. Lista de Requisitos no Funcionales del Sistema.....	109
Tabla 9. Atributos de Calidad.....	110
Tabla 10. Descripción Resumida Caso de Uso – Ingresar al Sistema.....	112
Tabla 11. Descripción Resumida Caso de Uso – Visualizar Proyecto de Mejora.....	112
Tabla 12. Descripción Resumida Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora.....	112
Tabla 13. Descripción Resumida Caso de Uso – Ingresar al Sistema.....	114
Tabla 14. Descripción Resumida Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora.....	114
Tabla 15. Descripción Resumida Caso de Uso – Crear Proyecto de Mejora.....	115

## RESUMEN

El trabajar por el sector de las PyMES en materia de Mejoramiento de Procesos de Software (Software Process Improvement - SPI), es un interés que se ha generalizado en todo el mundo y se pueden encontrar estudios que han demostrado que la dificultad de aplicación de grandes modelos en un SPI es un problema en PyMES, fundamentalmente por los grandes costes asociados a su aplicación (tiempo y recursos), especialmente en el seguimiento de los planes de acción e implantación. Otro problema añadido para las PyMES, es el largo plazo de espera necesario para la observación de resultados y retorno de la inversión a largo plazo, nuevamente demasiado para una PyME.

Ahora bien, si pensamos motivar a las empresas del sector informático Colombiano a mejorar sus procesos de desarrollo de software, con el objetivo de lograr un nivel de madurez en sus procesos que garantice su competitividad internacional, es necesario adecuar a sus propias características los modelos internacionalmente reconocidos de mejoramiento, evaluación y calidad creados por el SEI, ESI e ISO, es por esta razón que en éste trabajo propone un proceso de mejora para apoyar la gestión y administración de un programa de mejora pero adaptado a las características de las PyMES, fue desarrollado en el proyecto SIMEP-SW y aplicado a dos PyMES de Software. Este trabajo presenta una investigación exhaustiva del estado del arte en esta temática, propone un proceso de mejora de procesos (Agile SPI – Process), completo, ágil y liviano basado en el modelos de mejora internacionalmente reconocidos como el modelo IDEAL, Framework Impact, las partes orientadas hacia la mejoras de la norma ISO/IEC 15504, principios ágiles, requerimientos para un SPI liviano, entre otros, creando así un proceso aplicable de manera fácil, económica, con pocos recursos y obteniendo resultados en poco tiempo. Así mismo también se presentan: una solución Web para facilitar su gestión, las experiencias en su aplicación en 2 empresas en el sector de las PyMES. La experiencia ha permitido probar el modelo y evaluar su pertinencia en el contexto de las PyMES, algunas lecciones aprendidas fueron recopiladas para refinar y ajustar el modelo. Si bien, en definitiva, el tamaño de una empresa no limita el éxito de los programas de mejora y este se ve afectado fundamentalmente por los problemas mencionados anteriormente, el proceso expuesto en este trabajo pretende que sea utilizado en empresas de cualquier tamaño, pero teniendo en cuenta que fue pensado y definido especialmente para las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES).

## INTRODUCCIÓN

***"Tu no puedes ganar en el mercado de hoy usando los procesos de ayer". --Dr. H. James Harrington.***

A pesar de haber surgido tan solo a mediados del siglo XX, la ingeniería del software interviene en todos los procesos que habilitan a la "nueva economía de la industria del software", permitiéndoles utilizar un enfoque multidisciplinar en el desarrollo de productos software de alta complejidad. Aunque su aplicación en los comienzos fue en grandes proyectos del sector defensa y aeroespacial, actualmente la diversidad de productos del mercado, ha supuesto un mayor campo de aplicación.

Actualmente, la ingeniería del software está cambiando su orientación hacia los procesos, prestando más atención a la forma de realizar los productos, sin dejar a un lado su documentación, ya que se afirma que "la calidad del producto, depende de la calidad del proceso que se sigue para obtenerlo". Por tanto, la calidad de un producto software depende fuertemente de las personas, la organización y los procedimientos utilizados para crearlo, entregarlo y mantenerlo [1]. En la actualidad, los investigadores han enfocado sus esfuerzos en la optimización de tecnologías que buscan mejorar los procesos de una organización, creando las herramientas necesarias para que la industria cuente con estándares y guías, modelos de mejoramiento de procesos y métodos internos de evaluación, modelos del ciclo de vida del software, modelos de ingeniería de sistemas, entre otros, con el objeto de facilitar su desarrollo y crecimiento.

En Latinoamérica la industria de software es rudimentaria y primitiva. No obstante, esta industria está en proceso de mejora y formación, y requiere una rápida intervención de los gobiernos, de las universidades y de las mismas empresas para que así se pueda alcanzar un mejor nivel competitivo que permita promover el desarrollo de software de calidad a la par con este importante sector económico.

Así mismo, en Colombia al igual que el resto de países latinoamericanos la industria de software es incipiente, las empresas del sector se enfrentan a una indudable desventaja dada por la falta de competitividad que dificulta su crecimiento y aumenta la dependencia existente con los países desarrollados [2]. Por lo tanto, debemos darle prioridad a los problemas que enfrenta el sector productivo informático, entre los cuales se encuentran: dependencia tecnológica del país, desconocimiento de la importancia que tiene el proceso de desarrollo sobre la calidad del producto y la construcción de software de forma artesanal, empírica y caótica; originándose de esto que la calidad del software que se desarrolla sea baja, el tiempo de desarrollo inapropiado, los costos no sean competitivos, las actividades de operación y mantenimiento del software difíciles y desde luego, el incremento de la insatisfacción de los clientes y usuarios finales.

La industria del software en Colombia, vive un momento muy importante y definitivo en su historia y los diferentes actores convocados debemos estar allí para facilitar su desarrollo. Las universidades debemos cumplir nuestro papel de creadoras, catalizadoras, adaptadoras y transformadoras de conocimiento; el papel en el fortalecimiento de la industria del software, es brindar fundamentos teóricos, experimentales y prácticos de la ingeniería en que se fundamenta, la Ingeniería del Software. En instituciones de educación superior, como la Universidad del Cauca y Grupos de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software como el IDIS, se cultiva el saber en la ingeniería del software y para el desarrollo de productos software, se adaptan y aplican modelos, métodos, técnicas, prácticas y demás artefactos asociados a los procesos definidos por organizaciones internacionales. Es por esto, que es el momento de cuestionarse sobre la pertinencia de los procesos de desarrollo y la calidad de los productos creados, y sobre los modelos, métodos, técnicas, prácticas y demás elementos asociados al proceso son los que la industria de software colombiana requiere.

Teniendo como premisa que las empresas de desarrollo de software del país deben implementar proyectos de mejoramiento de procesos de desarrollo de software, sería imprescindible preguntarse: **¿Cómo motivar a las empresas de desarrollo de software Colombianas para que mejoren sus procesos de desarrollo, de tal manera que les permita incrementar su competitividad nacional y mundial?** [3]. La respuesta a esta pregunta no es fácil, ni tampoco se encuentra en una sola actividad a seguir o en un solo ente de la sociedad; es necesario un compromiso real e impostergable por parte del Estado, la academia y el sector empresarial. El proyecto SIMEP-SW<sup>1</sup> propone una solución donde el aseguramiento de la calidad es el área de trabajo que requiere de un esfuerzo crítico para poder consolidar una industria de carácter nacional, para ello se necesita de un proceso maduro que brinde muchos beneficios, entre ellos, que la gente desarrolle su potencial de forma más efectiva, permita a las empresas enfocarse en el sistema y que puedan definir, gestionar, evaluar y mejorar sus propios procesos [4]. SIMEP-SW, busca definir un modelo de referencia y un *modelo de mejoramiento* con las especificaciones que debe cumplir una empresa colombiana, así como una base de conocimientos soportada en la experiencia que permita definir las recomendaciones para implementar dichas especificaciones. Para ello, es necesario y primordial definir, visualizar, instanciar, valorar y mejorar sus procesos de desarrollo de software.

Sin lugar a duda la mayor dificultad se presenta en el momento en que la empresa decide seguir un proceso, adelantar planes de mejoramiento y adquirir una cultura hacia el mejoramiento continuo<sup>2</sup>, con repercusión real en la organización. Nos encontramos entonces con una industria de software inmadura debido a muchos factores entre los que encontramos procesos improvisados que no se encuentran documentados o que simplemente son procesos implícitos de la empresa, procedimientos importantes que no se realizan, la responsabilidad de proyectos recae sobre unos pocos individuos, se sacrifica funcionalidad y calidad de los productos con el fin de cumplir con fechas límite, empresas no preparadas para cambios constantes de tecnología y la inexistencia de parámetros que puedan predecir la calidad de los productos [5]. En este contexto, es pertinente preguntarse: **¿Cómo motivar y guiar a las empresas a definir y gestionar programas de mejoramiento de sus procesos de software?** Esta pregunta no tiene una respuesta precisa, ya que están inmersos diferentes aspectos que no solo dependen de los "Modelos o Guías de mejoramiento de procesos software", sino que también dependen de que las empresas desarrolladoras establezcan un compromiso y una convicción como primer paso para obtener resultados óptimos al implantar y madurar un proceso de mejora dentro de su organización, ya que la calidad de un producto de software es gobernado en gran parte por la calidad del proceso usado para desarrollarlo y mantenerlo [6].

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta como parte del diagnóstico de la industria colombiana del software es el que involucra las "Guías y Modelos de mejoramiento de los procesos de software" que utilizan la mayoría de las empresas de Europa y Estados Unidos [6] para mejorar y madurar sus procesos de desarrollo de software, y de los cuales se puede decir que no existe un marco de referencia adaptado a las necesidades de las PyMES en la industria colombiana del software. Las PyMES que preparan la utilización de dichos modelos de mejora se encuentran con problemas como: la poca disponibilidad de recursos, tanto de personal como de infraestructura, resistencia al cambio, la considerable inversión de dinero y esfuerzo.

En consecuencia por todo lo expresado anteriormente, el presente trabajo presenta un Proceso Ágil definido para soportar y guiar a cualquier programa de Mejoramiento de Procesos de Software –

---

<sup>1</sup> SIMEP-SW: Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software en Colombia

<sup>2</sup> Se dice que es un proyecto continuo porque tiene un inicio pero no tiene un fin. Esto es debido a que un programa de mejora está constituido por ciclos de mejora y cada ciclo por fases, es decir, es un proyecto con ciclo de vida iterativo e incremental.

SPI<sup>3</sup> denominado Agile SPI - Process, el cual fue desarrollado a partir de modelos existentes creados por organizaciones internacionales como el SEI con su modelo IDEAL<sup>4</sup> [7], el ESI con su Framework IMPACT [8], el modelo PDCA<sup>5</sup> [9] entre otros. El objetivo fue crear un modelo que se adecuara a la realidad en el mejoramiento de procesos de software del sur occidente colombiano basándonos en el estudio de las empresas de software de esta región realizado por el proyecto SIMEP-SW. Un aspecto importante a tener en cuenta en su definición, era que éste fuera fácil de implantar, y adaptando los modelos anteriormente mencionados ya que estos en su práctica son muy extensos, pesados, difíciles de aplicar y han sido dimensionados para empresas con estructuras muy diferentes a las de las empresas Colombianas y en general en Latinoamérica [p.ej., el tamaño]. Agile SPI - Process es una guía que se brinda a las PyMES del sur occidente colombiano, para acercarlas a una cultura enfocada hacia el mejoramiento continuo de sus procesos y motivarlas a dar sus primeros pasos en la certificación de sus procesos de desarrollo de software independientemente del referente de calidad de software. Esta guía ágil, pretende brindar una solución económica, pero efectiva, para que las micro, pequeñas y medianas empresas mejoren y certifiquen sus procesos ante entes certificadores y especializados como ISO o el SEI. La meta es alcanzar mejores niveles de productividad, bien para incursionar en mercados extranjeros o para proteger el mercado regional o nacional.

Así mismo, también se creó un prototipo software basado en el proceso de mejora creado, denominándolo Agile SPI - Process Manager Tool, el cual permitirá la administración de cualquier programa de mejora de procesos de software. Agile SPI - Process Manager Tool, es una aplicación basada en la tecnología de procesos y en el proceso ágil de mejora creado, la cual brindará a las empresas desarrolladoras de software un marco de trabajo en la mejora de sus procesos de desarrollo de software, permitiéndoles gestionar: actividades, responsables, recursos y productos de trabajo asociados a este tipo de proyectos, y así mejorar sus procesos y/o adelantar procesos de certificaciones de calidad reconocidas internacionalmente como: ISO<sup>6</sup>, CMM<sup>7</sup> y CMMI<sup>8</sup>.

Se adoptaron diferentes estrategias de divulgación para el proyecto: 1) presentación de una ponencia en el "**I Seminario de Calidad de Software**", realizado el 8, 9 y 10 de junio de 2.005 por el Departamento de Sistemas de la Universidad del Cauca, 2) se desarrolló un trabajo de campo con las empresas SIDEM LTDA y SERATIC LTDA que consistió básicamente en la aplicación y ajuste de Agile SPI - Process en programas de mejoramiento de sus procesos de software. 3) Artículo aceptado en el "**IV Simposio Internacional de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad Del Conocimiento**"<sup>9</sup> durante los días 23, 24 y 25 de Agosto de 2.006 en la ciudad de Cartagena de Indias - Colombia. 4) Finalmente, como uno de los más relevantes reconocimientos, la publicación a finales de este año de un capítulo que recopila un resumen del proyecto SIMEP-SW y del proceso de Mejora Agile SPI - Process en el libro que será titulado "**Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies**" que será editado por las directivas del proyecto **COMPETISOFT**<sup>10</sup> con el patrocinio de **CYTED**<sup>11</sup> - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo, programa que busca la Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica y manifiesta la intención no solo de divulgar este

---

<sup>3</sup> **SPI**: Software Process Improvement (Mejoramiento de Procesos de Software).

<sup>4</sup> **IDEAL**: (Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Leveraging). Modelo de mejoramiento de Procesos de Software. Carnegie Mellon University.

<sup>5</sup> **PDCA**: (Plan, Do, Check, Act). Modelo de mejoramiento de Procesos de Software.

<sup>6</sup> **ISO**: Internacional Organization for Estandadization

<sup>7</sup> **CMM**: Capability Maturity Model for Software. Modelo de Calidad.

<sup>8</sup> **CMMI**: Capability Maturity Model Integration. Modelo de Calidad.

<sup>9</sup> <http://www.sisoftw.com>

<sup>10</sup> <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/Competisoft/index.aspx>

<sup>11</sup> <http://www.cyted.org/>

proyecto, sino también de utilizar a Agile SPI – Process como referente y guía en la aplicación de programas de mejora de procesos de software en la industria iberoamericana. Este documento está organizado de la siguiente manera:

En el capítulo I, se mencionan las bases conceptuales manejadas dentro del proyecto, para dar una idea general de los elementos teóricos más importantes, alrededor de los cuales se ha desarrollado el proyecto.

En el capítulo II, se cubre la definición y desarrollo del proceso de mejora de procesos de software Agile SPI – Process junto con sus elementos más importantes. Estos elementos son: Vista General del proceso, Fases, Actividades, Flujos de Trabajo, Disciplinas e Infraestructura de conformación de grupos para la mejora de procesos software.

En el Capítulo III, se plantea la aplicación y ajuste del proceso de mejora de procesos Agile SPI – Process en la practica (caso de Estudio Real en una de las PyMES mencionadas anteriormente), dando a conocer las actividades desarrolladas en cada una de las fases implantadas, lecciones aprendidas, retroalimentación al proceso de mejora y conclusiones tanto de la practica como del proyecto.

En el capítulo IV, se plantea el análisis de los diferentes servicios que hacen parte de la solución Agile SPI – Process Manager Tool. Para el desarrollo del análisis, se mostrarán los diferentes diagramas (Casos de Uso, Secuencia y Clases), en los cuales se modela el comportamiento e interacción entre los usuarios y el Sistema a partir de los casos de uso críticos de cada servicio, así mismo se presenta la arquitectura sobre la cual se basó el desarrollo de la aplicación.

En el Capítulo V, se presentan las conclusiones, tomadas a partir de las experiencias obtenidas durante el desarrollo y aplicación de este proyecto, y se dan las recomendaciones necesarias para el desarrollo de trabajos futuros.

Los anexos se presentan en cuatro categorías: en el Anexo A la descripción de los principales productos de trabajo creados en teoría y aplicados en la práctica de los programas de mejora en las PyMES seleccionadas. El Anexo B hace referencia a un conjunto de metodologías, técnicas y prácticas tomadas y adaptadas a la mejora de procesos software en: solución a los problemas de dependencia en las áreas de proceso involucradas en la mejora, conformación y gestión de grupos efectivos de trabajo e identificación de escenarios en las necesidades o requerimientos de mejora. El Anexo C comprende las plantillas que recomendamos y utilizamos en la práctica para soportar un proyecto de mejora. Como último anexo está el glosario, creado para el mejor entendimiento de los términos usados en este proyecto y el tema de Calidad y Mejora de Procesos de software en general.

## CAPITULO 1. BASES CONCEPTUALES.

En los siguientes ítems se explican detalladamente los fundamentos conceptuales que dieron origen al trabajo de grado titulado "Proceso Ágil para la Mejora de Procesos de Software: Agile SPI<sup>12</sup>-Process".

### 1.1. Calidad de Software.

La calidad engloba todo un proceso, y está determinada por factores directos e indirectos [10]. Aunque calidad es un concepto amplio, complejo, multifacético, subjetivo y muchas veces ambiguo, que ni siquiera la mayoría de las personas podrían dar una definición exacta de *qué es calidad* [11] ya que ésta puede describirse desde diferentes perspectivas.

La ingeniería del software no escapa de esta realidad pero sin lugar a dudas se enfrenta con muchos obstáculos para poder dominar la calidad en comparación con otras ciencias. Para enumerar solo algunos:

- **No existe una definición estándar y universal de qué es calidad.** En realidad algunos organismos e instituciones como ISO<sup>13</sup>, IEEE<sup>14</sup>, SEI<sup>15</sup>, ESI<sup>16</sup>, entre otros, brindan definiciones aceptables pero no son homogéneas, dando como resultado que cada profesional utilice su propia versión de calidad [11].
- **La calidad debe satisfacer a una amplia gama de entes relacionados pero no mutuamente excluyentes:** Clientes, **procesos**, organismos, productos [p.ej., documentos, aplicaciones, mediciones...].
- **Crear cultura de calidad.** Esto implica un compromiso constante, tedioso, costoso y a largo plazo por parte de la organización y las personas que lo componen.

#### 1.1.1. ¿Qué es calidad?

El término calidad es ambiguamente definido y pocas veces comprendido, esto se debe a:

- La calidad no es una sola idea, es un concepto multidimensional;
- La dimensión de calidad incluye el interés de la entidad, el punto de vista de la entidad, y los atributos de la entidad;
- Por cada concepto existen diferentes niveles de abstracción;
- Varía para cada persona en particular.

Como ocurre con el concepto general de la calidad, no existe una única definición de calidad del software, según la IEEE:

- La calidad debe ser **mensurable**;
- La calidad debe ser **predecible**;

---

<sup>12</sup> Software Process Improvement.

<sup>13</sup> International Organization for Standardization.

<sup>14</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers.

<sup>15</sup> Software Engineering Institute.

<sup>16</sup> European Software Institute.



Los factores de calidad a tener en cuenta en el desarrollo de un producto deben ser:

- Ausencia de defectos;
- Satisfacción del usuario;
- Conformidad con los requerimientos.

ISO define el concepto de calidad como: "Conjunto de características de una entidad (producto o servicio) que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades expresadas e implícitas"<sup>17</sup>.

En la norma UNE-EN ISO 9000:2002 se ofrece una definición de calidad bastante genérica y de aplicación en distintos campos: "Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos" [12].

La ASQ<sup>18</sup>, define la calidad como: "La totalidad de funciones y características de un producto que les permite satisfacer una determinada necesidad."

Muchos especialistas han querido dar su propia definición. Así:

- W. Edwards Deming indica que: "El control de Calidad no significa alcanzar la perfección. Significa conseguir una eficiente producción con la calidad que espera obtener en el mercado".
- Joseph M. Juran define la calidad como: "Adecuación al uso".
- Philip Crosby la define como: "Conformidad con los requisitos".
- Armand V. Feigenbaum define la calidad como: "La composición total de las características de los productos y servicios de marketing, ingeniería, fabricación y mantenimiento, a través de los cuales los productos y los servicios cumplirán las expectativas de los clientes".

### **1.1.2. Características que debe tener el software de alta calidad.**

Actualmente se han establecido diferentes taxonomías de características que se tienen en cuenta para medir la calidad de un producto y la calidad de un producto de software, a continuación mostraremos un cuadro comparativo entre los factores de calidad propuestos por McCall<sup>19</sup> y los propuestos por la norma ISO-9126<sup>20</sup>.

Hay que tener en cuenta que estos factores no siempre se adaptan a las características de todas las empresas, es por eso que algunas empresas definen sus propios factores/atributos de calidad de software, [p.ej., en el caso de IBM se enfoca hacia la: Capacidad (funcionalidad), usabilidad, performance<sup>21</sup>, confiabilidad, instalación, mantenibilidad, documentación/ información, servicio y totalidad, en el caso de Hewlett-Packard se enfoca hacia la: funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, performance y servicio [11]].

---

<sup>17</sup> Definición de calidad que propone ISO (8402).

<sup>18</sup> American Society For Quality.

<sup>19</sup> Factores de Calidad propuestos por McCall.

<sup>20</sup> Factores de Calidad propuestos por la norma ISO-9126.

<sup>21</sup> Performance del proceso de software, representa los resultados actuales logrados, habiendo seguido un proceso de software.

Áreas	McCall [10]	Norma ISO-9126 [11]
▪ Revisión del producto	<b>Facilidad de Mantenimiento</b> <i>¿Puedo corregirlo?</i> <b>Flexibilidad</b> <i>¿Puedo cambiarlo?</i> <b>Facilidad de Prueba</b> <i>¿Puedo probarlo?</i>	<b>Mantenibilidad</b>
▪ Transición del producto	<b>Portabilidad</b> <i>¿Podré usarlo en otra máquina?</i> <b>Reusabilidad</b> <i>¿Podré reusar alguna parte del software?</i> <b>Interoperabilidad</b> <i>¿Podré hacerlo interactuar con otro sistema?</i>	<b>Portabilidad</b>
▪ Operación del producto	<b>Correctitud</b> <i>¿Hace lo que quiero?</i> <b>Confiabilidad</b> <i>¿Lo hace de forma confiable todo el tiempo?</i> <b>Eficiencia</b> <i>¿Se ejecutara en mi hardware lo mejor que pueda?</i> <b>Integridad</b> <i>¿Es seguro?</i> <b>Facilidad de Uso.</b> <i>¿Esta diseñado para ser usado?</i>	<b>Eficiencia</b> <b>Confiabilidad</b> <b>Usabilidad</b> <b>funcionalidad</b>

Tabla 1. Paralelo entre las características de calidad existentes.

### 1.1.3. Cómo asegurar la calidad del Software.

Para asegurar la calidad del software, hay que tener en cuenta que se debe establecer como primera medida un sistema de calidad, el cual provea: gestión de la calidad, planificación de la calidad y definición de políticas de calidad; también se debe hacer uso de técnicas de verificación y validación del software, como revisión e inspecciones de los productos de software y pruebas de los programas; gestión de configuración del software; uso de normas y estándares de calidad; evaluación y **mejoramiento de los procesos de software** [13].

## 1.2. El proceso de Software como factor determinante de la calidad de los productos

El desarrollo de productos de software tiene tres grandes componentes:

- **Personal:** incluye el conocimiento y experiencia del capital humano que crea y sostiene la evolución del producto. Sin el personal competente y experimentado, es imposible crear productos competitivos que satisfagan las necesidades de los clientes.
- **Tecnología:** incluye la posesión de las tecnologías que sustentan el producto y las herramientas utilizadas en su desarrollo.
- **Proceso:** es el saber cómo utilizar el conocimiento del personal y la tecnología en forma eficiente para lograr productos de calidad que satisfagan las necesidades de los clientes, producidos dentro de costos y plazos aceptables [29].

### 1.2.1. El Proceso de software.

Un proceso es la secuencia de pasos que se ejecutan con un propósito específico [15], o bien, es un "Un conjunto de causas y condiciones que repetidamente se presentan juntas para transformar entradas en salidas"<sup>22</sup> [9].

Un proceso de software se define como un: "Conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que las personas usan para desarrollar y mantener software y sus productos asociados [p.ej., planes, especificaciones, diseños y pruebas]"<sup>23</sup> [13].

Para producir y mantener software de alta calidad, a bajo costo y en forma efectiva, son fundamentales los procesos utilizados en su desarrollo y manutención, lo que motiva un cambio de enfoque para mejorar la calidad, desde una visión centrada en los productos hacia otra centrada en los procesos. Estos procesos, junto a las personas y la tecnología, forman la base sobre la cual se sustenta el desarrollo exitoso de software, por lo que contribuir hacia su definición y apoyo con herramientas de implantación específicas para cada tarea en ellos definida es un propósito fundamental.

La Ingeniería de Software ha introducido últimamente la premisa:

***"La calidad de un producto de software está determinada, en muy buena medida, por la calidad del proceso usado para desarrollarlo y mantenerlo"***

Dentro de este marco de referencia, se define como una organización madura aquella que posee la potencialidad para desarrollar y administrar sus proyectos de software en forma consistente y proactiva, así como también la capacidad para mantener y mejorar sus procesos. Una organización madura se caracteriza por mantener procesos consistentes a través de sus distintos proyectos. La aplicación de estos procesos debe resultar en una disminución de las crisis y de los costos anormales que afectan a una organización inmadura. La organización que ha logrado un nivel adecuado de madurez de procesos puede controlar sus proyectos razonablemente y ahorrar los costos inherentes al proceso caótico, aprovechando así los beneficios que brinda la calidad [14].

En la actualidad, específicamente para la industria desarrolladora de software colombiana, no se cuentan con procesos de desarrollo de software definidos y acordes a su realidad particular. Cada vez más las organizaciones están tomando conciencia de que la calidad de sus productos dependerá de qué tan bien se encuentran definidos los procesos involucrados en el desarrollo de software, pero se tropiezan con el problema de no saber cómo lograrlo; en la actualidad existe una amplia gama de modelos y estándares de referencia para mejorar la calidad de los productos de desarrollo de software, entre los cuales podemos mencionar SW-CMM<sup>24</sup>, CMMI<sup>25</sup>, TSP<sup>26</sup>, PSP<sup>27</sup>, ISO 9000:2000, ISO/IEC 12207, PMBOK<sup>28</sup> y SWEBOOK<sup>29</sup>. Una organización de desarrollo de software que desee mejorar sus productos mediante la adopción de prácticas establecidas en algunos de estos modelos, se enfrentará con la difícil tarea de decidir cuál de estos modelos es el idóneo para alcanzar su objetivo.

---

<sup>22</sup> Definición de proceso por Moen y Nolan.

<sup>23</sup> Definición de proceso de software que hace Piattini y Daryanani, 1.995.

<sup>24</sup> Capability Maturity Model.

<sup>25</sup> Capability Maturity Model Integration

<sup>26</sup> Team Software Process.

<sup>27</sup> Personal Software Process.

<sup>28</sup> Project Management Body of Knowledge.

<sup>29</sup> Software Engineering Body of Knowledge.

### 1.2.2. La importancia del Proceso.

La siempre creciente demanda de las empresas productoras de software ha producido una crisis en la disponibilidad de ingenieros de software en el mercado laboral. Los recursos humanos, cada vez más caros y escasos, deben ser utilizados de manera eficaz y productiva. Si bien es cierto, el costo de las herramientas para producir software [p.ej., computadores y software de desarrollo] ha tenido una tendencia a la baja, la creciente complejidad de la tecnología que se debe incorporar en los productos se ha encarecido [p.ej., aumento del costo de investigación y desarrollo, patentes, etc.]. Siendo el desarrollo y la investigación cada vez más caras y escasas, la importancia de los procesos de desarrollo de software se hace más crítica. El proceso representa una fuerte inversión en recursos y tiempo. La construcción de procesos implica una larga incubación estrechamente ligada a la cultura de la organización y un enorme esfuerzo de experimentación y errores [29].

***"Un proceso inadecuado puede tener graves consecuencias y acarrear costos intolerables, lo cual puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso en el competitivo mercado de nuestros días".***

### 1.2.3. Modelos de Calidad basados en el proceso.

Entre los diferentes modelos de calidad, que existen como referencia de proceso están:

- ISO 9001[42].
- CMMI [42].
- ISO/IEC 15504-2 (Parte 2): 1998 [47], que es compatible con la norma ISO/IEC 12207: 1995/Adm 1. 2002(E) [48][49].
- Los estándares ISO/IEC 15504 (1.998), parte 2 e ISO/IEC 15504 (2.003), parte 4, referentes al modelo de capacidades del proceso se explicarán en el ítem relacionado con los modelos de evaluación basados en el proceso.

#### 1.2.3.1. ISO 9001

ISO 9001 es un conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad. Diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad, especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto.

#### **Estructura del estándar**

La nueva familia de estándares es la siguiente:

- ISO 9000, Fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001, Requisitos para aseguramiento de la calidad.
- ISO 9004, Directrices para la mejora del rendimiento.
- ISO 9011, Directrices para la auditoria de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

ISO 9000 e ISO 9004 se han desarrollado como un par coherente de normas, complementándose. Mientras ISO 9001 se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente, ISO 9004 se recomienda para organizaciones que persiguen la mejora continua, sin afán certificador.

El estándar se basa en un conjunto de Principios de Gestión de la Calidad:

***"Enfoque al cliente, Liderazgo, Implicación de todo el personal, Enfoque a procesos, Enfoque del sistema hacia la gestión, Mejora continua, Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones y Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores."***

Las cinco secciones en que se divide ISO 9001:2000 son:

1. QMS. Sistema de Gestión de la Calidad (Requisitos generales y Requisitos de la documentación).
2. Responsabilidad de la Gestión (Compromiso de la dirección, Enfoque al cliente, Política de la calidad, Planificación,...).
3. Gestión de los Recursos (Provisión de recursos, Recursos humanos, Infraestructura, Ambiente de trabajo).
4. Realización del Producto (Planificación de la realización del producto, Procesos relacionados con los clientes, Diseño y desarrollo, Compras, Prestación del servicio, etc.).
5. Medición, Análisis y Mejora (Generalidades, Supervisión y Medición, Control de servicio no-conforme, Análisis de datos, Mejora).

#### **1.2.3.2. CMMI**

El modelo CMMI constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de los mismos.

#### **Estructura del estándar**

Basándose en SE-CMM y EIA 731 (que recogían la representación continua de los borradores del modelo SPICE<sup>30</sup> [51]), CMMI presenta dos representaciones del modelo: continua (capacidad de cada área de proceso) y/o por etapas (madurez organizacional).

En la representación por etapas, se da un mapa predefinido, dividido en etapas (los niveles de madurez), para la mejora organizacional basada en procesos probados, agrupados y ordenados, y sus relaciones asociadas. Cada nivel de madurez tiene un conjunto de áreas de proceso que indican dónde una organización debería enfocar la mejora de su proceso. Cada área de proceso se describe en términos de prácticas que contribuyen a satisfacer sus objetivos. Las prácticas describen las actividades que más contribuyen a la implementación eficiente de un área de proceso; se aumenta el 'nivel de madurez' cuando se satisfacen los objetivos de todas las áreas de proceso de un determinado nivel de madurez.

#### **1.2.3.3. ISO/IEC 12207:1995/Adm 1:2002**

La norma establece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software, con una terminología bien definida a la que puede hacer referencia la industria del software. Contiene procesos, actividades y tareas para aplicar durante la adquisición de un sistema que contiene software, un producto software puro o un servicio software y durante el suministro,

---

<sup>30</sup> Software Process Improvement Capability dEtermination.

desarrollo, operación y mantenimiento de productos software. El software incluye la parte software del firmware.

#### **1.2.4. Evaluación del Proceso.**

##### **1.2.4.1. ¿Qué significa evaluar el proceso de desarrollo de software?**

Significa medir el estado actual de los procesos de desarrollo de la organización (ya sea algunos proyectos o toda la organización), para conocer las fortalezas, riesgos y debilidades. Los resultados del diagnóstico harán posible la generación de un plan de mejoramiento adecuado.

Midiendo y localizando los problemas reales permitirá asignar los recursos a aquellas áreas de mejoras más urgentes, o donde la inversión será más efectiva.

##### **1.2.4.2. Objetivos de una Evaluación.**

La evaluación de los procesos de desarrollo puede tener los siguientes objetivos, dependiendo de las necesidades de la empresa o los proyectos participantes:

- **Identificar** los puntos fuertes y las debilidades para iniciar un programa de mejoramiento.
- **Constatar** el progreso alcanzado por las iniciativas de mejoramiento de procesos en curso (habitualmente iniciadas como producto de una evaluación anterior).
- **Demostrar** a una tercera parte (clientes, socios potenciales, corporación) la madurez de procesos de la organización (como medio para aumentar las posibilidades de nuevos negocios).
- **Verificar** la implementación de los procesos de desarrollo de software con respecto a un estándar de la industria, tal como el Modelo Integrado de Madurez de Capacidades (SW-CMMI) del SEI, el ISO 9001, el ISO 15504, u otro similar [31].

##### **1.2.4.3. Condiciones previas para una Evaluación.**

La evaluación es el resultado final de un proceso que comienza cuando la gerencia comprende la incidencia que tiene el proceso de desarrollo en la producción de productos de mejor calidad. Este entendimiento motiva a la gerencia para decidir el establecimiento de una iniciativa de mejoramiento de procesos. Esto implica el compromiso para asignar los recursos adecuados y mantener los objetivos durante el tiempo necesario para completar la iniciativa. Si la gerencia no está convencida de la importancia de un proceso maduro, existe un elevado riesgo que la iniciativa no prospere en el largo plazo [31].

##### **1.2.4.4. ¿Quién realiza la evaluación?**

A menos que se cuente dentro de la organización con un evaluador experto, conviene obtener los servicios de un especialista externo que cuente con las calificaciones necesarias y quien, además, cuente con una extensa experiencia en la industria de desarrollo de software. La evaluación es en sí un proceso de entrenamiento, transferencia tecnológica y motivación del personal. La elección del evaluador es por lo tanto crítica.

El evaluador debe contar con el apoyo de personal representativo de los distintos grupos de la organización. Son finalmente ellos, que bajo la dirección del experto externo, quienes identificarán la realidad de la organización [31].

#### **1.2.4.5. Pasos a seguir en un proceso de evaluación.**

El proceso de la evaluación de procesos tiene las siguientes etapas:

- Decisión de la gerencia para iniciar un programa de mejoramiento.
- Decidir las referencias, modelos o estándares a seguir.
- Decidir los objetivos de la evaluación.
- Seleccionar a un evaluador competente.
- Planear la evaluación.
- Instruir a los participantes.
- Realizar la evaluación misma (colección y análisis de información).
- Identificar las fortalezas y debilidades.
- Calificar el proceso en relación al estándar de referencia.
- Documentar los hallazgos, conclusiones y recomendaciones.

#### **1.2.4.6. Modelos de Evaluación del Proceso.**

Entre los modelos de evaluación de procesos que existen como referencia de proceso están [44]:

- SCAMPI<sup>31</sup> [46].
- ISO/IEC 15504 (1998) [45].
- ISO/IEC 15504 (2.003) [42].

En los estándares ISO/IEC 15504 (1.998) e ISO/IEC 15504 (2.003) se definen pasos en los cuales se especifican las actividades a desarrollar en las evaluaciones y los referentes según las capacidades del proceso.

##### **1.2.4.6.1. ISO/IEC TR 15504. (1998).**

El estándar ISO/IEC 15504 (1998) es un estándar internacional para la evaluación y mejora de procesos software. En este estándar se desarrolla un conjunto de medidas de capacidad estructuradas con el objetivo de evaluar el proceso de ciclo de vida del software.

##### **Estructura del estándar**

El estándar ISO/IEC TR 15504, se encuentra dividido en 9 partes funcionales. El conjunto de estas 9 partes, además de segmentar temáticamente los objetivos del estándar, permiten concretar sus propósitos en materia de:

- Certificación y validación de procesos de desarrollo de software.
- Entrenamiento y capacitación a los asesores involucrados en el proceso de certificación.
- Determinación de la capacidad y habilidades del proceso de desarrollo de software y sus integrantes.
- Identificar los caminos de mejoras del proceso.

A continuación se describe brevemente cada una de ellas con mayor detalle, e indicando si se trata de una parte del estándar que revista un carácter informativo o de norma:

---

<sup>31</sup> Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement.

- **Parte 1**, "Concepts and introductory guide": es informativa y da los lineamientos generales del ISO/IEC TR 15504 describiendo cómo las partes del modelo trabajan en conjunto brindando una guía para su selección y uso.
- **Parte 2**, "A referent model for process and process capabilities": es una norma que define conceptualmente un modelo bidimensional el cual permite evaluar los procesos y sus habilidades para determinar así la calidad del mismo. De esta forma el modelo bidimensional propuesto queda definido en términos de propósitos y salidas, y un marco de evaluación de ellas.
- **Parte 3**, "Performing and assessment": es una norma que define los requerimientos para llevar a cabo una evaluación y certificación de forma tal que el resultado generado sea repetible, confiable y consistente.
- **Parte 4**, "Guide to performing assessment": es informativa, define una guía concreta para llevar a cabo la evaluación o juicio sobre un proceso de desarrollo de software. Dicha guía es lo suficientemente amplia y flexible para ser aplicada a diferentes modelos de organizaciones.
- **Parte 5**, "An assessment model and indicator guide": es informativa y proporciona un ejemplo acorde a lo definido en la parte 2, para la realización de la evaluación de un proceso. Este ejemplo contempla un conjunto específico de indicadores de capacidades y habilidades del proceso.
- **Parte 6**, "Guide to competency of assessors": es informativa y describe las habilidades, educación, experiencia y características de las personas involucradas.
- **Parte 7**, "Guide for use in process improvement": es informativa, y describe como definir las entradas al modelo, así como uso de sus conclusiones con el propósito de lograr una mejora en el proceso.
- **Parte 8**, "Guide for use in determining supplier process capability": es informativa, y describe como definir las entradas al modelo, así como uso de sus conclusiones con el propósito de determinar las capacidades y habilidades del proceso.
- **Parte 9**, "Vocabulary": es informativa, vocabulario.

#### 1.2.4.6.2. ISO/IEC 15504. (2.003).

La norma ISO/IEC 15504 (2003), se enmarca bajo el nombre Tecnologías de Información: proceso de evaluación, y está constituida por cinco partes:

- **Parte 1.** Conceptos y vocabulario. (En preparación). Introduce los conceptos y el vocabulario de términos relacionados con evaluación de procesos.
- **Parte 2.** Realización de la evaluación. Define las bases para evaluar procesos.
- **Parte 3.** Guía para la realización de la evaluación. Proporciona una guía para la interpretación de los requerimientos para la realización de una evaluación.
- **Parte 4.** Guía para usar en la determinación de la capacidad del proceso y mejora de procesos.



- **Parte 5.** Un ejemplo de un modelo de evaluación de procesos. (En preparación). Contiene un ejemplo de un modelo de evaluación de proceso que está basado sobre el modelo de proceso de referencia ISO/IEC 12207: 1995/Adm 1:2002.

La norma completa reemplazará a la norma ISO/IEC 15504 1 a 9 (1998).

#### 1.2.4.6.3. SCAMPI

Para la evaluación basada en el modelo CMMI se usa el método SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) (SEI, 2001). SCAMPI es un método de evaluación aplicable a un amplio rango de modelos de evaluación, incluyendo tanto las evaluaciones internas (valoraciones) como la determinación de la capacidad externa. SCAMPI es un método de evaluación de clase A, de acuerdo a la clasificación establecida en ARC (Appraisal Requirements for CMMI) y puede dar soporte a la conducción de evaluaciones basadas en ISO/IEC 15504.

SCAMPI incorpora las mejores prácticas del dominio de evaluación, y está basado en las características de anteriores métodos significativos de evaluación como son:

- CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI) v 1.1. [30],
- Electronic Industries Alliance/Interim Standard (EIA/IS) 731.2 Appraisal Method (EIA, 1998),
- y Software Capability Evaluation (SCE) V3.0 Method Description.

Al igual que los métodos de evaluación CBA/IPI y SCE, las principales fases de la evaluación SCAMPI son:

- **Planificación y preparación de la evaluación**, en la que se incluyen el análisis de los requisitos de la evaluación [p.ej., objetivos, alcance, restricciones, etc.], el desarrollo del plan de evaluación, la selección y preparación del equipo, el conocimiento de las actividades y procesos de la organización a evaluar y la preparación de las estrategias de recolección de los datos.
- **Realización de la evaluación**, en la que se recoge la información necesaria para la evaluación relacionando la información con el modelo de referencia, se verifica y valida la información recogida, se documentan los datos transformándolos en registros que representen la implementación de las prácticas y las fortalezas y debilidades, y se generan los resultados de la evaluación en los que se calculan los niveles de capacidad/madurez de los procesos en base a los datos obtenidos y la aplicación de algoritmos de cálculo sobre esos datos.
- **Informe de resultados**, en el que se entregan y archivan los resultados de forma adecuada.

Los resultados de una evaluación se obtienen mediante la aplicación de un conjunto de reglas de negocio aplicadas a cada componente del modelo (prácticas, objetivos, áreas de proceso y niveles de madurez). Estas reglas hacen que sea necesario utilizar herramientas, ya que el método de evaluación deja de ser una simple encuesta para convertirse en una evaluación detallada y casi matemática.

### 1.3. La mejora en la calidad del proceso de software – Software Process Improvement.

***"Tu no puedes ganar en el mercado de hoy usando los procesos de ayer". --Dr. H. James Harrington [15].***

#### 1.3.1. El saber qué hacer.

En la actualidad existe profusa literatura sobre el **qué** se debe hacer para alcanzar una certificación en ISO, CMM o CMMI, pero poca es la que nos dice o nos guía en el proceso de **cómo** lo debemos hacer, un ejemplo son los modelos y guías que propone el SEI<sup>32</sup>.

Si es una empresa que no cuenta con el recurso personal interno necesario [p.ej., personal con experiencia al implantar modelos de madurez como CMM o CMMI previamente], es conveniente recurrir a ayuda experta externa, la cual guiará en la evaluación de las necesidades y en la preparación del plan de acción, como mínimo. Como parte de la solución viene la preparación de recursos internos [p.ej., mediante transferencia tecnológica, cursos, etc], quienes serán finalmente los responsables de la implantación. Se recomienda asignar un equipo experto para que conduzca el proyecto de mejoramiento, así como capacitar suficientemente a todos los niveles organizacionales involucrados en los objetivos del programa y las prácticas que se desea implantar [19].

#### 1.3.2. Metáfora del enfermo

Proceso de mejora del enfermo	Proceso de mejora del proceso
El paciente se siente mal, acude a una consulta médica (organiza sus papeles, se saca la cita, inicia un proceso de mejoramiento)	Lanzamiento
Diagnóstico: Sintomatología. Revisión de los signos (exámenes físicos y de laboratorio) de acuerdo a referentes clínicos. Proceso de revisión: protocolo médico de diagnóstico (de acuerdo a los síntomas).	Diagnóstico: Revisión de las prácticas de acuerdo a referentes de proceso (CMMI, ISO IEC 15504, ISO 9000:2000) Proceso de Evaluación de acuerdo a SCAMPI, ISO IEC 15504 (Modelos de evaluación)
Formulación y recomendaciones: Medicamentos y dosificación Terapias Recomendaciones	Definición de un plan de mejora: Áreas de proceso y actividades a mejorar Definición de acciones de mejora: culturales, técnicas, organizacionales Definición de diseño e implantación de las practicas a implementar y mejorar
Ejecución del tratamiento, terapia y cambios en los hábitos según recomendaciones.	Desarrollar las acciones de mejora en las áreas respectivas, implementación de cambios y de activos de proceso.
Evaluación del paciente: Revisión de los signos de acuerdo al proceso de revisión. Establecer mejoría.	Evaluación del proceso de acuerdo al mismo proceso de evaluación para medir las mejoras de acuerdo al referente. Establecer la mejoría de acuerdo a calidad de los productos, productividad, asimilación de las nuevas prácticas.

**Tabla 2. Paralelo entre el Proceso de mejora del enfermo y Proceso de mejora del proceso.**

<sup>32</sup> www.sei.cmu.edu

### 1.3.3. Qué es un SPI.

Cada uno de los modelos de calidad antes mencionados por sí mismo tiene un gran valor. Cualquiera que sea su elección, se recomienda a la organización realizar un análisis del camino que tendrá que recorrer para lograr su objetivo, es decir, deberá establecer un programa de mejora, pero *¿qué quiere decir esto?*

***"Un programa de mejora es un proyecto continuo que conduce el mejoramiento de los procesos de software de una organización y es responsabilidad directa de la Alta Dirección. Se dice que es un proyecto continuo porque tiene un inicio pero no tiene un fin. Esto es debido a que un programa de mejora está constituido por ciclos de mejora y cada ciclo por fases, es decir, es un proyecto con ciclo de vida iterativo e incremental "*** [17].

La siguiente pregunta que debemos hacernos es: ***¿Qué se entiende por mejoramiento de un proceso?*** El Mejoramiento de un proceso se define como:

***"El esfuerzo continuo para saber acerca del sistema de causas en un proceso y para usar este conocimiento en el cambio y mejora del proceso y de esa manera reducir su variación, complejidad y mejorar la satisfacción del cliente"*** [9].

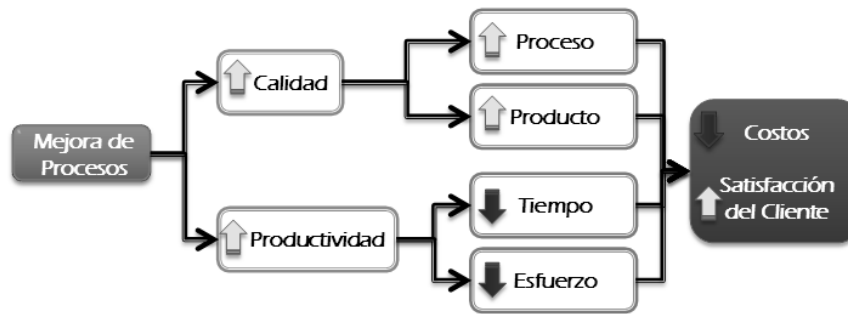
El mejoramiento de procesos se basa en los principios de mejoramiento continuo. En vez de proponer una reingeniería radical de los procesos y competencias existentes en la empresa, habitualmente de enorme costo y alto riesgo, se parte de la base que existe un interés genuino de los ingenieros y gerentes por crear procesos maduros, que permitan usar adecuadamente sus talentos y los recursos asignados. Ambos buscan minimizar los problemas evitables y fortalecer la prosperidad común que resulta del éxito de la empresa. El mejoramiento de procesos de software usa metodologías y prácticas basadas en la experiencia colectiva de la industria de software internacional. Uno de los estándares de facto más importantes es el modelo de madurez de capacidades (CMM), creado por el Software Engineering Institute - Carnegie Mellon University (Pittsburgh, PA).

### 1.3.4. Importancia de los SPI.

En los años noventa, la mejora de procesos de software se promovió principalmente bajo los auspicios de lograr los requisitos de varios modelos y estándares. La consultora de negocios Tantara Inc. cree que los modelos y estándares tienen un papel importante en la mejora del proceso de software pero cree que estos no son necesarios como requisito previo para la excelencia comercial [16], ya que la importancia de los SPI, tal como lo muestra la Figura 1, se centra no sólo en la elevación de la calidad del producto, sino también en aumentar:

- la eficiencia de costos y tiempo,
- la posibilidad de reproducir éxitos en proyectos,
- el control de los riesgos de procesos,

y finalmente, aumentar la confianza y satisfacción del cliente [18].



**Figura 1. Reducción de Costos y Aumento en la satisfacción del Cliente.**

Adicionalmente es importante destacar algunas de las ventajas que se obtienen, como industria y empresa, al implementar programas de calidad en la mejora de procesos de software [43]:

- Estandarización y optimización de procesos y recursos en las empresas.
- Aplicación de estándares internacionales de calidad en todo el ciclo de vida del software.
- La calidad del software, por sí misma, proporciona a las empresas de Software una mejor y más sólida posición competitiva a nivel internacional.
- Cadena de Valor, de los productos de software que se desarrollan, es decir que cada uno de los productos sea importante en la creación de otro y así sucesivamente.
- Menor Costo para el Cliente. Presupuestos y programas elaborados con mejores técnicas de estimación de recursos y tiempos.
- Garantía de Satisfacción del Cliente. Especificación y seguimiento de requerimientos del cliente de manera controlada.
- Reducción de Fallas y Errores. Personal capacitado en la aplicación de mejora de procesos de software.

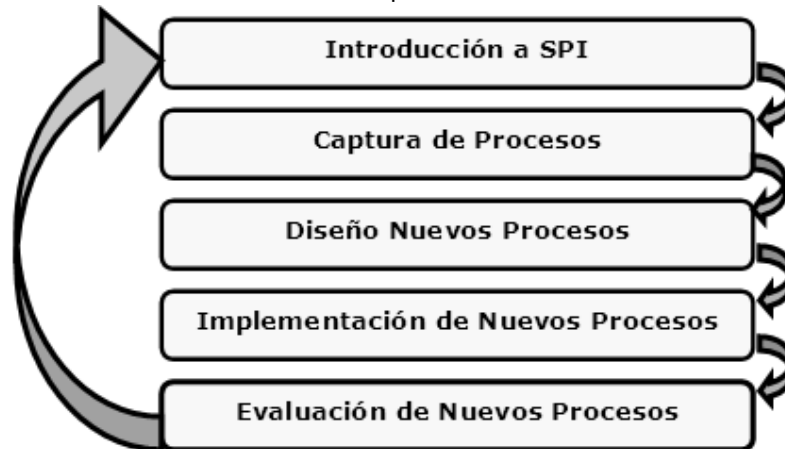
### 1.3.5. Fases genéricas de un proyecto SPI.

Se puede notar que en la mayoría de los modelos o guías de mejoramiento de procesos de software existe una relación en sus actividades o fases, trazando un paralelo se pueden establecer unas fases genéricas que debe poseer todo proyecto SPI [28] (ver figura 2):

- **Introducción a SPI**
  - Establecer la infraestructura del proyecto.
  - Definir las metas de alto nivel del proyecto.
- **Captura de Procesos Actuales**
  - Capturar los procesos actuales.
  - Identificar los desvíos del estado actual con respecto a lo deseado.
- **Diseño de Nuevos Procesos**
  - Desarrollar el Plan del Proyecto.
  - Diseñar nuevos procesos.
- **Implementación de Nuevos Procesos**
  - Ejecutar el(los) proyecto(s) piloto(s) aplicando nuevos procesos.
  - Afinar nuevos procesos.
  - Finalizar la documentación de Procesos.

- **Evaluación de Nuevos Procesos**

- Evaluar los resultados de los proyectos pilotos.
- Desarrollar las recomendaciones para las actividades futuras.



**Figura 2. Fases Genéricas de un Proyecto SPI.**

### 1.3.6. Requerimientos para un SPI Liviano.

Muchas tecnologías han sido desarrolladas para soportar SPI, entre ellas pueden mencionarse: lenguajes y herramientas para la documentación, simulación, comunicación y ejecución de procesos, métodos para determinar la madurez del proceso en todo tipo de organizaciones mediante el monitoreo del proceso de desarrollo. En síntesis, el problema para las micro, pequeñas y medianas empresas consiste en como aprovechar todo el conocimiento adquirido, la experiencia ganada y la tecnología desarrollada para impactar positivamente el mejoramiento de sus procesos de desarrollo en sus realidades específicas. Cuatro requerimientos fundamentales para un SPI liviano, emergen de la necesidad de satisfacer las preocupaciones arriba planteadas [8]:

**R1.** Ser efectivo y producir buenos resultados [p.ej., ciclos de desarrollo más cortos, detección de errores más temprana y buen retorno de la inversión].

**R2.** Ser incremental en términos de que deberá ser factible de implementarse inicialmente con poco esfuerzo y luego ser extendido incrementalmente mediante ciclos cortos que coincidan con los ciclos de desarrollo de los proyectos a los cuales se apliquen.

**R3.** Proveer resultados rápidos y tangibles de tal forma que pueda justificarse su continuación.

**R4.** Utilización de tecnologías existentes y probadas en este campo de aplicación.

### 1.3.7. Modelos para mejorar los procesos de software.

La implantación de las prácticas mencionadas en el ítem anterior está insertada dentro de un proceso sistemático de Mejoramiento de procesos dentro de la empresa u organización [19]. La primera aproximación a la mejora de procesos aparece en el trabajo de Walter Shewhart [20], con sus principios de control estadístico de la calidad. Estos principios fueron refinados por W. E. Deming [21] y J. Juran. [22] W. Humphrey, R. Radice y otros, desarrollaron aún más estos principios y empezaron a aplicarlos al software en su trabajo en IBM y el SEI. Humphrey proporciona una descripción de los principios y conceptos básicos en que se basan la mayoría de los modelos de madurez [23]. Mark Paulk y otros en el SEI crearon el primer modelo de madurez de capacidad, diseñado para organizaciones de desarrollo software.

Algunos modelos de programa de mejora de procesos de software son: el que propone el SEI, llamado IDEAL (Initiating, Diagnosing, Establishing, Action, Learning), la versión "Light" del modelo IDEAL llamado el modelo IDIOT (Instigate, Develop, Improvize, Operationalize, and Transition to a few other areas), el que propone ISO 15504 se basa en SPICE 4ª parte, ISO 15504 2.003, ISO 9001-2000 guía ISO 9004, el propuesto por Walter Shewhart con su modelo PDCA, entre otros.

A continuación se describen brevemente los modelos de mejora de procesos de software mencionados anteriormente, relacionando de manera resumida el desarrollo que hay acerca de frameworks y modelos de mejoramiento de procesos de software que han adelantado otros autores, así como estudios relacionados. Se quiere de esta manera relacionar dichos trabajos con nuestro Proceso Ágil para soportar programas SPI con el fin de establecer un paralelo que nos permita identificar claras diferencias, además de los aportes que estos modelos pueden brindar al proceso de mejora.

### 1.3.7.1. IDEAL.

Es un modelo para un programa SPI. Consta de cinco fases que le dan el nombre: (I) Iniciación, (D) Diagnóstico, (E) Establecimiento, (A) Ejecución (Acting) y (L) Aprendizaje (Learning). Estas fases proveen un ciclo infinito a través de los pasos necesarios para un SPI. El tiempo para cada ciclo y cada fase depende de la organización. Las fases o partes de estas pueden ser llevadas en paralelo dependiendo de la infraestructura organizacional y de los equipos de trabajo dentro del programa [7]. Es importante notar que la infraestructura necesaria para un programa SPI juega un papel importante para alcanzar el éxito del proyecto. Entender los compromisos, roles y responsabilidades es de gran importancia.

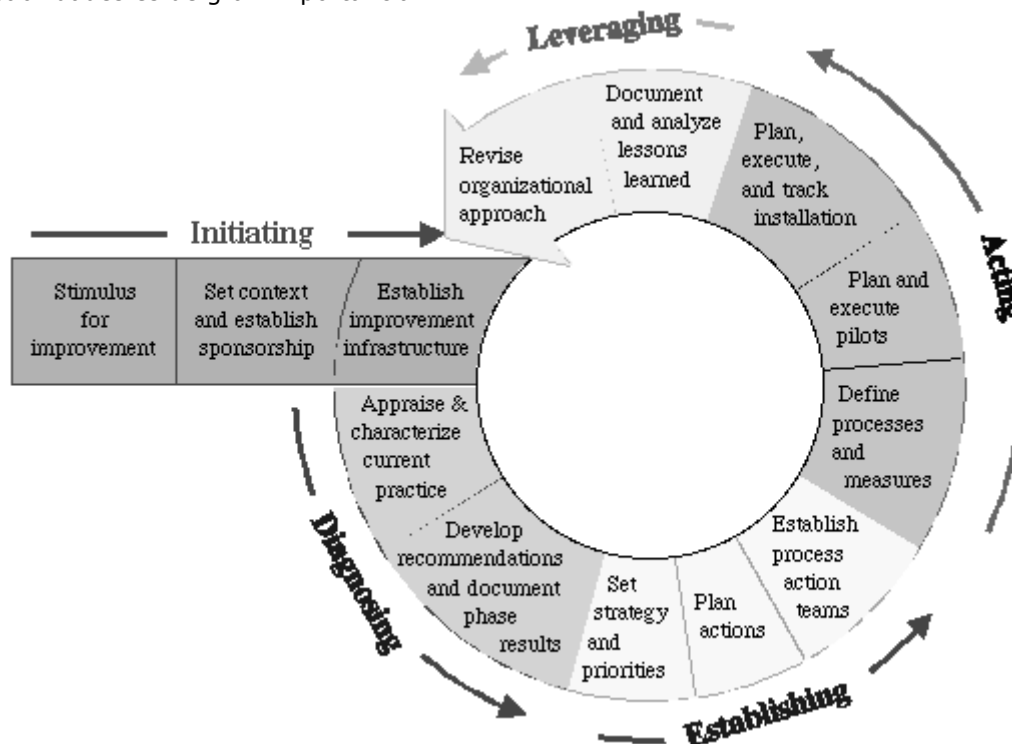


Figura 3. Modelo de Mejoramiento de Procesos IDEAL

### 1.3.7.2. Estándar ISO/IEC 15504.

ISO/IEC 15504 es un emergente estándar internacional de evaluación y determinación de la capacidad y mejora continua de procesos de ingeniería del software, con la filosofía de desarrollar

un conjunto de medidas de capacidad estructuradas para todos los procesos del ciclo de vida y para todos los participantes. Es el resultado de un esfuerzo internacional de trabajo y colaboración, y tiene la innovación, en comparación con otros modelos, la evaluación empírica del resultado [42]. El estándar ISO/IEC 15504 [25] proporciona un marco para todos los aspectos de una evaluación de proceso que se puede utilizar para evaluar la capacidad de los procesos de su organización. El marco precisa los requerimientos para la realización de una evaluación conforme a la ISO/IEC 15504. Esta norma está constituida por cinco partes: Parte 1, Conceptos y vocabulario, parte 2, Realización de la evaluación, parte 3, Guía para la realización de la evaluación, parte 4, Guía para usar en la determinación de la capacidad del proceso y mejora de procesos y parte 5, Un ejemplo de un modelo de evaluación de procesos.

### 1.3.7.3. El Framework IMPACT.

Impact es un framework que propone un paradigma liviano para SPI, el cual consta de los siguientes estados: Entender-Mejorar-Aplicar-Medir, los cuales pueden ser aplicados incrementalmente a lo largo de varios proyectos (ver figura 4). Por otra parte, al implementar iteraciones sucesivas, las metas de mejoramiento serán alcanzadas rápidamente (usualmente dentro de unos pocos meses) y son factibles de medirse a través de los proyectos en los cuales el enfoque de mejoramiento ha sido aplicado. Este framework diferencia entre el nivel de proyecto y el nivel de proceso. En el nivel de proyecto, muchos proyectos se desarrollan de acuerdo a buenas prácticas de gestión de proyectos [p.ej., Plan-Do-Check-Act (Planear-Hacer-Chequear-Actuar)]. En el nivel de proceso, la experiencia y el entendimiento de muchos proyectos se usan para entender y mejorar el modelo de procesos genérico, el cual es usado después para guiar proyectos futuros, este es el ciclo que se llama el ciclo del proceso. Estos ciclos interactúan muy de cerca – el ciclo de proceso conduce la ejecución de los proyectos y los proyectos conducen las mejoras para el proceso [8].

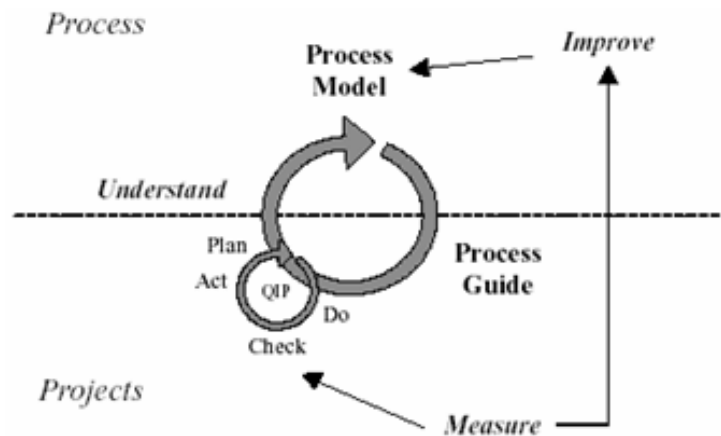


Figura 4. Framework IMPACT.

### 1.3.7.4. PDCA.

Es un ciclo de mejoramiento que tiene cuatro fases: Plan-Do-Check-Act (Planear-Hacer-Chequear-Actuar) [9] (ver figura 5). Este ciclo es un modelo para aprender. Se hace una deducción (predicción) basada en alguna teoría, se recogen observaciones (colección de datos), se hace una comparación de los datos con las consecuencias predichas, y se hace una modificación de la teoría (aprendizaje) cuando las consecuencias y los datos no concuerdan.

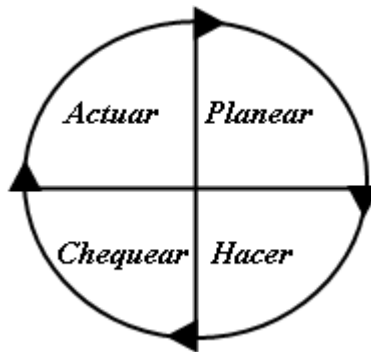


Figura 5. Modelo (PDCA).

### 1.3.7.5. IDIOT.

Versión liviana del modelo IDEAL sugerida recientemente por John Maher [24]. La cual consta de las fases Instigate, Develop, Improvize, Operationalize, y Transition to a few other areas. Este modelo podría ser utilizado por aquellos que ni entienden ni quieren enfrentarse con los caprichos de los métodos formales para la mejora de procesos, pero quieren simplemente probarlos.

### 1.3.7.6. MOPROSOFT.

El Modelo de Procesos de Software fue creado para las empresas mexicanas que desarrollan o mantienen software, como ayuda para establecer sus procesos o como punto de referencia para mejorar su madurez a niveles de calidad internacionales [26]; su objetivo principal es incorporar las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software. El modelo pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua. MoProSoft<sup>33</sup> está enfocado en procesos, es decir, en prácticas que se han organizado por áreas de aplicación; de acuerdo a MoProSoft, las áreas de aplicación, también llamadas categorías de procesos, son los tres niveles básicos de la estructura de una organización: Alta Dirección, Gestión y Operación. Además, este modelo pretende ser fácil de entender, fácil de aplicar, no costoso en su adopción y ser la base para alcanzar evaluaciones exitosas con otros modelos o normas, tales como ISO 9000:2000 o CMM V1.1 [27].

### 1.3.7.7. Modelo de referencia MPS BR<sup>34</sup>.

Éste proyecto tiene como objetivo principal definir e implementar un modelo para la mejora de procesos de software, enfocado en mejorar radicalmente los procesos de software en Brasil, con foco en un número significativo de micro, pequeñas y medianas empresas de forma que estas obtengan un nivel de madurez 2 o 3, a un costo accesible [27] (ver figura 6). Para esto, el proyecto Mps Br desarrolló dos modelos: un Modelo de Referencia para la mejora del proceso del software (MR mps<sup>35</sup> - comprende niveles de madurez y un método de evaluación) y un Modelo de Negocio para la mejora del proceso del software (MN mps<sup>36</sup> - define los elementos e interacciones involucrados para la certificación de la empresa a través de la implementación de MR mps).

<sup>33</sup> **Moprosoft:** Modelo de Procesos de Software.

<sup>34</sup> **MPS br:** Modelo de Procesos de Software Brasileiro.

<sup>35</sup> **MR mps:** Modelo de Referencia para la Mejora de Proceso de Software.

<sup>36</sup> **MN mps:** Modelo de Negocio para la Mejora de Proceso de Software.



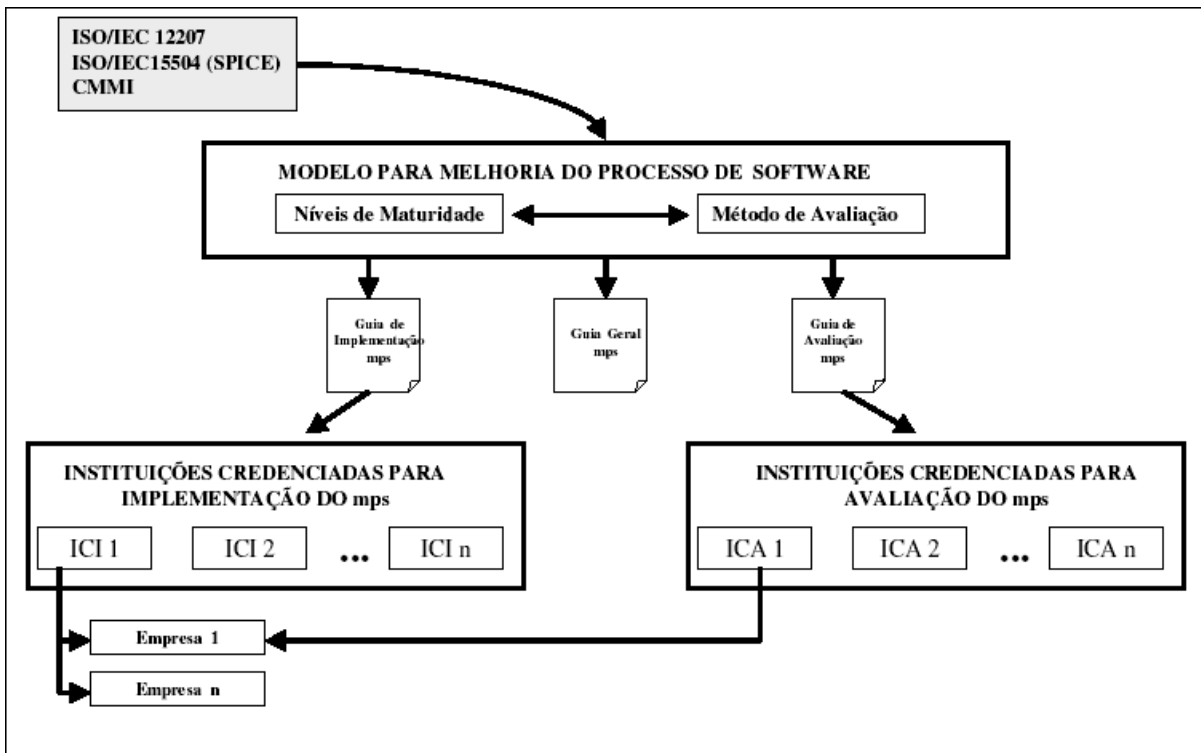


Figura 6. Modelo de Referencia para la Mejora del Proceso de Software Brasileiro- MPS-BR.

1.3.7.8. Paralelo entre los modelos de mejora de software existentes y Agile SPI – Process.

La Tabla 3 relaciona algunas de las características más importantes con las cuales es posible comparar al Proceso Ágil para soportar programas SPI con los modelos, frameworks y guías mencionadas anteriormente, según: si son para empresas desarrolladoras de software, comprensibles, basados en procesos, prácticos, si la mejora del proceso esta orientada a los objetivos del negocio, si son aplicables como norma, aplicables a PyMEs, si proporcionan una guía para la mejora, si la guía para la mejora que proporcionan cumple con el manifiesto ágil [49] y el tipo de licencia.

Modelos	ISO 15504	IDEAL	IMPACT	PDCA	IDIOT	MoPro-Soft	MPS - Br	Agile SPI - Process
① Para SW	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
② Comprensible	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
③ Basado en Procesos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
④ Práctico	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
⑤ PSI orientada al objetivo del negocio	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
⑥ Aplicable como norma	x	✓	✓	x	x	x	x	x
⑦ Aplicable a PyMEs	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
⑧ Guía de Mejora	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
⑨ Guía Ágil de Mejora	x	x	x	x	x	x	x	✓

Tabla 3. Paralelo de características entre modelos de mejoramientos de software.

### 1.3.8. Metodologías de Mejora de Procesos de software Aplicados a PyMES.

Los metodologías de mejora de procesos de software más conocidos, IDEAL, ISO/IEC 15504 parte 4, el ciclo de mejoramiento PDCA [36], han sido creados y tradicionalmente aplicados a las grandes compañías, con algunas iniciativas puntuales de adaptación de un cierto modelo a las PyMES. No se han encontrado modelos formalmente documentados basados en IDEAL y especialmente adaptados a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas, pero sí diferentes iniciativas de aplicación y ajuste de estos modelos en PyMES de desarrollo de software.

Por otra parte, se han producido algunas aportaciones de métodos propios, algunos basados en un modelo ya existente y otros creados específicamente para el sector de las PyMES.

A continuación, en la tabla 4 se presenta un resumen de las aplicaciones realizadas de los diferentes modelos de mejora de procesos de software al caso específico de PyMES, resumen tomado de uno de los artículos publicado en la Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software en Diciembre del 2.005 [54], la cual ha sido actualizado con información acerca de los últimos proyectos de mejora de procesos de software aplicados a PyMES.

Año	Organismo/Autor	Iniciativa/Proyecto	Descripción
1.993	ESSI ( <i>European Software and System Initiative</i> ). Desde que se inició la fase piloto en 1993 [56], la ESSI ha promovido más de 450 proyectos relacionados con SPI, todos ellos dirigidos a estimular el desarrollo, a experimentar y difundir conceptos, buenas prácticas, métodos, etc. que permitan la mejora de los procesos de software y que estimulen su aplicación en las empresas de desarrollo del software de toda Europa.	Marco ESPRIT ( <i>European ommission's Research and Development Programme for Information Technologies</i> )  Esprit Project 23873 - SPIRE ( <i>Software Process Improvement in Regions of Europe</i> ) [57].	Ayudar a las pequeñas empresas y unidades de desarrollo de software con un máximo de 50 empleados, a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar sus procesos de software.</li> <li>Obtener beneficios tangibles a partir de las inversiones en programas de SPI.</li> <li>Formar a sus empleados en todos los aspectos de SPI.</li> <li>Compartir las experiencias del proyecto con otras empresas de las mismas características.</li> </ul>
1.997	Grünbacher, P. [58].	Un proceso de evaluación basado en CMM y adaptado a pymes	Grünbacher describe un proceso de evaluación basado en CMM y adaptado a pequeñas empresas de desarrollo de software, utilizando una herramienta de soporte a la evaluación.
1.999	ESSI ( <i>European Software and System Initiative</i> ). Con el fin de estimular, soportar y coordinar todo el esfuerzo llevado a cabo en estos experimentos, la Comisión Europea dentro del programa ESPRIT ESSI estableció una red de 18 participantes-socios denominada ESSI PIE Nodes, denominándose también proyectos ESPINODE [59].	TOPS ( <i>Toward Organised Software Processes in SMEs</i> ) [60].	Es el ESPINODE que promovió la iniciativa de mejora de procesos en pymes de desarrollo de software en el Centro de Italia. Se ofrecieron evaluaciones de los procesos gratuitas para todas las empresas que se adscribieron al proyecto. Esto permitió recopilar una gran cantidad de datos derivados de estas evaluaciones y elaborar un informe sobre la madurez de los procesos en las pymes italianas.

<b>1.999</b>	NRC (Norwegian Research Council)	SPIQ (Software Process Improvement for better Quality)	En [61] se describe una experiencia de mejora de procesos llevada a cabo en una compañía noruega, dentro del programa SPIQ subvencionado por el NRC, con el objetivo principal de definir un marco genérico y sistemático para la mejora del proceso de software que conduzca a un incremento de competitividad de las empresas noruegas.
<b>1.999</b>	Calvo-Manzano, J. [62].	MESOPYME (Método/Modelo de Mejora del proceso Software orientado a la Pequeña Y Mediana Empresa).	MESOPYME proporciona un Método de mejora formado por 5 fases y un paquete de actuación, que es un conjunto de componentes organizativos, técnicos y de gestión que ayudan a dar una solución concreta a un problema software bien definido. Esta arquitectura proporciona una guía para soportar, analizar, diseñar y gestionar los procesos software, de forma que sean consistentes con CMM, ISO/IEC 15504 o el modelo de procesos de referencia elegido.
<b>2.000</b>	Karlheinz Kautz, Henrik Westergaard Hansen, Kim Thaysen.  SEI (Software Engineering Institute).	Aplicando y Ajustando un Modelo de Mejora de Procesos en la Practica: El uso del modelo IDEAL en una empresa pequeña de software.  IDEAL (Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Leveraging) [7].	En [63] se describe la investigación realizada para determinar la aplicabilidad del modelo a pequeñas empresas, así como las adaptaciones que han sido realizadas en cada una de las cinco fases del modelo IDEAL para posibilitar su uso en empresas danesas. El curso del proyecto y el uso del modelo se enfocan alrededor de la mejora de procesos de manejo del software como cambio de organización.
<b>2.000</b>	Batista, J., Dias de Figueiredo, A. [64].	Aplicación del modelo CMM a una pyme portuguesa.	Se describe la aplicación del modelo CMM a una empresa portuguesa con un equipo inferior a 10 personas y con unos recursos muy limitados. El principal objetivo del estudio era ver si el modelo podía ser aplicado, utilizado y adaptado para conseguir la mejora real de los procesos de software en equipos muy pequeños.
<b>2.000</b>	Horvat, R.V., Rozman, I. and Gyorkos, J. [65].	PROCESSUS.	Formado por un conjunto de Procedimientos Estándares y otro de Documentos Estándares junto con una metodología que nace de la integración del modelo CMM y de las Normas ISO 9001:1994 e ISO 9000-3:1997, todo ello orientado a la aplicación de la mejora de procesos de software en pequeñas empresas.
<b>2.001</b>	Leung, H., Yuen, T. [66].	Small process o Small Project lifecycle.	Se muestra el desarrollo de un modelo, denominado <i>Small process o Small Project lifecycle</i> , basado en ocho áreas clave de proceso de CMM y especialmente creado para la aplicación a pequeños proyectos. Un Proyecto pequeño es aquel cuyo esfuerzo es inferior o igual a 3 personas/mes, considerando asimismo que a mayor número de miembros del equipo, mayor incremento del esfuerzo

			en la comunicación.
<b>2.002</b>	Richardson, Ita [67].	SPM ( <i>Software Process Matrix</i> ).	Es un modelo adaptado a pequeñas empresas de desarrollo de software denominado ( <i>Quality Function Deployment</i> ) basado en QFD. Existen algunas variantes del modelo QFD, pero el <i>Tour-phase model</i> , adaptado por el <i>American Standards Institute</i> y que contiene cuatro matrices, es el más utilizado.
<b>2.003</b>	Beecham, S., Hall, T., Rainer, A. [68].	Mejora del proceso de software. Problemas en doce compañías. Un análisis empírico.	Se realiza el estudio de los problemas detectados durante la implantación de un programa de mejora de procesos según el modelo CMM en 12 empresas de desarrollo de software. En este trabajo se observa que hay una gran relación entre el nivel de madurez de la empresa y los tipos de problemas encontrados.
<b>2.003</b>	Director. Dra. Hanna Oktaba. [73].	Moprosoft: Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) en México.	Es un modelo que –de manera más pragmática que otros– presenta las mejores prácticas para la industria de software. Proporciona a la industria mexicana, y a las áreas internas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, un conjunto integrado de las mejores prácticas basadas en los modelos y estándares reconocidos internacionalmente, tales como ISO 9000:2000, CMM-SW, ISO/IEC 15504, PMBOK, SWEBOK entre otros [72]. No se reconoce una metodología de mejora de procesos de software formal y documentada, pero indudablemente está implícita al modelo en el proceso de gestión del negocio (esta es la Alta dirección – según su estructura de procesos).
<b>2.003</b>	Tore Dybå. [69].	Factors of Software Process Improvement Success in Small and Large Organizations: An Empirical Study in the Scandinavian Context.	En este proyecto se describe más que una metodología de mejora de procesos de software, un estudio entre las diferencias de pequeñas y grandes empresas de software para la aplicación y ejecución de programas SPI. Esta investigación examina si el tamaño de una organización afecta su estrategia de la puesta en práctica de SPI y el grado de éxito de un SPI, el cual fue realizado a 120 empresas desarrolladoras de software.
<b>2.004</b>	Guerreo, F., Eterovic, Y. [70].	Los 10 factores de éxito para una pyme.	Se describe una iniciativa de aplicación del modelo CMM a una empresa chilena de desarrollo de software, basada en considerar los 10 factores relacionados con el entorno organizacional que pueden contribuir al éxito de un programa de mejora de procesos de software en una pyme.

2.004	Kival C. Weber, Ana Regina Rocha, Ângela Alves, Arnaldo M. Ayala, Austregésilo Gonçalves, Benito Paret, Clênio Salviano, Cristina F. Machado, Danilo Scalet, Djalma Petit, Eratóstenes Araújo, Márcio Girão Barroso, Kathia Oliveira, Luiz Carlos A. Oliveira, Márcio P. Amaral, Renata Endriss C. Campelo, Teresa Maciel [71].	Proyecto MPS br ( <i>Modelo de Procesos de Software Brasileiro</i> ).	Se describe una iniciativa que implica a la universidad, grupos de investigación y a compañías, bajo coordinación de la sociedad SOFTEX (sociedad para la promoción de la excelencia del software brasileño). Dentro del proyecto se crea y difunde el modelo de referencia para la mejora del proceso de software (MR mps). La novedad del proyecto está en la estrategia adoptada para su puesta en práctica, creado para la realidad brasileña. El modelo del negocio definido para el proyecto tiene gran potencial del replicabilidad en el Brasil y otros países de características similares, [p.ej., en los países latinoamericanos].
2.004	Dr. Juan Carlos Vidal Rojas, Julio Ariel Hurtado, Francisco Pino.	SIMEP-SW ( <i>Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de desarrollo de Software en Colombia</i> ).	El proyecto busca generar un Sistema Integral de Mejoramiento de los procesos de desarrollo de software que proporcione las herramientas necesarias para motivar a las empresas a mejorar sus procesos de desarrollo de software con el objeto de facilitar el posicionamiento y la competitividad en mercados internacionales, y que se ajuste con el tiempo y su aplicación, a la industria del software en Colombia especialmente en pymes[74].
2.005	Antonia Mas, Esperanza Amengual [54].	Proyecto QuaSAR ( <i>Qualitat de Software a les baleARs</i> ).	Dentro del ámbito del trabajo presentado en [55] se ha llevado a cabo el proyecto QuaSAR ( <i>Qualitat de Software a les baleARs</i> ), iniciativa que ha partido de la UIB ( <i>Universitat de les Illes Balears</i> ) y que ha permitido realizar un estudio de la situación actual del sector de las empresas de desarrollo de software en el entorno Balear, además de ofrecer soporte en el camino hacia la mejora de sus procesos de software y hacia la certificación según la Norma ISO 9001:2000. El proyecto QuaSAR también ha permitido aplicar los resultados de esta investigación y así refinar el método genérico para la implantación de un SGC en pymes, a partir de los puntos débiles que se han detectado en su primera aplicación.

**Tabla 4. Resumen de la aplicación de modelos de SPI a PyMES.**

#### **1.4. Modelos, técnicas, prácticas y conceptos en el desarrollo de software aplicados a la mejora de procesos de software.**

Las siguientes técnicas y prácticas han sido tenidas en cuenta porque a través del desarrollo de la investigación han sido aplicadas y adoptadas a la mejora de procesos de software.

##### **1.4.1. Metodologías Ágiles**

El objetivo es el de esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y responder a los cambios que pudieran surgir a lo largo del proyecto. Se pretende ofrecer una alternativa a los procesos de desarrollo de software tradicionales,

caracterizados por ser rígidos y dirigidos por la documentación que se genera en cada una de las actividades desarrolladas. El *manifiesto ágil*<sup>37</sup> [50], un documento que resume la esencia de las metodologías ágiles, valora: *Al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas; Desarrollar software que funciona, más que conseguir una buena documentación; La colaboración con el cliente, más que la negociación de un contrato; Responder a los cambios, más que seguir estrictamente un plan* [38]. Algunas de las metodologías más conocidas son: Programación Extrema (Extreme Programming-XP), centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promover el trabajo en equipo, preocuparse por el aprendizaje de los desarrolladores y propiciar un buen clima de trabajo; SCRUM, para proyectos con un rápido cambio de requisitos; Crystal Methodologies, conjunto de metodologías caracterizadas por estar centradas en las personas que componen el equipo y la reducción al máximo del número de artefactos producidos; entre otras.

#### 1.4.2. SCRUM

Esta es, después de XP, la metodología ágil mejor conocida y la que otros métodos ágiles recomiendan como complemento, aunque su porción en el mercado (3% según el Cutter Consortium) es más modesta que el ruido que hace. Como metodología ágil específicamente referida a ingeniería de software, Scrum fue aplicado por Jeff Sutherland y elaborado más formalizadamente por Ken Schwaber. Poco después Sutherland y Schwaber se unieron para refinar y extender Scrum, en el que se aplicaron principios de procesos de control industrial, junto con experiencias metodológicas de Microsoft, Borland y Hewlett-Packard. Schwaber, en particular, había trabajado con científicos de Du Pont para comprender mejor los procesos definidos de antemano, y ellos le dijeron que a pesar que CMM se concentraba en hacer que los procesos de desarrollo se tornaran repetibles, definidos y predecibles, muchos de ellos eran formalmente impredecibles e irrepetibles porque cuando se está planificando no hay primeros principios aplicables, los procesos recién comienzan a ser comprendidos y son complejos por naturaleza. Schwaber se dio cuenta entonces de que un proceso necesita aceptar el cambio, en lugar de esperar predictibilidad [39].

Al igual que Agile Modeling, Scrum no está concebido como método independiente, sino que se promueve como complemento de otras metodologías, incluyendo XP, MSF<sup>38</sup> o RUP<sup>39</sup>. Como método, Scrum enfatiza valores y prácticas de gestión, sin pronunciarse sobre requerimientos, implementación y demás cuestiones técnicas; de allí su deliberada insuficiencia y su complementariedad. Scrum se define como un proceso de gestión y control que implementa técnicas de control de procesos; se lo puede considerar un conjunto de patrones organizacionales. Los valores de Scrum son:

- Equipos auto-dirigidos y auto-organizados. No hay manager que decida, ni otros títulos como "miembros del equipo" o "cerdos"; la excepción es el Scrum Master que debe ser 50% programador y que resuelve problemas, pero no manda. Los observadores externos se llaman "gallinas"; pueden observar, pero no interferir ni opinar.
- Una vez elegida una tarea, no se agrega trabajo extra. En caso que se agregue algo, se recomienda quitar alguna otra cosa.
- Encuentros diarios. Se realizan siempre en el mismo lugar, en círculo.
- Iteraciones de treinta días; se admite que sean más frecuentes.

---

<sup>37</sup> [www.agilemanifesto.org](http://www.agilemanifesto.org).

<sup>38</sup> Microsoft Solutions Framework.

<sup>39</sup> Rational Unified Process

- Demostración a participantes externos al fin de cada iteración.
- Al principio de cada iteración, planeamiento adaptativo guiado por el cliente.

Scrum define seis roles:

1. **El Scrum Master.** Interactúa con el cliente y el equipo. Es responsable de asegurarse que el proyecto se lleve a cabo de acuerdo con las prácticas, valores y reglas de Scrum y que progrese según lo previsto. Coordina los encuentros diarios, formula las tres preguntas canónicas y se encarga de eliminar eventuales obstáculos. Debe ser miembro del equipo y trabajar a la par.
2. **Propietario del Proyecto.** Es el responsable oficial del proyecto, gestión, control y visibilidad de la lista de acumulación o lista de retraso del producto (product backlog). Es elegido por el Scrum Master, el cliente y los ejecutivos a cargo. Toma las decisiones finales de las tareas asignadas al registro de requisitos y convierte sus elementos en rasgos a desarrollar.
3. **Equipo Scrum.** Tiene autoridad para reorganizarse y definir las acciones necesarias o sugerir remoción de impedimentos. El equipo posee la misma estructura del "equipo quirúrgico" desarrollado por IBM aunque se destaca que su naturaleza auto-organizadora lo hace distinto.
4. **Cliente.** Participa en las tareas relacionadas con los ítems del registro.
5. **Management.** Está a cargo de las decisiones fundamentales y participa en la definición de los objetivos y requerimientos. [P.ej., selecciona al Dueño del Producto, evalúa el progreso y reduce el registro de acumulación junto con el Scrum Master].
6. **Usuario.**

La dimensión del equipo total de Scrum no debería ser superior a diez ingenieros. El número ideal es siete, más o menos dos, una cifra canónica en ciencia cognitiva. Si hay más, lo más recomendable es formar varios equipos. No hay una técnica oficial para coordinar equipos múltiples, pero se han documentado experiencias de hasta 800 miembros, divididos en Scrums de Scrum, definiendo un equipo central que se encarga de la coordinación, las pruebas cruzadas y la rotación de los miembros. El texto que relata esa experiencia es Agile Software Development Ecosystems, de Jim Highsmith .

El ciclo de vida de Scrum es el siguiente (ver figura 7):

1. **Pre-Juego: Planeamiento.** El propósito es establecer la visión, definir expectativas y asegurarse la financiación. Las actividades son la escritura de la visión, el presupuesto, el registro de acumulación o retraso (backlog) del producto inicial y los ítems estimados, así como la arquitectura de alto nivel, el diseño exploratorio y los prototipos. El registro de acumulación es de alto nivel de abstracción.
2. **Pre-Juego: Montaje (Staging).** El propósito es identificar más requerimientos y priorizar las tareas para la primera iteración. Las actividades son planificación, diseño exploratorio y prototipos.
3. **Juego o Desarrollo.** El propósito es implementar un sistema listo para entrega en una serie de iteraciones de treinta días llamadas "corridas" (sprints). Las actividades son un encuentro

de planeamiento de corridas en cada iteración, la definición del registro de acumulación de corridas y los estimados y encuentros diarios de Scrum.

4. **Pos-Juego: Liberación.** El propósito es el despliegue operacional. Las actividades son documentación, entrenamiento, mercadeo y venta.

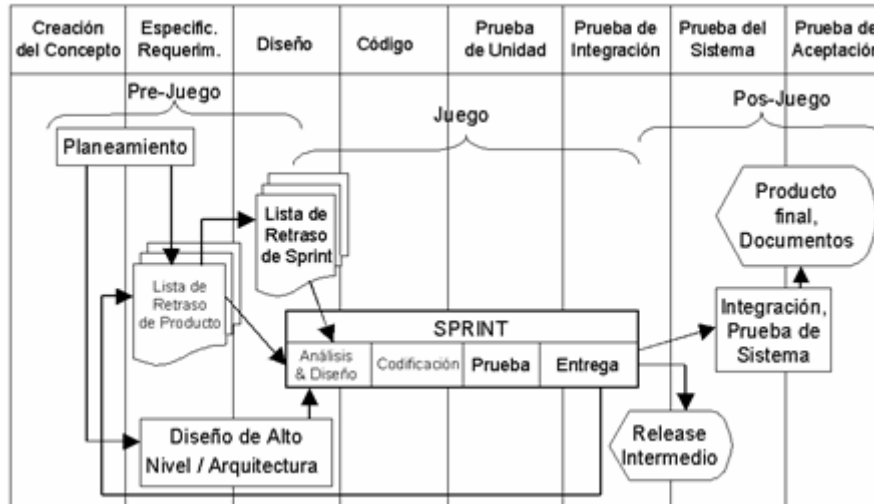


Figura 7. Ciclo de Scrum.

### 1.4.3. TSP

El TSP fue creado en 1.996. Consiste en un conjunto de métodos y reglas que ayudan al desarrollo de equipos de proyectos de gran calidad y madurez. La conformación de equipos es uno de los requisitos de la mayor parte de los proyectos de ingeniería. Aunque ciertos proyectos pequeños de software pueden ser realizados en forma individual, la complejidad de los sistemas actuales y la demanda de cortos tiempos de entrega es tal, que ya no es práctico para una sola persona encargarse de proyectos de software [37].

En los equipos de desarrollo de software, aunque las personas que los conforman suelen tener distintas especialidades, es necesario que todos trabajen en forma cooperativa en busca de un objetivo en común. Para realizar trabajo en equipo se necesita desarrollar habilidades específicas que permitan una correcta cohesión entre sus integrantes<sup>40</sup>. Entre estas habilidades se encuentran la existencia de una meta definida y realista, la obtención de recursos adecuados para el trabajo, integrantes expertos y comprometidos con el logro del objetivo, trabajando disciplinada y constantemente. El desarrollo de estas habilidades es entre otras cosas lo que TSP ofrece al mercado de software.

Otro elemento importante del TSP es que para crear un equipo de trabajo efectivo se necesita la determinación y definición clara de roles para cada uno de los integrantes del mismo. Estos roles a grandes rasgos son los siguientes:

- **Líder de proyecto.** Guía al equipo y se asegura que los ingenieros reporten las estadísticas de avance y que se complete el trabajo en la forma en que fue planeado.

<sup>40</sup> Humphrey



- **Encargado de desarrollo.** Dirige al equipo en los asuntos de diseño y desarrollo de producto.
- **Encargado de planeación.** Guía al equipo en la planeación y seguimiento del producto.
- **Encargado de procesos y Calidad.** Ayuda al equipo en la definición de los procesos necesarios para la realización del sistema y en el establecimiento y administración de planes de calidad que den eficiencia al proyecto.
- **Encargado de Soporte.** Ayuda al equipo a determinar, obtener y administrar las herramientas necesarias para cubrir las necesidades de tecnología y soporte administrativo.

#### 1.4.4. Software Process Engineering Metamodeling Specification – SPEM

SPEM es un metamodelo para la definición del ciclo de vida de los procesos y sus componentes, extiende del Unified Modeling Language (UML) con estereotipos de procesos específicos. SPEM es usado para describir un proceso de desarrollo de software o una familia de procesos de desarrollo de software relacionados. La especificación SPEM está estructurada como perfil UML y además como metamodelo basado en MOF (Meta Object Facility), de esta manera facilita las funciones de intercambio entre herramientas UML y herramientas y repositorios basados en MOF [53].

#### 1.4.5. El Concepto de WorkFlow

Workflow se relaciona con la automatización de los procedimientos donde los documentos, la información o tareas son pasadas entre los participantes del sistema de acuerdo a un conjunto de reglas previamente establecidas. El fin de lo anterior es llegar a culminar una meta común impuesta por la empresa [41].

La proliferación de plataformas y tecnologías desarrolladas en torno a este concepto ha dado lugar a la creación del **Workflow Management Coalition – WFMC** –, con el fin de hacer posible la interoperabilidad de los diferentes desarrollos en esta área. Otro objetivo es especificar un marco general para los sistemas workflows que definen sus características, funcionalidades e interfaces. El modelo de referencia está dividido en cinco categorías: **Interfaz 1**, la cual permite integrar herramientas de modelado, analizar y simular; **Interfaz 2**, se encarga de la comunicación con la parte WFMS<sup>41</sup> que es la responsable de dar la funcionalidad de lista de trabajo (worklist); **Interfaz 3**, para la integración de aquellos servicios que están implicados en las aplicaciones workflow sin ser parte de WFMS; **Interfaz 4**, soporta la interacción con otros WFMS externos; **Interfaz 5**, integra las herramientas de análisis, administración, control y desempeño con el WFMS.

#### 1.4.6. Estudio de las PyMEs.

Reidar Conradi y Alfonso Fuggetta realizaron varios estudios europeos [32] en empresas pequeñas y medianas, ambos en Escandinavia e Italia, los cuales concluyen que prioridades a corto término, combinadas con la turbulencia del negocio y del mercado, pueden prevenir severamente, estorbar, e incluso interrumpir los esfuerzos bien planeados y discretos del SPI – Software Process Improvement. Además, muchos de los Frameworks de SPI del mercado son escasamente preparados o aplicables en sus formas actuales para las PyMEs. Gracias a la experiencia obtenida por estar envueltos en varias iniciativas SPI, los autores presentan seis tesis de cómo reforzar y aplicar mejor frameworks SPI. Tesis 1: Los Frameworks SPI deben apoyar estrategias de mejora que se enfocan en la orientación de la meta e innovación del producto. Tesis 2: Se motivan los

---

<sup>41</sup> Workflow Management System

desarrolladores para el cambio; si es posible, para que estos comiencen desde abajo hacia arriba en la jerarquía de la organización con iniciativas concretas. Tesis 3: El soporte de proceso software ha sido sobre-enfatizado. Tesis 4: El análisis costo-beneficio requiere de los nuevos modelos de amortización. Tesis 5: SPI asume los cambios culturales, identificando la necesidad en la especialización de las sociologías. Tesis 6: SPI trata acerca del aprendizaje – no control como en el Aseguramiento de la Calidad [6].

## CAPITULO 2. PROCESO AGILE SPI – PROCESS

Este capítulo para su mejor comprensión se encuentra dividido en 4 ítems, en el primer ítem, se describe de manera general Agile SPI – Process, arquitectura conceptual del framework al cual pertenece (Agile SPI), principios, ciclo de vida, fases que lo componen, disciplinas relacionadas con la mejora, iteraciones y correspondencia con el proceso de desarrollo de software SCRUM; en el segundo ítem se realiza una descripción más completa y profunda de cada una de las fases, actividades y productos de trabajo que se generan.

En los dos últimos ítems se encuentran descritas las disciplinas que recomendamos utilizar en un proyecto de mejora y los componentes de la infraestructura del mejoramiento de procesos de software respectivamente.

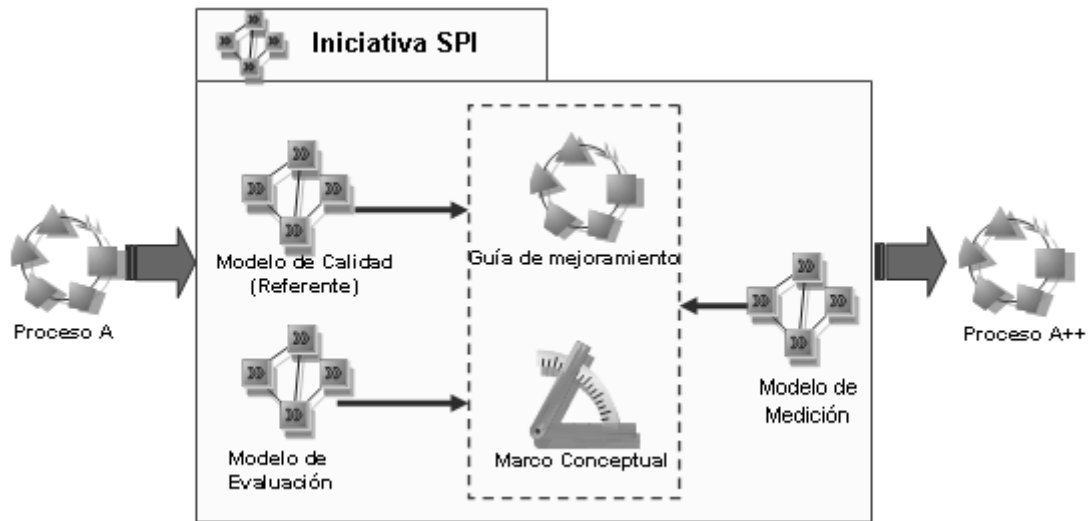
### 2.1 VISTA GENERAL

#### 2.1.1 Arquitectura conceptual de Agile SPI.

Agile SPI se caracteriza por [3]:

- Guiar la mejora de los procesos de desarrollo de software, manteniendo el nivel de agilidad que la empresa desee, normalmente un proceso liviano y/o ágil adecuado a las PyMES.
- Estar basado en modelos livianos, que soporta un programa de mejoramiento continuo, a través de un proceso de mejora ágil llamado Agile SPI – Process.
- Estar adecuado a una industria dinámica, creativa, innovadora e incierta como lo es la industria del software. Una industria donde el conocimiento y el talento humano son elementos fundamentales para garantizar su éxito.

Básicamente se ha formado su estructura a partir de los componentes primarios de un programa de mejora: una guía de mejora y unos modelos de soporte. En el caso de Agile SPI, los modelos son: el de calidad: Modelo Liviano de Calidad para la Mejora de Procesos de Desarrollo Software – MLCMPDS [85]; el de evaluación: Agile SPI – Light Evaluation Model [27]; y el de métricas: Agile SPI – Light Metrics Model. Hay dos elementos integradores de toda la estructura: el modelo conceptual de soporte (Framework PDS) y el proceso que integra de manera dinámica los componentes (Agile SPI – Process). A continuación en la Figura 8 presentamos la arquitectura conceptual de Agile SPI, utilizando SPEM para su definición [ver Anexo B: *Manual de Técnicas y Prácticas. B4: Extensiones SPEM – Software Process Engineering Metamodel Specification*].



**Figura 8. Arquitectura conceptual de Agile SPI.**

A continuación se describen brevemente los componentes del modelo integral de mejoramiento Agile SPI [33]:

- Un proceso ágil de guía a un programa de mejora de procesos en el marco de un proyecto de mejora, **Agile SPI – Process**. Es un proceso que cuenta con los elementos básicos para hacer posible que PyMES, puedan adelantar esfuerzos hacia la adecuación de un proceso de desarrollo acorde a sus necesidades. Este proceso es el marco de referencia para la gestión de los proyectos de mejora, este marco integra el método, los modelos, la infraestructura, las técnicas y las herramientas de soporte.
- Un modelo de calidad liviano, **Modelo Liviano de Calidad para la Mejora de Procesos de Desarrollo Software – MLCMPDS**, que integra proceso y producto, y que guía la organización de las personas y los equipos, las disciplinas y las áreas de trabajo asociadas a la definición, aplicación y mejora del proceso hacia un nivel de madurez definido.
- Un modelo de evaluación liviano, **Agile SPI – Light Evaluation Model**, que permite identificar y diagnosticar problemas de la industria en cuanto al proceso y también trazar unos planes de mejora de acuerdo a un modelo/estándar de calidad definido.
- Un modelo de medida liviano, **Agile SPI – Light Metrics Model**, que permite medir: el desempeño del proceso en los proyectos en los cuales es aplicado, mejorar las estimaciones de los proyectos a través de la medida del esfuerzo, la madurez de éste y la mejora del proceso en el marco de un programa SPI.
- Un marco conceptual y tecnológico para la definición, visualización y aplicación de procesos, **Agile SPI – Framework**. Este marco conceptual se basa en el metamodelo SPEM – Software Process Engineering Metamodel [53], y este marco es la base conceptual sobre la cual se soportan todos los modelos de Agile SPI y las herramientas de soporte. *Agile SPI – Framework* permite relacionar los elementos del proceso con los elementos del modelo de calidad, con el modelo de evaluación y con el modelo de medida; [p.ej., el concepto **disciplina** es un elemento separador de áreas del proceso y con base en este concepto se definen las estructuras de todos los componentes de Agile SPI].

## 2.1.2 Principios de Agile SPI - Process

Los principios de Agile SPI – Process son:

- La prioridad más alta es satisfacer la necesidad del cliente a través de la entrega temprana y continua de mejoras significativas al proceso de desarrollo, gracias a que Agile SPI – Process proporciona un proceso de mejora de procesos de software ágil y liviano.
- No hay requisitos de mejora estables por parte de la empresa. Por ello, el diagnóstico es una fase clave. Aún así, requisitos de mejora que surjan deberán ser priorizados y acogidos en la medida en que sea factible realizarlos.
- Entregar con frecuencia mejoras del proceso de software (desde 2 hasta 6 meses).
- Un programa de mejora con Agile SPI – Process debe basarse en la colaboración efectiva entre los consultores, grupo de mejora, la alta gerencia, el grupo de desarrollo, el grupo SQA, marketing y demás dependencias relacionadas con el proyecto SPI.
- Construir proyectos en torno a individuos motivados hacia la mejora de procesos individuales, grupales y organizacionales. Darles la oportunidad y el respaldo que necesitan y procurarles confianza para que realicen las tareas.
- La forma más eficiente y efectiva de comunicar información de ida y vuelta dentro de un equipo de mejora es mediante la conversación cara a cara.
- La madurez del proceso, como el desempeño promedio de los proyectos, debe ser la medida primaria de la mejora del progreso. Las mediciones base para medir el desempeño son la productividad y la calidad.
- Agile SPI - Process promueve el desarrollo sostenido. El trabajo deberá ser continuo e indefinido.
- Agile SPI – Process promueve una infraestructura técnica y de gestión, adecuada para soportar la mejora del proceso.
- Agile SPI – Process promueve la conformación de una infraestructura organizacional dinámica, basada en objetivos, no en estrategias de control.
- Agile SPI – Process promueve el aprendizaje continuo como una disciplina clave. El objetivo de esta disciplina es que permita conocer el trabajo, reflexionar acerca de éste y ajustar el trabajo a través de iteraciones cortas y concisas.
- Agile SPI – Process promueve la conformación efectiva de los grupos propuestos por su infraestructura, se preocupa por la calidad del trabajo humano a realizar.

## 2.1.3 El ciclo de vida de Agile SPI - Process

Agile SPI - Process como se menciona en uno de sus principios es un proceso ágil y liviano de mejora de procesos de software, el cual puede ser utilizado como guía para la ejecución de un programa de mejora de procesos de software en pequeñas y medianas empresas (PyMES). Liviano porque empresas como las PyMEs al poseer ciertas características como: bajos recursos, procesos livianos, recurso humano pequeño, disponibilidad económica limitada, etc, necesitan un modelo que

soporte un programa de mejora que tenga en cuenta las características reales de su industria, además de ofrecer resultados rápidos en sus programas de mejora.

Tal como lo muestra la Figura 9, Agile SPI – Process está compuesto de 5 fases: Instalación, Diagnóstico, Formulación, Mejora y Revisión del Programa y al igual que la arquitectura y todos sus artefactos ha sido definido utilizando SPEM [ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B4: Extensiones SPEM – Software Process Engineering Metamodel Specification].



Figura 9. Modelado bajo SPEM de las fases de Agile SPI – Process.

Como se puede apreciar en la Figura 10, Agile SPI – Process es un proceso, iterativo e incremental y está basado en casos de mejora, el cual tiene la característica de poder arrojar resultados rápidos de mejora, esto porque permite crear iteraciones de mejora que abarcan o están comprendidos dentro de casos de mejora y estos a su vez dentro de un programa de mejoramiento global. Los casos de mejora son unidades atómicas de mejora en las áreas de procesos que se han seleccionado para ser mejoradas ya sea porque la empresa persigue una certificación o porque para ella su prioridad es mejorar un proceso específico.

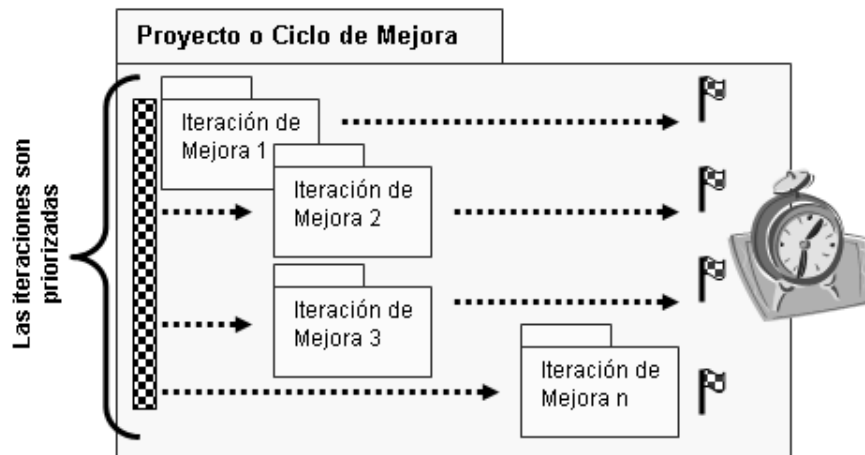


Figura 10. Agile SPI – Process: Un Proceso de mejora iterativo e incremental

El arrojar resultados rápidos de mejora permitirá en consecuencia que las mejoras sean visibles desde las fases tempranas del proyecto de mejora, más ágiles y rápidas en la medida que las iteraciones de mejora terminan, dependiendo de los criterios de priorización que la empresa ha definido previamente o que se haya establecido en base a valoraciones y evaluaciones realizadas. Con esto se busca mantener una motivación del personal frente al programa de mejora, a través de resultados de mejora permanentes, eliminar los riesgos del proyecto en las primeras fases, para enfocar el mayor esfuerzo en las áreas que la empresa considere más importantes para su negocio. El ciclo de vida es altamente influenciado por los modelos de ciclo de vida iterativo e incremental presente en muchos procesos de desarrollo tales como RUP<sup>42</sup>, XP<sup>43</sup>, Scrum<sup>44</sup>, entre otros; dado que

<sup>42</sup> <http://www.rational.com/>

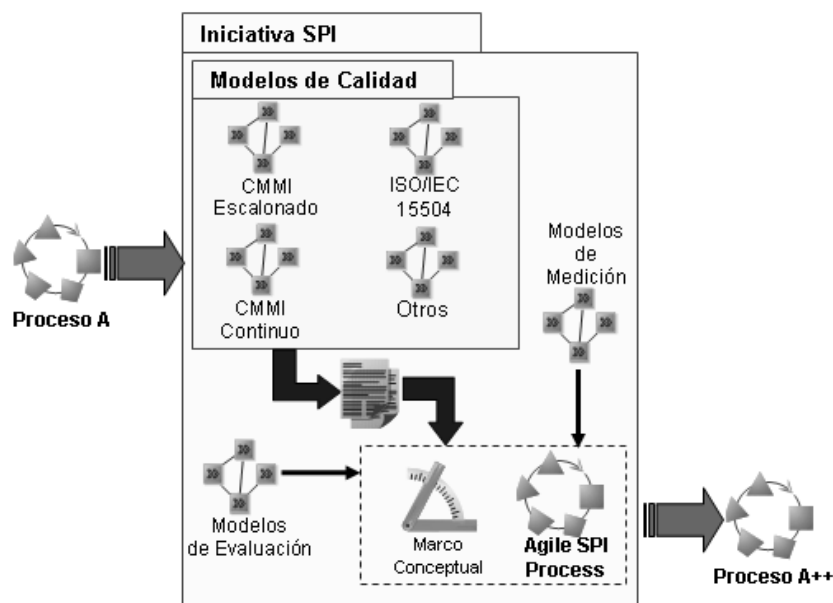
<sup>43</sup> <http://www.xprogramming.com/>

<sup>44</sup> <http://www.controlchaos.com/>

los proyectos de mejora cubren extensos requisitos e impactan toda la estructura organizacional de cualquier empresa, hemos adaptado algunas características de estos modelos para crear un proceso de mejora completo, ágil, menos burocrático y sensible a las actividades referentes a la gestión [p.ej., reuniones, documentos, infraestructura, etc].

En la anterior Figura se visualiza el paralelismo que puede existir entre iteraciones de mejora, esto se puede hacer y es ventajoso en el sentido en que se pueden desarrollar mejoras en áreas de procesos en donde exista una clara independencia.

En los procesos de certificación, los modelos de evaluación junto con la valoración y evaluación misma de los procesos antes de la puesta en marcha de un programa de mejora son muy importantes, ya que nos permiten estimar que áreas de procesos posee una empresa y cual es el grado de madurez de estas en base a un referente o modelo de calidad [42]. Actualmente existen muchas herramientas (ver [42][76][77][78][79][80]) con las cuales se pueden valorar las áreas de procesos de una empresa según un modelo de calidad en particular, [p.ej., en CMMI [81] en su versión continua o escalonada ó ISO/IEC 15504 [8], ISO 9001-2000, entre otros]. Como se muestra en la Figura 11, Agile SPI - Process puede ser usado como proceso de mejora independientemente de los modelos de evaluación y calidad [p.ej., pueden realizarse mejoras a los procesos de una empresa si se seleccionada un modelo de calidad como CMMI continuo, escalonado, ISO/IEC 15504 o 9001, nombrando estos como los más utilizados].



**Figura 11. Valoración Independiente del Modelo de Madurez**

Recomendamos hacer uso de SPQA.web [77], herramienta WEB del proyecto SIMPEP-SW que permite realizar valoraciones en las áreas de procesos correspondientes al nivel 2 del modelo de madurez CMMI; los resultados arrojados serán una calificación, la cual permitirá establecer si un área está altamente implementada, parcialmente implementada, o si no ha sido implementada. Con los resultados arrojados se podrá determinar según los criterios de priorización u objetivos de la empresa, en que área o áreas es más conveniente implantar un programa de mejora.

#### 2.1.4 Fases de Agile SPI - Process

Agile SPI - Process describe un proceso de mejoramiento de procesos de software en 5 fases, a continuación veremos de manera resumida en que consiste cada una de ellas:

**Fase 1 – INSTALACIÓN DEL PROGRAMA:** Esta es la fase de partida para Agile SPI - Process. Debe existir motivación por parte de la empresa para emprender un plan de mejora de sus procesos. En esta fase se crea una propuesta de mejora [ver Anexo A: *Principales Productos de Trabajo. A1: Propuesta de Mejora*] basada en las necesidades del negocio, la cual ayudará a guiar a la organización a través de cada una de las fases siguientes, esta propuesta debe ser aprobada por la gerencia para garantizar así la asignación de los recursos necesarios para el proyecto de mejora. Durante esta fase también se definen los objetivos de mejora generales, los cuales son establecidos desde las necesidades de la empresa. Algo muy importante es que Agile SPI - Process aparte de ofrecer una guía en la mejora de los procesos de software, también provee una infraestructura de gestión, la cual describe la manera en la cual se organizan las personas comprometidas dentro del esfuerzo de mejora, esta infraestructura organiza el esfuerzo teniendo en cuenta un equipo de gestión (EG), un equipo de tecnología de procesos (ETP) y equipos de mejora (EM); estos han sido influenciados por la infraestructura propuesta por IDEAL [7], complementándola con la creación de grupos efectivos propuestos por la metodología TSP (Team Software Process) [37], adaptada por Agile SPI - Process como TSPI (Team Software Process Improvement) y algunas de las características en la administración de un proyecto en el desarrollo de software utilizando la metodología SCRUM<sup>45</sup>, resultando así la metodología TSPI+SCRUM [ver Anexo B: *Manual de Técnicas y Prácticas. B3: El Proceso Software para la conformación y Gestión de Equipos de Mejoramiento - TSPI + SCRUM*].

**Fase 2 – DIAGNÓSTICO:** En esta fase ya se ha iniciado un programa hacia la mejora de los procesos y el trabajo que aquí se realiza es fundamental para la realización de las fases siguientes. Se realizan actividades de valoración para saber cuál es el estado general de los procesos de la empresa, además de un análisis de los resultados que permitan establecer la prioridad de los casos de mejora, permitiendo así crear unos de los productos de trabajo<sup>46</sup> principales de esta fase conocido como guía o plan general de mejora.

**Fase 3 – FORMULACIÓN:** En ésta fase se toman los casos de mejora más prioritarios (1 ó 2, el número varía dependiendo de la experiencia y disponibilidad de personal a trabajar en los procesos) a mejorar según los resultados arrojados por la valoración hecha en la fase anterior; con base en los resultados se realiza la planificación de la(s) iteración(es) de mejora, esto con el fin de realizar una medida del esfuerzo que sirva de base para la estimación del esfuerzo, costo y tiempo que se necesitarán para llevar a cabo las demás iteraciones de mejora.

**Fase 4 – MEJORA:** En la fase de Mejora de Agile SPI - Process se gestiona todo el esfuerzo de los casos de mejora con base en la estimación hecha en el plan de ejecución de mejora creado en la fase anterior, y por consiguiente se desarrollan las planificaciones correspondientes a las diferentes iteraciones que pueden resultar con cada una de las áreas de proceso a mejorar o a crear. Debe existir un documento donde se registre la ejecución de los pilotos de prueba, la evaluación de lo nuevo o la nueva mejora que se ha realizado o creado. Si los planes piloto se han desarrollado satisfactoriamente hay que crear planes de aceptación e institucionalización de los nuevos procesos en la empresa.

---

<sup>45</sup> [www.controlchaos.com](http://www.controlchaos.com)

<sup>46</sup> “También son llamados workproducts”.



**Fase 5 – REVISIÓN DEL PROGRAMA:** En esta fase se hace una retroalimentación (feedback) antes de volver a comenzar la fase de inicio. En esta fase todas las lecciones aprendidas y las métricas desarrolladas para medir el cumplimiento de los objetivos sirven como base de conocimiento o fuente de información para las personas involucradas en el siguiente ciclo de mejora. Con toda la información recolectada se debe evaluar el trabajo realizado y se deben corregir o ajustar todos los elementos relacionados con la ejecución de un programa SPI, como la infraestructura establecida, los métodos utilizados, los canales de comunicación y si las soluciones a los problemas identificados fueron las adecuadas.

### 2.1.5 Disciplinas relacionadas con la Mejora

Agile SPI – Process incluye un conjunto de disciplinas que pueden ser aplicadas en menor o mayor medida de manera transversal al proceso de mejora o en cada una de las fases en las cuales se pueden desarrollar varias iteraciones, para esto nos hemos basado en el Proceso Unificado de Desarrollo de Software [35]. Agile SPI – Process identifica las disciplinas que se llevan a cabo en cada una de las fases del proceso de mejora, permitiéndole al personal involucrado en el programa de mejora poder visualizar más fácilmente las conductas que se deben tomar. A continuación haremos una breve descripción de las disciplinas que propone Agile SPI – Process.

**ENTRENAMIENTO:** Esta es una disciplina transversal al proceso de mejora debido a que se necesitará de entrenamiento durante todo el programa. Esta disciplina consiste en capacitar a los participantes de cada uno de los equipos acerca de qué es lo que está ocurriendo y qué habilidades y conocimientos son los que se necesita que ellos posean para que realicen bien su trabajo. Al inicio de un ciclo de mejora se dará un entrenamiento general sobre el proceso de mejora para que los participantes tengan idea acerca de lo que estarán realizando en las próximas semanas/meses; luego, en cada una de las fases se dará un entrenamiento sobre cada una de éstas para que sepan cómo realizar su trabajo. [P.ej., si nos encontramos en la fase de diagnóstico, en la cual es donde se realiza la valoración de los procesos de la empresa, se debe entrenar a los participantes acerca del modelo de referencia seleccionado, como son el personal encargado de realizar la valoración y el personal encuestado, para que de esta manera el desarrollo de la valoración sea ágil y comprensible]. También se debe tener en cuenta el entrenamiento que se debe realizar al personal cuando los procesos son mejorados o creados y luego implantados, para ellos es desconocido el nuevo proceso, es por esa razón que el personal dependiente del proceso debe tener un entrenamiento antes de empezar a utilizar el proceso.

**GESTIÓN DEL PROGRAMA SPI:** Consiste en realizar un plan de trabajo del Programa de Mejora y llevar el seguimiento y control correspondiente. Para realizar esta disciplina primero se debe hacer un análisis entre los integrantes del Equipo de Tecnología de Procesos del estado del Programa de Mejora para decidir que actividades son las que se deben realizar y cómo cada una de estas actividades será controlada. Como resultado se obtiene un producto de trabajo o plan, y este es diferente dependiendo de la fase en la que se esté ejecutando.

**EVALUACIÓN:** Esta disciplina consiste en identificar el estado y condiciones actuales en las que se encuentra la organización en procesos específicos, es decir que se evalúan los procesos que representen mayor importancia o necesidad de mejorar en la empresa o que hayan sido ordenados con un mayor grado de priorización en la valoración. En caso de realizarla de manera general, ésta será una valoración y está diseñada para conocer de manera general las debilidades y fortalezas de los procesos que se encuentren actualmente en la organización, para esto utilizamos la herramienta de valoración SPQA.web [77], que arroja como resultado el nivel en el que se encuentra cada una de las áreas de proceso de la empresa, teniendo en cuenta el modelo de referencia escogido para la realización de la mejora. La disciplina de evaluación en un programa de mejora es muy importante, ya que define el trabajo a realizar en las fases, iteraciones o proyectos siguientes. Pueden existir evaluaciones particulares desarrollando planes de operación para las áreas de trabajo específicas

que lo necesiten. Esta disciplina también se lleva a cabo cuando hay que evaluar si las estrategias y métodos utilizados fueron los más adecuados (feedback), y a partir de la información recolectada en cada una de las fases se determina si se deben cambiar o ajustar antes de comenzar el ciclo de mejora nuevamente.

**ANÁLISIS DE RESULTADOS:** Disciplina encargada de la planificación de operación del SPI, en la cuál se encuentra un análisis de los resultados obtenidos de la evaluación, recomendaciones y cualquier información que sea importante incluirla en ésta. Éste análisis de resultados se realiza con los arrojados por la valoración para priorizar los casos de mejora, y con los obtenidos por la evaluación, los cuales son determinantes para establecer como atacar las debilidades, además de los anteriores resultados, también hay que agregar los arrojados luego de evaluar los nuevos o mejorados procesos que hayan sido implantados en la empresa.

**DISEÑO:** Disciplina encargada de definir, crear y diseñar las soluciones y la forma de pilotear las pruebas y evaluar lo nuevo o la mejora del proceso. En el modelado de procesos se diseñan los nuevos procesos de acuerdo a los resultados obtenidos después de la evaluación, este modelado implica la creación de nuevos procesos o la mejora de procesos que ya se encuentren en ejecución dentro de la empresa. El proceso de modelado es soportado por el Framework PDS, el cual hace parte del proyecto SIMEP-SW [3], realizando el modelamiento de procesos bajo la especificación SPEM.

**IMPLANTACIÓN:** Esta disciplina es la encargada de llevar a cabo la correspondencia e institucionalización de los nuevos procesos y mejora de los ya existentes a través de experimentos que nos permitan definir una serie de pasos de implantación de los nuevos procesos para luego ser examinados y observados en las disciplinas de evaluación y análisis.

**GESTIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL PROCESO:** Esta disciplina tiene en cuenta la necesidad de controlar los cambios; como el cambio puede ocurrir en cualquier momento, deben realizarse actividades para identificar el cambio, controlar el cambio, asegurar que el cambio está siendo apropiadamente implantado, informar del cambio a aquellos que les es necesario y documentar las características funcionales y físicas de los elementos de configuración, así como de ejecutar la disciplina de entrenamiento para capacitar a los usuarios en los procesos mejorados.

**APRENDIZAJE:** El aprendizaje o retroalimentación es una de las disciplinas más importante en cada fase, y ésta debe ser considerada como algo implícito en cada una de ellas, ya que se toma como base de conocimiento las lecciones aprendidas para el inicio de nuevos ciclos de mejoramiento. El aprendizaje puede ser visto como el empaquetamiento continuo de lecciones aprendidas donde se encontrarán todos los artefactos que nos permitan identificar la experiencia en ciclos de mejoramiento anteriores.

La Figura 12 muestra la aplicación de las diferentes disciplinas identificadas en cada una de las fases de Agile SPI – Process. Como lo muestra la gráfica, las disciplinas son aplicadas en todas las fases, pero unas son aplicadas en mayor o menor medida y de diferente forma dependiendo de la fase en la que se aplique y de las prioridades del programa de mejora. [P.ej., la disciplina de análisis debe realizarse durante la fase de instalación, analizando los resultados de la valoración realizada y la planificación del plan de mejora; también ésta disciplina será aplicada inmediatamente después de llevar a cabo la disciplina de evaluación en cada una de las fases siguientes, pero realizándose en mayor medida en la fase de revisión, puesto que aquí se analiza todas las decisiones tomadas].

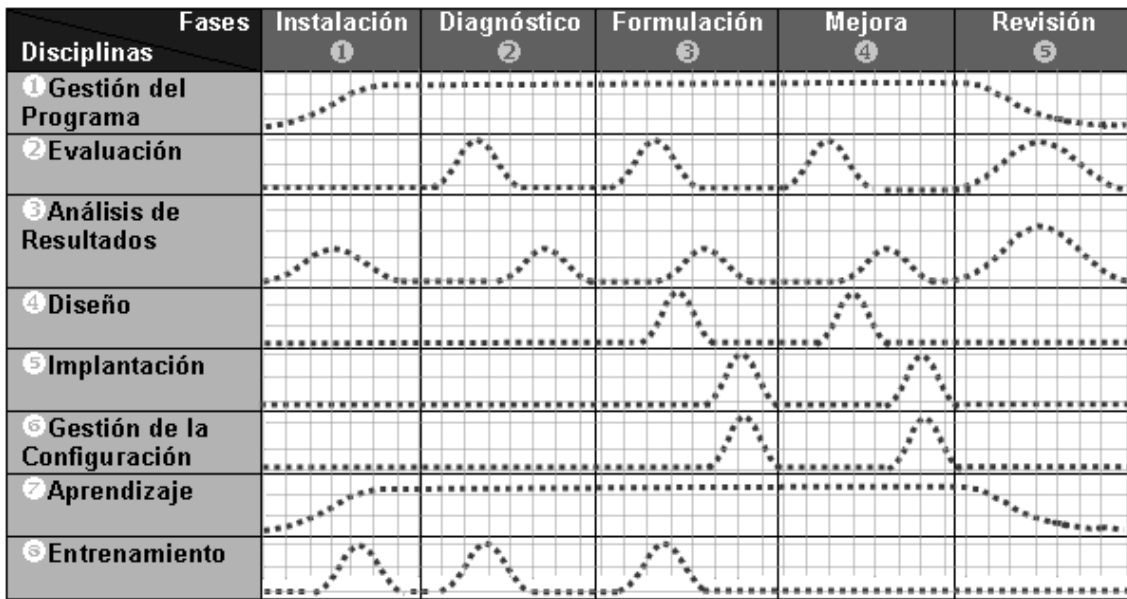


Figura 12. Aplicación de disciplinas. Agile SPI – Process

### 2.1.6 Las Iteraciones en Agile SPI – Process y su correspondencia con el proceso de desarrollo SCRUM.

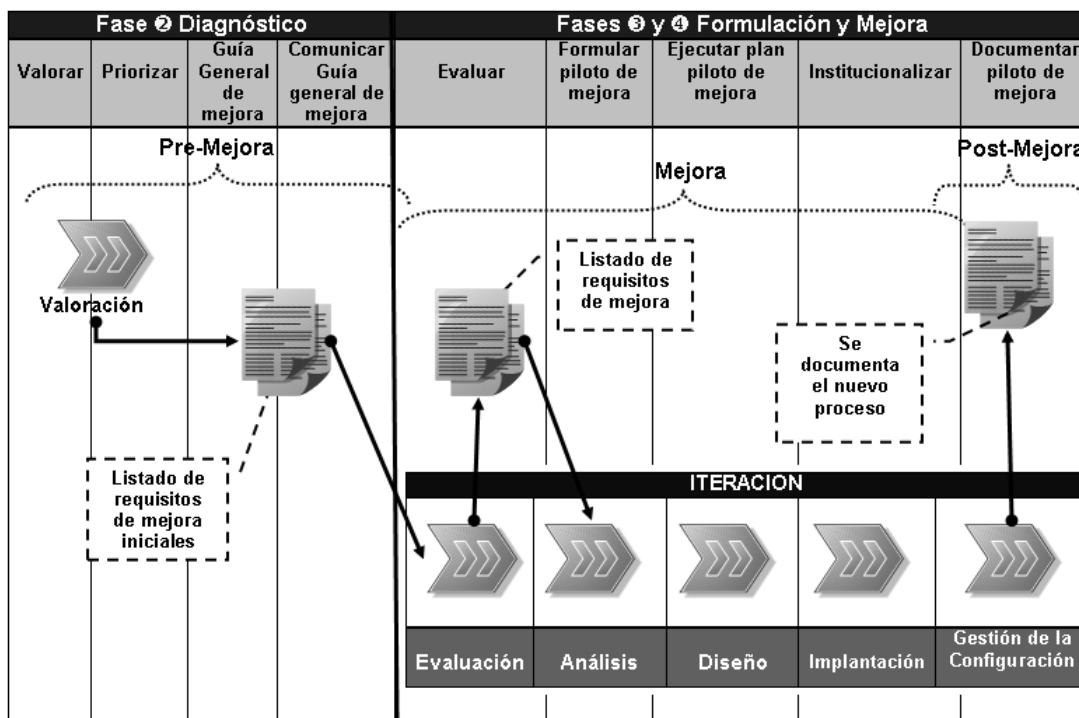
Una iteración a diferencia de una iteración de mejora en Agile SPI – Process de la cual se habló anteriormente, es un mini-ciclo de mejora que permite adelantar el desarrollo y gestión de un conjunto de casos de mejora de manera independiente. La iteración es el concepto integrador entre fases y disciplinas. Las fases pueden ser descompuestas en el tiempo y el espacio (equipos) por iteraciones, y una iteración, al ser por sí misma una guía de mejora, es definida a partir de un conjunto de disciplinas de acuerdo a la fase en la que se encuentre y a las características del proyecto de mejora. Las iteraciones en Agile SPI – Process son un agregado muy importante en la mejora de procesos de software, ya que de esta manera se pueden desarrollar mejoras independientes y arrojar mejoras de una manera más ágil. La clave está en desarrollar iteraciones en áreas que sean independientes de otras, de esta manera el trabajo en ellas se puede realizar paralelamente, sin que el trabajo de mejora que en ellas se desarrolle ocasione problemas, no obstante hay que tener en cuenta que puede ocurrir el caso en el que exista una dependencia entre áreas, procesos o subprácticas, la definición depende del modelo de calidad base, [p.ej., para ISO se habla de procesos y subprocesos, en CMMI de prácticas y subprácticas], en ese caso hay que estudiar cuál es el impacto arrojado que podría crear un caso de mejora y en base a esto ordenar la manera en como se desarrollarán las mejoras (priorización) en los demás casos de mejora. [La dependencia esta mejor ejemplificada en el Anexo B: Manual de Técnicas y prácticas. B1: Red de dependencias].

Algo en lo que hemos considerado importante ahondar y detallar, es que las iteraciones para los casos de mejora en las fases de Diagnóstico, Formulación y Mejora pueden ser desarrollados de manera similar a la forma como lo hace el Proceso de Desarrollo Scrum [52] con los sprints, en cada uno de las cuales hay tres fases: **pre-juego, juego y pos-juego**, las cuales hemos adaptado al contexto de un programa de mejora llamándolas: **pre-mejora, mejora y pos-mejora**.

Los casos de mejora pueden verse como los Sprint Backlog o Listado de Requisitos de Mejora en nuestro caso, los cuales han sido desarmados en necesidades de mejora más pequeñas, y éstos en su totalidad y respectiva correspondencia conformarían un área específica, que podrían verse como un listado priorizado de rasgos requeridos por la mejora, el cuál ha sido obtenido por la valoración

realizada a la empresa. En relación al proceso de desarrollo de SCRUM estos listados de rasgos son los que se crean a partir de los requerimientos de la empresa o cliente en el caso de SCRUM y son llamados Product Backlog o Listado de Requisitos de Mejora Iniciales en el caso de Agile SPI - Process.

En la Figura 13 podemos ver como se desarrollan las iteraciones de mejora en Agile SPI – Process. En la fase de pre-mejora se desarrollan disciplinas de valoración para la creación del registro de acumulación o retraso del producto (Listado de requisitos de mejora iniciales). Luego de priorizar las áreas a mejorar, se crea un listado de requisitos de mejora mediante la evaluación de cada una de las áreas, lo cual permite definir un orden para cada una de las iteraciones de mejora a ejecutar. Es conveniente mediante la ayuda de una red de dependencias [Ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B1: Red de Dependencias] ordenar de una manera más detallada las mejoras a realizar en las áreas seleccionadas para la mejora; esta red nos permite identificar los casos de mejora o el número de iteraciones a desarrollar por cada área. Los casos de mejora no son más que las actividades que componen a las áreas de procesos, teniendo en cuenta que estas pueden llamarse: prácticas o subprácticas según el caso o el modelo de calidad que se haya elegido.



**Figura 13. Iteraciones en Agile SPI - Process**

Luego de identificar los casos de mejora que componen el área y ordenarlos mediante una red de dependencias, continúa el posterior análisis y diseño del nuevo o mejorado proceso y la respectiva implantación y documentación.

Como se puede ver en la Figura anterior, las actividades en la fase de diagnóstico, formulación y mejora las traemos a relación para ejemplificar mejor la correspondencia de las disciplinas en una iteración o caso de mejora, estas serán expuestas más a fondo en el siguiente ítem.

## **2.2. AGILE SPI - PROCESS VISTO POR FASES.**

### **2.2.1. Primera Fase – Instalación del Programa.**

Esta fase, es el paso inicial de Agile SPI – Process, aquí es donde se crea una propuesta de mejora [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A1: Propuesta de Mejora] basada en las necesidades del negocio, y en la cual se fijan unas actividades y objetivos de mejora que guiarán a todo el personal involucrado en el proyecto de mejora.

En el proyecto de mejora de la organización debe ser muy importante la creación de los grupos de trabajo que conforman la infraestructura ya que sin ésta no se podrá realizar el lanzamiento de la propuesta, actividad final de este paso, así mismo es vital definir los responsables junto con los roles que desempeñarán; adjunto a este trabajo de grado se presenta un apéndice donde se define la infraestructura adaptada de la propuesta por el Modelo IDEAL [7] para la creación y conformación de la infraestructura o grupos de trabajo necesarios para la mejora [ver sección: 2.4. Componentes de la Infraestructura del Mejoramiento de Procesos de Software]. Además en este paso también se definen elementos como horarios de trabajo, responsables, roles, capacitaciones, criterios de referencia para la selección del modelo de calidad con el cual se va a mejorar, métodos de valoración y modelos de evaluación. [Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo y Anexo C: Plantillas].

Una de las tareas de trabajo más importantes en esta fase es la planeación y aunque no se alcancen a identificar claramente algunos de los elementos que deberán ir dentro de la propuesta de mejora, con el tiempo y en posteriores ciclos, gracias al aprendizaje y madurez lograda se identificarán mucho mejor.

Luego de creada la propuesta de mejora e identificada la infraestructura una de las tareas de este paso, antes de lanzar el programa y poner en funcionamiento la infraestructura, es la obtención de la aprobación de la propuesta por parte de la gerencia, la cual puede resultar en una aceptación o aprobación total, en una adecuación de la misma o un rechazo (ver figura 14).

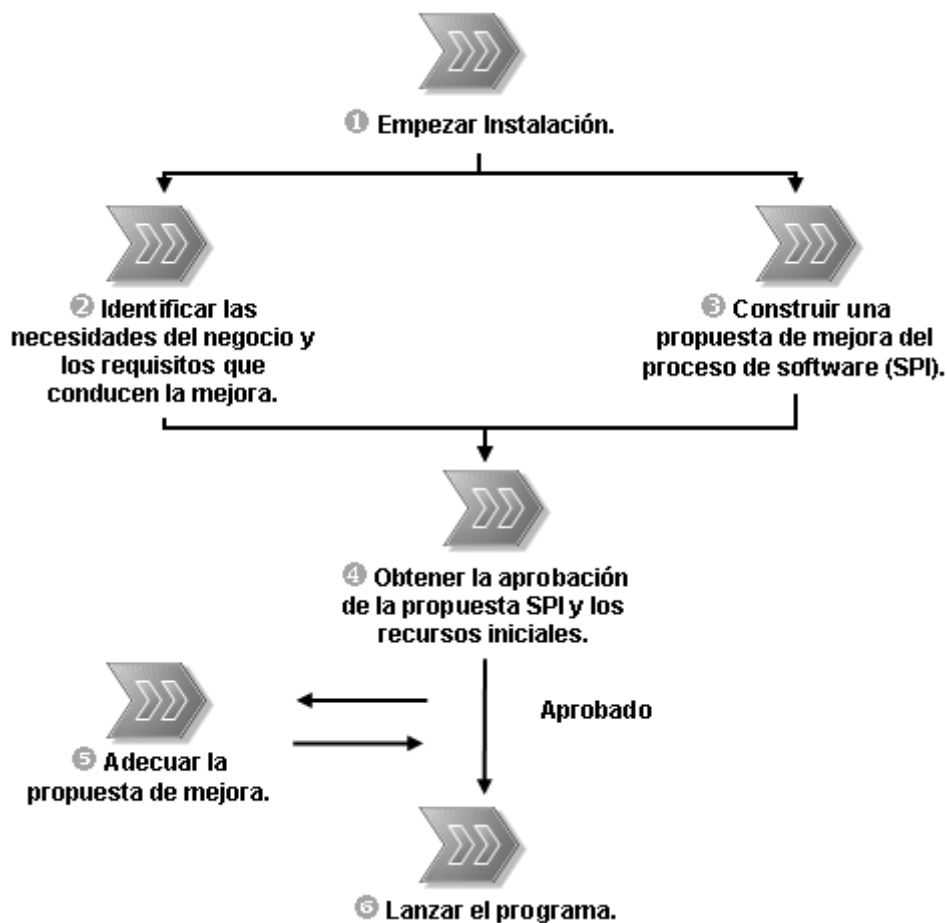


Figura 14. Flujo de trabajo para la fase de instalación del programa.

### 2.2.1.1. Actividades.

#### 2.2.1.1.1. Empezar instalación.

**Descripción:** Para esta actividad es aconsejable organizar un equipo para presentar una propuesta de mejora a la gerencia, la conformación de grupos efectivos [ver Anexo B: *Manual de Técnicas y Prácticas. B3: El Proceso Software para la conformación y Gestión de Equipos de Mejoramiento – TSPI + SCRUM*] debe ser altamente utilizada junto con un modelo que nos permita definir o administrar los tiempos de trabajos.

#### Entrada

- La existencia de un deseo por mejorar los procesos de software de la organización.
- La necesidad de la organización de mejorar sus procesos de software por una necesidad comercial.

#### Salida

- Conformación del equipo de trabajo encargado de presentar la propuesta.
- Políticas y regulaciones administrativas que permitirán controlar mejor el trabajo desarrollado por dicho grupo.
- Capacitación del personal involucrado en la formulación de la propuesta de mejora.

#### **2.2.1.1.2. Identificar las necesidades del negocio y los requisitos que conducen la mejora.**

**Descripción:** Se identifican las necesidades del negocio u objetivos de éste, y a partir de éstos se definen los objetivos generales de mejora, así mismo se definen los roles y sus respectivos responsables, los cuales se determinan de acuerdo a sus capacidades; es importante tener en cuenta que en esta actividad es donde se define la infraestructura, para luego obtener su aprobación y asignar el personal en los equipos de mejora definidos [ver sección: 2.4. Componentes de la Infraestructura del Mejoramiento de Procesos de Software y Anexo C: Plantillas]. También se utilizan técnicas como la lluvia de ideas para identificar las necesidades del negocio [ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B2: SPI Attribute Workshop - SPIAW].

##### **Entrada**

- Información acerca de las necesidades actuales del negocio, ésta información puede ser consultada al EG (Equipo de Gestión) mediante entrevistas y/o preguntas. [Ver sección: 2.4. Componentes de la Infraestructura del Mejoramiento de Procesos de Software. 2.4.3. Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG)].

##### **Salida**

- La salida a esta actividad está conformada por los objetivos generales de la mejora, sus responsables y los roles desempeñados por cada uno de los integrantes del proyecto.

#### **2.2.1.1.3. Construir una propuesta de mejora del proceso de software.**

**Descripción:** Se construye una propuesta de mejora [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A1: Propuesta de Mejora] donde se desarrolla una estrategia para el logro o alcance de los objetivos de mejora planteados, el tiempo estimado del proyecto y de sus resultados, el costo [p.ej., recursos que se necesiten, los grupos de la infraestructura durante el programa de mejora, capacitación y formación, etc.], las razones por las cuales debe de llevarse a cabo, los riesgos, etc. [Ver Anexo C: Plantillas].

##### **Entrada**

- Los objetivos generales de la mejora identificados, sus responsables y los roles desempeñados por cada uno de los integrantes del proyecto.

##### **Salida**

- **Propuesta de mejora** [Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A1: Propuesta de Mejora].

#### **2.2.1.1.4. Obtener la aprobación de la propuesta SPI y los recursos iniciales.**

**Descripción:** Presentar la propuesta de mejora a la gerencia y obtener la aprobación de ésta [p.ej., recursos, tiempo, personal (Obtener acuerdo de aprobación de grupos EG, ETP, EM), etc.]. Aprobada la propuesta, pasa a la actividad 6, y si hay que adecuarla, pasa a la 5.

##### **Entrada**

- **Propuesta de Mejora.**

## Salida

- Orden u oficio donde se autorice la disponibilidad de los recursos comprometidos y descritos en la propuesta de mejora.
- Puede ocurrir que todos los recursos solicitados no sean aprobados en su totalidad, y la gerencia recomiende cambios y modificaciones que deban ser tomadas en cuenta para la aprobación del proyecto de mejora.
- Puede suceder que no sea aprobada la propuesta de mejora y que el proyecto como tal no sea aprobado, las causas de esto pueden ser diversas, [p.ej., poca disponibilidad de recursos, entre ellos el tiempo, el personal, el dinero o porque no sea una necesidad de negocio para la empresa].
- Puede ocurrir que la gerencia recomiende o sugiera cambios.

### 2.2.1.1.5. Adecuar la propuesta de mejora de acuerdo a los recursos aprobados y las recomendaciones de la gerencia.

**Descripción:** Puede suceder que la propuesta de mejora entregada a la gerencia deba ser adecuada por la disponibilidad limitada de recursos que ésta posea, o que la gerencia quiera incluir algunas recomendaciones que no se hayan tenido en cuenta y que sean de carácter importante.

## Entrada

- Recomendaciones, cambios y sugerencias hechas por la gerencia.

## Salida

- **Propuesta de Mejora.** [Propuesta de mejora actualizada con los cambios, recomendaciones y sugerencias hechas por la gerencia].

### 2.2.1.1.6. Lanzar el programa.

**Descripción:** Comenzar las actividades determinadas para dar soporte a la infraestructura [p.ej., facilitar, compartir información, aconsejar y supervisar esfuerzos, facilitar el desarrollo del programa SPI, permitir o proporcionar la visibilidad y asignación de recursos de comunicación y establecer los grupos EG, ETP Y EM], así mismo reunir al EG y al ETP para informarles que actividades y pasos subsecuentes se deben seguir con el propósito de avanzar en la parte principal del programa SPI y comenzar el ciclo del programa de mejora de procesos.

## Entrada

- **Propuesta de Mejora Aprobada.**

## Salida

- Infraestructura instalada y funcionando.
- Aprobación de la propuesta de mejora por parte de la gerencia para pasar a la siguiente fase: Diagnóstico.

### 2.2.2. Segunda Fase – Diagnóstico.

Uno de los productos de trabajo principales como resultante de esta fase es la guía o plan general de mejora [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A3: Plan o Guía general de Mejora], el cual está basado en la valoración realizada a la empresa junto con sus resultados y



recomendaciones [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A2: Informe de Valoración], y solo gracias a éstos se pueden planificar y desarrollar estrategias y soluciones, además de proveernos de una clara visión del orden o prioridad en que se deben atender las mejoras a realizar, claro está que es importante aclarar que el criterio de priorización como se ha mencionado anteriormente, depende de las necesidades del negocio, las cuales deben tenerse muy bien identificadas (ver figura 15).



Figura 15. Flujo de trabajo para la fase de Diagnóstico.

### 2.2.2.1. Actividades.

#### 2.2.2.1.1. Valorar.

**Descripción:** Antes de comenzar a evaluar los procesos de una empresa es conveniente realizar una valoración del estado actual de éstos, ésta valoración permitirá identificar el nivel en que los procesos se encuentran institucionalizados o implementados dentro de la empresa con base en un referente o modelo de calidad, de esta manera permitirá tener una visión un poco más clara acerca de los mini-proyectos o casos de mejora que deben ser iniciados según la necesidad del negocio manifestada o identificada en la fase anterior.

#### Entrada

- Información conocida por el personal interno de la empresa, el cual es seleccionado en base al siguiente criterio: personal con alto conocimiento de los procesos de desarrollo de la empresa o considerable experiencia en la utilización de dichos procesos [p.ej., jefes de área del proceso].
- Los criterios de referencia para la valoración [p.ej., un criterio de referencia para la valoración puede ser el modelo de calidad CMMI nivel 2, o ISO/IEC 15504, el criterio de referencia para la valoración se entiende como la selección del modelo de calidad referente con el cual se va a valorar. De acuerdo a la selección del referente con base en el cual se va

a valorar se diseñarán las preguntas o se utilizarán herramientas sistematizadas en busca de agilizar la actividad de valoración y por ende el programa de mejora. Los criterios de referencia para la valoración pueden identificarse en las necesidades del negocio y dependen completamente del modelo de calidad seleccionado].

#### **Salida**

- **Informe de valoración.** Información acerca de los procesos que se encuentran implantados según su nivel dentro de la empresa [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A2: Informe de Valoración].
- **Casos de mejora.**

#### **2.2.2.1.2. Priorizar.**

**Descripción:** Con la información arrojada por el informe de valoración el equipo ETP (Equipo de Tecnología de Procesos) [Ver sección: 2.4. Componentes de la Infraestructura del Mejoramiento de Procesos de Software. 2.4.4. Equipo de Tecnología de Procesos (ETP)], junto con algunas de las recomendaciones del EG (Equipo de Gestión), se priorizan los casos de mejora de acuerdo a las necesidades del negocio.

#### **Entrada**

- **Informe de valoración** [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A2: Informe de Valoración].
- **Criterios de priorización** [ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B1: Red de Dependencias]. [Este anexo es un ejemplo de cómo se podrían determinar la priorización dependiendo de las dependencias de las áreas de proceso a mejorar]
- **Casos de mejora.**

#### **Salida**

- **Red de dependencias.** [Ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B1: Red de Dependencias].
- **Recomendaciones de la priorización.** Recomendaciones acerca del orden en que los procesos de la empresa deben ser mejorados según las necesidades de ésta.

#### **2.2.2.1.3. Construir una guía general de mejora.**

**Descripción:** El plan o guía general de mejora permitirá pilotear la organización a través de todo el proyecto de mejora ya que en éste se incluirá toda la información referente a cada uno de los mini-proyectos que deben ser lanzados dependiendo de la priorización que se haya realizado; además, en este plan se recomienda incluir información referente a cada uno de los casos de mejora o mini-proyectos que se están iniciando, ejecutando o terminando, como ayuda para mantener la organización en el proyecto de mejora.

#### **Entrada**

- **Informe de valoración.** Este producto de trabajo contiene las recomendaciones de la priorización con base a los resultados que se obtengan de la valoración, con estos se podrá saber cuál es el estado actual de los procesos de la empresa, y en base a estos permitirle establecer a la empresa u entidad en qué procesos se deben realizar las respectivas evaluaciones y mejoras de acuerdo a sus objetivos o intereses [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A2: Informe de Valoración].

## Salida

- **Plan o Guía general de mejora.** [*Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A3: Plan o Guía general de Mejora*].

### 2.2.2.1.4. Comunicar el plan general de mejora.

**Descripción:** La comunicación de este plan es muy importante y contribuirá en gran parte a que la organización entera esté informada acerca de todo el proyecto de mejora y de la manera como éste se ha planeado, esto se puede lograr realizando una serie de informes o comunicados, correo interno, carteleras, pizarras, reuniones o información desplegada en la página principal de una intranet, donde se comuniquen el trabajo que se ha planeado realizar durante el proyecto de mejora.

## Entrada

- **Plan general de mejora.**

## Salida

- Todos los miembros de la empresa han sido comunicados del trabajo y de los pasos a seguir en el proyecto de mejora.
- El plan general de mejora está disponible para cualquiera de los miembros de la empresa o el personal involucrado en el proyecto de mejora.

### 2.2.3. Tercera Fase – Formulación.

En esta fase se desarrollan evaluaciones, se realizan y se ejecutan planes detallados para la implementación del programa de mejora, estos planes especifican las estrategias y actividades a realizar en la solución de los problemas identificados en la fase de diagnóstico [*Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A4: Plan de Ejecución de la mejora*]. En esta fase se definen unos objetivos medibles a partir de los objetivos generales, planteados al comienzo de la fase de Instalación, así mismo hay que definir métricas para medir en el transcurso de las demás fases el cumplimiento de éstos; también hay que tener en cuenta que aquí los recursos comprometidos son asignados. Al inicio de esta fase se implementa el o los primeros casos de mejora (1 o 2), lo cual sirve de base para estimar el esfuerzo del resto del proyecto de mejora y de su correspondiente planificación.

Como productos de trabajo principal en esta fase está la creación del plan de ejecución de mejora, el cual es creado a partir de las estimaciones y la documentación hecha del o de los casos de estudio piloto realizados para la mejora y el producto de trabajo llamado formulación del(os) caso(s) de mejora, el cual contiene la documentación detallada de los nuevos o mejorados procesos, creados a partir del modelo referente de calidad, la documentación suministrada en este workproduct debe incluir: flujo de actividades, roles, formatos o plantillas a utilizar en dicho proceso, productos de trabajo, recomendaciones, etc.



Figura 16. Flujo de trabajo para la fase de Formulación.

### 2.2.3.1. Actividades.

#### 2.2.3.1.1. Evaluar área.

**Descripción:** En esta actividad se debe escoger un área de la empresa a mejorar y se evalúa el estado de ésta de una manera más minuciosa y profunda que en la valoración, esto con el fin de conocer de manera más detallada las fortalezas y debilidades del área, para esto se pueden utilizar diferentes métodos de evaluación y herramientas que dan como resultado el estado actual del área de acuerdo a un rango de calificación. En caso de que el área que se haya escogido no exista dentro de la empresa, se puede saltar esta actividad y pasar a la actividad siguiente.

#### Entradas

- Criterios de referencia para realizar la(s) evaluación(es). [El criterio de referencia para realizar las evaluaciones es el mismo que el seleccionado anteriormente para realizar las valoraciones. No hay que olvidar que el referente depende en gran parte del modelo de calidad seleccionado].
- Área(s) del proceso de la empresa a mejorar [las áreas de proceso de la empresa a mejorar se definen de acuerdo al o las áreas con mayor prioridad, definidas en el *Producto de Trabajo A3: Plan o Guía general de Mejora, Anexo A: Principales Productos de Trabajo*].

- Modelo de evaluación. [Actualmente existen diferentes modelos de evaluación, p.ej: SCAMPI, ISO/IEC 15504 (1.998), parte 2 e ISO/IEC 15504 (2.003), parte 4, etc. Agile SPI – Process aunque no propone un método o guía de evaluación formal, propone una disciplina para llevar a cabo las tareas relacionadas con esta actividad].

#### **Salida**

- **Informe de Evaluación.** Estado detallado del área de proceso de la empresa. Este producto de trabajo es muy parecido al informe de valoración, la diferencia radica en que los resultados aquí expresados son los obtenidos luego después de haber realizado una evaluación más profunda y exhaustiva de los procesos a mejorar, es decir a nivel de las subprácticas según CMMI o subprocesos según ISO [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A2: Informe de Valoración].
- **Plan o Guía general de Mejora** (actualizado). [Es importante actualizar el plan o guía general de mejora después de las evaluaciones, puesto que luego de realizarlas, Agile SPI – Process permite planificar las mejoras en iteraciones de mejora, las cuales p.ej., en ISO/IEC 15504 estarán representadas por los procesos y subprocesos y en CMM ó CMMI por las prácticas y subprácticas].
- **Plan de ejecución de las mejora** [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A4: Plan de Ejecución de la mejora].

#### **2.2.3.1.2. Formular caso de mejora.**

**Descripción:** En esta actividad se llevan a cabo tareas de documentación, análisis, modelamiento, diseño y planificación de la mejora en el área o áreas de la empresa en caso de que ésta(s) exista(n), o la creación de una nueva área en el caso de que ésta(s) falte(n) en la empresa. En este plan deben aparecer los recursos asignados como personal y tiempo, estrategias a utilizar en las soluciones creadas, actividades y objetivos a seguir, además del flujo de actividades, roles, formatos o plantillas a utilizar en dicho proceso, productos de trabajo, recomendaciones y demás artefactos para entregar al final del área de proceso ya mejorada.

#### **Entradas**

- **Informe de Evaluación.**
- **Plan o Guía general de Mejora** (actualizado). [Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo].

#### **Salidas**

- **Formulación Caso de mejora.**

#### **2.2.3.1.3. Ejecutar pilotos de mejora.**

**Descripción:** En esta actividad se lleva a cabo la ejecución de los planes que contienen la formulación de los casos de mejora, mediante pilotos de prueba, es decir cada caso de mejora planeado y diseñado es aplicado en la empresa en pilotos de prueba, esto con el objetivo de evaluar y analizar el comportamiento de los nuevos o mejorados procesos antes de ser institucionalizados o adoptados de una manera formal dentro de la empresa. La evaluación de estas mejoras puede realizarse mediante mecanismos de comparación que nos permitan medir y analizar el impacto en el proceso antes y después [p.ej., si se tienen datos o estadísticas en cuanto el desarrollo normal en el área de proceso encargada de la administración de requerimientos en proyectos anteriores y es posible realizar dicha comparación con la implantación del piloto de mejora, podría realizarse un análisis comparativo de tiempos, agilidad, orden, completos del

proceso, y demás datos que permitan obtener el elemento diferenciador entre un antes y un después y permitan tomar una decisión entre su aceptación o rechazo antes de ser institucionalizados].

#### **Entrada**

- **Informe de Evaluación.**
- **Plan o Guía general de Mejora** (actualizado). [Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A3: Plan o Guía General de Mejora].
- **Formulación Caso de mejora.**

#### **Salida**

- Informe de (los) piloto(s) de mejora ejecutado(s), junto con los resultados de su conveniencia, rechazo o adecuación. Este informe debe ser muy detallado, de él depende la institucionalización de los nuevos procesos.
- Entrenamiento en el nuevo o mejorado proceso.

#### **2.2.3.1.4. Institucionalizar área**

**Descripción:** Esta actividad consiste en tomar el área que ha sido mejorada o creada e implantarla en el ciclo de vida de software de la empresa de una manera formal y documentada, es importante que en esta actividad se verifique que el proceso mejorado cuenta con toda la información necesaria para su utilización, puesto que se pretende que luego de capacitar al personal o usuarios de dicho proceso, éste sea utilizado en proyectos a futuro o que estén siendo ejecutados.

#### **Entrada**

- **Formulación Caso de mejora.**

#### **Salida**

- Área del proceso institucionalizada en la empresa.
- Proceso [documento donde se recopile toda la información relacionada al nuevo proceso, actividades, roles, responsabilidades, productos de trabajo, plantillas, gráficas, y demás activos de proceso].
- **Reporte de implantación de la mejora** [ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A5: Reporte de Implantación de la Mejora].

#### **2.2.3.1.5. Documentar caso de mejora.**

**Descripción:** Esta actividad permite documentar las lecciones aprendidas en el piloto de mejora, [p.ej., el consumo de recursos, lo cuál sirve como base para realizar estimativos reales de activos de proceso tales como: calendarios, riesgos, recursos, y demás información relevante para los siguientes casos de mejora que serán realizados en la siguiente fase].

#### **Entrada**

- Lecciones aprendidas tanto en la gestión, ejecución y evaluación de los pilotos de mejora como de su implantación.
- Experiencias encontradas con la nueva versión del área de proceso funcionando en la empresa.

## Salida

- Documentación de la nueva área operando en la empresa donde se recopile su comportamiento, aceptación y cualquier dato o información considerada como relevante.
- **Plan de ejecución de mejora** (Actualizado). Se pretende que este plan sea actualizado con las respectivas estimaciones basadas en los pilotos de mejora. Este producto de trabajo sólo es creado para esta fase, ya que se espera que resulte como base o referente para asignar los recursos a disponer en los demás casos de mejora.

### 2.2.4. Cuarta Fase – Mejora

En esta fase se realizan iteraciones con cada una de las áreas de proceso a mejorar o a crear, para cada una de las cuales se realiza un plan del caso de mejora basándose en la información recolectada del o de los pilotos de mejora ejecutados en la fase anterior, esto con el objetivo de realizar estimativos de recursos como personal, tiempo y dinero. Como se puede apreciar en la Figura 17, en esta fase las diferentes iteraciones se pueden realizar al igual que en la fase de formulación dependiendo de la priorización que se haya hecho, estas mejoras pueden ejecutarse tanto en serie como en paralelo, y se llevan a cabo utilizando las mismas actividades desarrolladas en el o los casos de mejora tomados en la fase anterior, las cuales son: (1) Evaluar área, (2) Formular caso de mejora, (3) Ejecutar piloto de Mejora, (4) Institucionalizar área y (5) Documentar Piloto de Mejora. El intervalo de tiempo  $t_0 - t_r$  dentro del cual se desarrollan los planes de cada uno de los casos de mejora definirán el tiempo total que demore la transición de la cuarta a la quinta fase de Agile SPI – Process.

Así como es importante documentar el estado en el que se encuentran los planes de mejora para conocer si están siendo ejecutados o no, también es muy importante que se documente toda la información relacionada acerca de los nuevos procesos, ya que le permitirá a la empresa en cualquier momento de la fase de revisión realizar estudios del impacto de la mejora mediante regresiones o cualquier otro estudio estadístico referente a la eficiencia y productividad de la organización antes y después de la mejora.

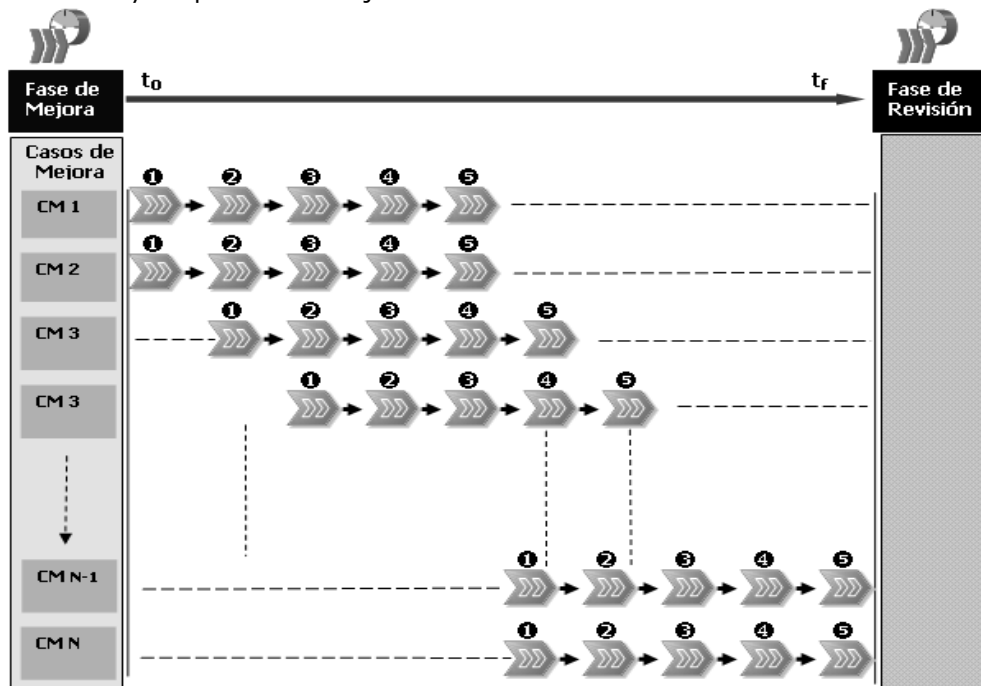


Figura 17. Flujo de trabajo para la fase de Mejora.

### 2.2.5. Quinta Fase - Revisión

Este paso es muy importante darlo antes de empezar un nuevo ciclo, ya que nos permitirá realizar una retrospectiva del trabajo realizado durante el proyecto de mejora y así identificar los errores cometidos, soluciones y decisiones tomadas, de que manera se podrían hacer mejor las cosas, etc. El procesamiento y repaso de todas estas vivencias permitirá que en próximos ciclos la brecha de incertidumbre e inexperiencia disminuya y el trabajo a desarrollar en los subsecuentes proyectos de mejora cada vez se desarrollen mucho mejor, con más eficiencia, con un mejor orden y mayor seguridad (ver figura 18).



Figura 18. Flujo de trabajo para la fase de Revisión.

#### 2.2.5.1. Actividades

##### 2.2.5.1.1. Realizar Retroalimentación.

**Descripción:** Probablemente durante el transcurso del ciclo de mejora se generaron vivencias y experiencias donde se identificó que hay algunas cosas que se podrían hacer realizado mejor o que se deberían cambiar porque se presentaron problemas [p.ej., porque no se cumplieron los objetivos de mejora propuestos, las estrategias diseñadas no fueron las mejores, los canales de comunicación e infraestructura utilizada a través del ciclo de mejora no cumplieron sus objetivos] o que por el contrario generaron beneficios consecuentemente a las diversas soluciones planteadas.



Es por este motivo que deben recogerse, estudiarse y evaluarse todo tipo de experiencia o lección aprendida y tener muy en cuenta para futuros proyectos de mejora y así preparar mejor tanto a la organización como a las personas involucradas en posteriores ciclos.

#### **Entrada**

- Todas las actividades de mejora de la fase anterior han terminado.
- Los artefactos como productos de trabajo, evaluaciones, lecciones aprendidas, soluciones, estrategias y demás elementos generados durante las anteriores fases.

#### **Salida**

- Ajuste de los elementos que se hayan identificado en la retroalimentación que deban ser ajustados [p.ej., infraestructura, planes, actividades, evaluaciones, estrategias y demás activos de proceso de mejora].
- **Reporte de la mejora.** [Ver Anexo A: Principales Productos de Trabajo. A6: Reporte de la Mejora].

#### **2.2.5.1.2. Crear/Actualizar Base de Conocimiento.**

**Descripción:** La creación y disponibilidad de una base de conocimiento en cierta medida es una actividad muy importante en toda culminación de un proyecto de mejora, ya que permitirá consultar aspectos tales como las buenas y malas decisiones tomadas en anteriores ciclos, y por ende permitir que los proyectos de mejora futuros sean desarrollados con base en la experiencia y madurez ganada.

#### **Entrada**

- Todo lo referente a ajustes, correcciones, soluciones y aprendizaje identificado.

#### **Salida**

- Todas las lecciones aprendidas de las fases anteriores están documentadas y disponibles para cualquier persona integrante del equipo de mejora.

#### **2.2.5.1.3. Analizar el impacto de la mejora.**

**Descripción:** Dentro de esta actividad hay que tener en cuenta el historial o información de los casos de mejora para poder desarrollar estudios comparativos en los cuales se pueda determinar si la mejora realizada ha disminuido o aumentado la efectividad de los procesos de la empresa, si es el primer caso se deben estudiar y generar soluciones o estrategias que permitan equilibrar la balanza en relación a cuanto se desea sacrificar por mejorar los procesos.

#### **Entrada**

- Documentación existente de encuestas, entrevistas y cuestionarios realizados al personal acerca de la eficiencia en los procesos antes de realizadas las mejoras.

#### **Salida**

- Análisis del antes y el después de los procesos con las mejoras realizadas.

#### 2.2.5.1.4. Analizar el compromiso y patrocinio.

**Descripción:** Antes de crear y continuar con un nuevo proyecto de mejora hay que asegurarse de que el compromiso e interés de la gerencia todavía se mantiene reflejado por el patrocinio que existe para el próximo ciclo. Como se menciona al inicio de la descripción de Agile SPI – Process, no se debe olvidar que el patrocinio e interés de cualquier empresa u organización es muy importante antes de abordar cualquier proyecto de mejora y es el que en últimas permitirá el desarrollo de un proyecto de mejora de procesos de software.

##### **Entrada**

- **Informe de mejora**, el cual muestre los objetivos logrados y no logrados dentro del proyecto o ciclo de mejora cumplido.

##### **Salida**

- Nivel de compromiso y patrocinio disponible para la continuidad del proyecto de mejora en un nuevo ciclo, el cual puede ser afectado por la disponibilidad económica de la empresa para un siguiente ciclo [p.ej., tiempo, disponibilidad del factor humano, etc].

#### 2.2.5.1.5. Preparación del siguiente ciclo.

**Descripción:** Ya asegurado el interés y patrocinio de la gerencia para el abordaje de un próximo ciclo, es necesario crear nuevos retos, estrategias, enfoques de mejora y caminos a seguir de acuerdo a la experiencia y objetivos alcanzados, que permitan actualizar y crear una propuesta de mejora más madura en la *fase de Instalación* del próximo ciclo, basándose en la experiencia y lecciones aprendidas.

##### **Entrada**

- Ratificación del interés, compromiso y patrocinio por parte de la gerencia.

##### **Salida**

- Enfoque de mejora actualizado.

### 2.3. AGILE SPI – PROCESS VISTO POR DISCIPLINAS

En este capítulo describimos cada una de las disciplinas que se encuentran inmersas dentro de cualquier proyecto de mejora, en este caso al Proceso de Mejora Agile SPI – Process. Estas disciplinas tienen requisitos que son en su mayoría documentos, los cuales son sólo una sugerencia ya que el documentar demasiado puede entorpecer el desarrollo del programa y lo que pretendemos es que éste sea un proceso ágil y liviano, así que proponemos que estos documentos sean lo más sencillos posible, conteniendo únicamente lo más importante y esencial para su comprensión. A continuación se presentan en detalle cada una de las disciplinas de Agile SPI - Process:

#### 2.3.1. Entrenamiento

Esta disciplina consiste en darles capacitación a los participantes de los equipos para que obtengan las habilidades y conocimientos requeridos para la realización de un buen trabajo. Estas capacitaciones pueden realizarse por medio de exposiciones, presentaciones, documentos, y

algunas pueden requerir de la contratación de expertos [p.ej., en modelos de calidad, evaluaciones, valoraciones, definición de procesos, etc], dependiendo de la fase en la que se encuentre el programa de mejora o de la magnitud del mismo programa [p.ej., si se está buscando una certificación, se podría consultar a un ente certificador].

Para llevar a cabo esta disciplina, es necesario realizar un plan en el cual aparezcan las necesidades del entrenamiento [p.ej., tema o temas a tratar por expertos], las personas que estarán a cargo, los participantes que serán entrenados y un cronograma sencillo. Como resultado se obtendrán personas con el conocimiento necesario para la realización de las tareas asignadas dentro del programa de mejora, además de que es recomendable que se lleve un reporte de entrenamiento, esto es importante ya que puede ser útil saber qué personas han sido capacitadas en determinado tema para futuras iteraciones o ciclos del programa de mejora y de esta manera ahorrar tiempo y recursos.

#### 2.3.1.1. Participantes.

- **Gestor de Talento Humano:** Persona encargada de planear qué tipo de entrenamiento se requiere realizar, de conseguir los recursos como personal, tiempo y herramientas, y de llevar a cabo el entrenamiento. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Definir Objetivo de Entrenamiento:** El Gestor de Talento Humano es el responsable de velar por las competencias que son requeridas para el trabajo que se está realizando, así que es él quien define que habilidades son demandadas a desarrollar para cada uno de los integrantes del programa de acuerdo a los requerimientos de éste y a las competencias actuales de la gente.
  - **Obtener Recursos:** Consiste en solicitar los recursos que son requeridos para la realización del entrenamiento al personal.
  - **Realizar Entrenamiento:** Poner a disposición del personal los recursos para llevar a cabo la capacitación. Para hacer esto se puede apoyar en guías o manuales de entrenamiento.

#### 2.3.1.2. Productos de trabajo.

- **Plan de entrenamiento:** Contiene la información de cómo será realizado el entrenamiento, sus recursos, las personas responsables del entrenamiento y las que serán entrenadas, un cronograma de entrenamiento y cualquier otra información que pueda ser necesaria.
- **Registro de entrenamiento:** Información acerca del entrenamiento realizado [p.ej., como es el tipo o tema de entrenamiento, las personas que fueron capacitadas, y el valor ganado en entrenamiento (Earned Value [34]), etc]. Este registro se obtiene en cada una de las fases ya que el entrenamiento debe realizarse durante todo el programa.

#### 2.3.1.3. Herramientas.

- **Contratación de un Experto:** En caso de no contar con personas capacitadas en un tema en específico, o en caso de que se busque una certificación en un determinado Modelo de Calidad, se debe contratar a un experto para la correspondiente capacitación.
- **Presentaciones, exposiciones, documentos:** Se puede capacitar a los participantes de esta forma en caso de que se cuente con una persona que tenga la capacidad de dar a conocer el tema a tratar.

#### 2.3.1.4. Temas posibles de entrenamiento.

- **Proceso Software:** Capacitación que es muy necesaria, sobre todo en empresas que quieren comenzar con la mejora de procesos y no conocen las ventajas que la mejora aporta.
- **Programa de Mejora:** Es conveniente para el inicio de un ciclo capacitar a la gente en forma general acerca de lo que se va a estar realizando durante los próximos meses o años.
- **Modelo de Calidad:** Después de haber seleccionado el Modelo de Calidad que servirá de base para la mejora de los procesos, se debe capacitar a las personas que lo requieran, como es el valorador, el evaluador, el diseñador, el implantador de la mejora, y cualquier otro participante que lo requiera.
- **Realización de la Evaluación:** Capacitación a las personas que lo requieran dependiendo del trabajo que se está realizando acerca de la forma de cómo hacer los diferentes tipos de evaluaciones.

#### 2.3.1.5. Estructura estática.

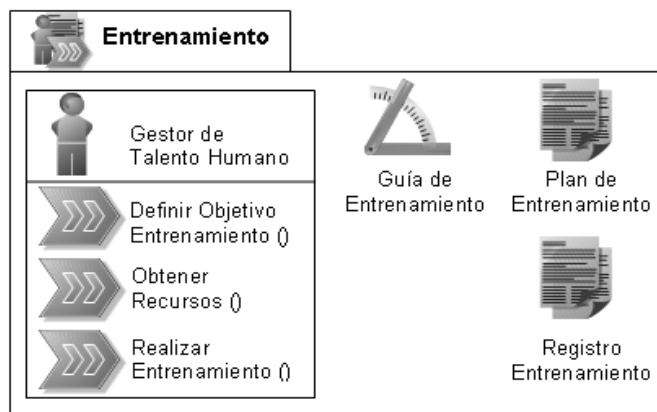


Figura 19. Estructura Estática – Disciplina de Entrenamiento.

#### 2.3.1.6. Estructura dinámica.

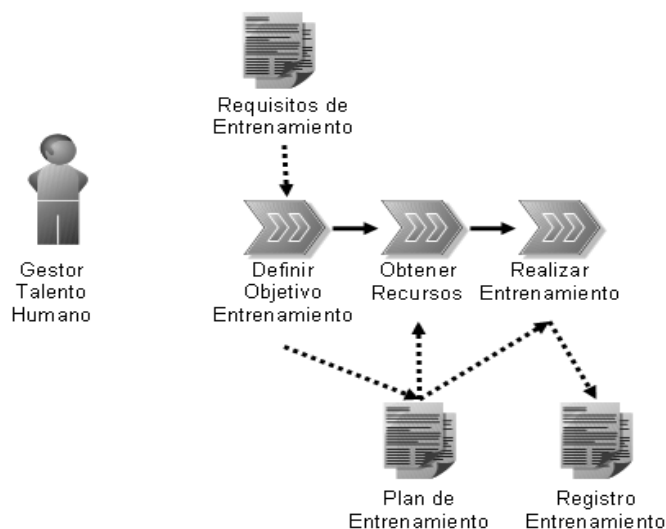


Figura 20. Estructura Dinámica – Disciplina de Entrenamiento.

### 2.3.2. Gestión del Programa SPI

Consiste en realizar un plan de trabajo del Programa de Mejora y llevar el seguimiento y control correspondiente de éste. Para realizar esta disciplina primero se debe realizar un análisis entre los integrantes del Equipo de Tecnología de Procesos acerca del estado del Programa de Mejora, de esta manera se podrá decidir qué actividades son las que se deben realizar, teniendo en cuenta que cada una de estas actividades deben ser controladas. Como resultado se obtiene como producto de trabajo un plan, y éste es diferente dependiendo de la fase en la que se esté ejecutando y sirve para la realización del diseño de la solución si se encuentra en la fase de formulación o mejora.

#### 2.3.2.1. Participantes.

- **Equipo de Tecnología de Procesos (ETP):** Personas encargadas de planear el trabajo que se realizará, el plan desarrollado debe contener los objetivos, los recursos requeridos, un cronograma tentativo. Además de desarrollar el plan, este equipo debe velar por que sea aprobado por el Equipo de Gestión (EG), en caso de no ser así, debe realizarle las correspondientes modificaciones. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Planear:** Para el desarrollo de esta actividad recomendamos seguir el flujo de pasos del Proceso Software para Equipos de Mejoramiento. TSPI – Team Software Process Improvement+SCRUM [ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B3: El proceso software para la conformación y gestión de equipos de mejoramiento – TSPI + SCRUM].
  - **Realizar Seguimiento y Control:** Esta actividad consiste en velar por que el plan sea desarrollado, cumpla con el tiempo y utilice los recursos estimados, en caso de no ser así se deben realizar las correcciones pertinentes e informar al EG (Equipo de Gestión) de lo sucedido y sus causas. Esta actividad es transversal a todo el programa de mejora y se realiza paralelamente a la ejecución del plan.
- **Equipo de Gestión:** Es el responsable de recibir el plan de trabajo para su correspondiente revisión. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Revisar Plan de Trabajo:** Si el EG está de acuerdo con el plan, éste es aprobado, en caso contrario el EG debe expresar las correcciones que se le deben realizar.

#### 2.3.2.2. Productos de trabajo.

- **Plan de trabajo:** Aquí se encuentran los objetivos del trabajo que se planea realizar, los recursos que se requieren, cronograma de trabajo y cualquier otra información que sea relevante para la fase o iteración en la que se encuentre el Programa de Mejora. Cada uno de estos planes son sólo un apoyo y se pretende agilizar el trabajo, no volverlo más tedioso, así que es recomendable hacerlo lo más sencillo posible.
- **Base de Conocimiento del Programa de Mejora Actualizada:** Como resultado, esta disciplina entrega cada vez la Base de Conocimiento actualizada, ya sea una base de datos o cualquier otro sistema que se adapte a los requerimientos del programa. Agile SPI – Process proporciona un prototipo software que permite realizar la gestión del programa [ver Capítulo 3. Agile SPI – Process Manager Tool].

### 2.3.2.3. Productos de trabajo Vs. fases.

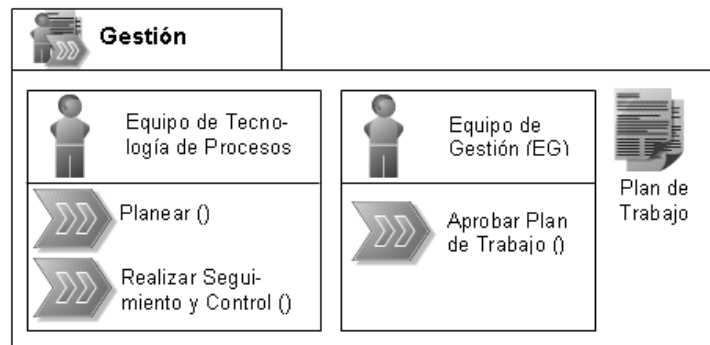
<b>Fase</b>	Productos de trabajo
<b>Instalación</b>	Propuesta de Mejora
<b>Diagnóstico</b>	- Plan o Guía general de Mejora - Plan de evaluación del proceso software
<b>Formulación</b>	Plan de ejecución de la Mejora Formulación del Caso de Mejora
<b>Mejora</b>	Formulación del Caso de Mejora
<b>Revisión</b>	Plan para la Evaluación del Programa SPI
<b>Todas</b>	- Plan de Entrenamiento - Base de Conocimiento del Programa actualizada

**Tabla 5. Disciplina de Gestión - Productos de Trabajo Vs. Fases.**

### 2.3.2.4. Herramientas.

- **Herramienta para la Gestión del Programa de Mejora:** Como lo mencionamos en el párrafo anterior, Agile SPI – Process cuenta con una herramienta que ayuda en la Gestión del Programa de Mejora, llamada Agile SPI – Process Manager Tool. Si se cuenta con alguna otra herramienta que sirva para el mismo objetivo se puede utilizar, o simplemente llevar el control del cronograma de trabajo en cualquier gestor de proyectos [p.ej., herramientas libres o propietarias, entre las que están: Primavera, Project Plan Pro, Concerto, Project Professional, iTeam Work, Planview, Microsoft Project®, etc], la diferencia entre la solución software y las herramientas de gestión de proyectos, es que Agile SPI – Process Manager Tool es una herramienta explícitamente para un proyecto de mejora basado en el proceso de mejora Agile SPI –Process.

### 2.3.2.5. Estructura estática.



**Figura 21. Estructura Estática – Disciplina de Gestión.**

En la Figura 22 se presenta la dinámica de la Disciplina de Gestión, la cual tiene como entrada las necesidades del Programa de Mejora para poder continuar [p.ej., el planear el entrenamiento que requieren los participantes, el trabajo a realizar para llevar a cabo un Caso de Mejora, etc].

### 2.3.2.6. Estructura dinámica.

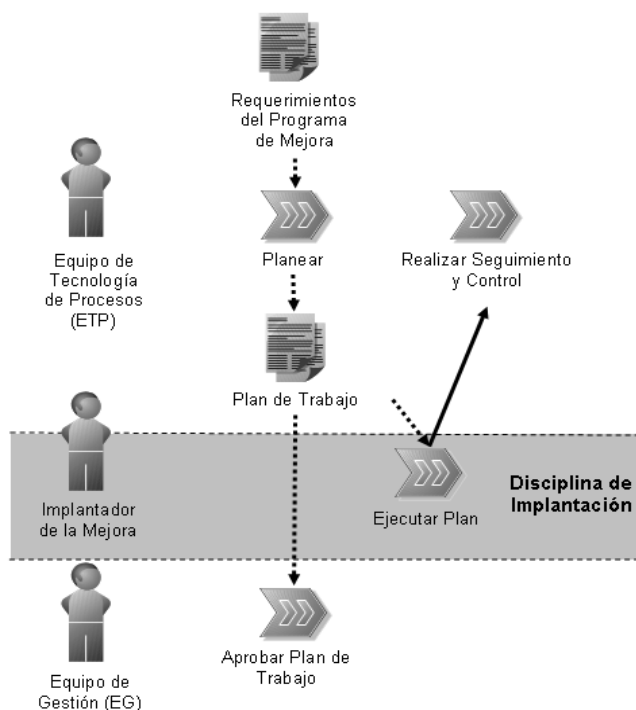


Figura 22. Estructura Dinámica – Disciplina de Gestión.

### 2.3.3. Análisis de Resultados

Aquí se analizan los resultados arrojados por una determinada evaluación para identificar así los casos de mejora del programa y sus respectivos actores. También en esta disciplina se realiza el análisis de la evaluación del caso piloto de mejora, así como también cada uno de los casos de mejora pertenecientes a la fase de Mejora.

Esta disciplina entrega como resultado un reporte conteniendo el tipo de evaluación analizada, los resultados obtenidos y su correspondiente interpretación. El reporte arrojado por esta disciplina sirve entonces como base para la planificación del trabajo a realizar más adelante. Cada uno de estos reportes es diferente dependiendo de la fase en la que se encuentre el programa de mejora.

#### 2.3.3.1. Participantes.

- **Analista de procesos:** Persona encargada de interpretar los resultados arrojados por las evaluaciones realizadas previamente. Esta persona debe conocer muy bien los procesos para el desarrollo de un buen análisis, [p.ej., sería conveniente que esta persona sea el Ingeniero de Procesos]. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Interpretar Resultados:** El analista de Procesos debe ubicar los resultados en cada uno de los rangos proporcionados por el Modelo de Referencia con el que se está trabajando en el Programa de Mejora, y determinar el éxito o fracaso del trabajo realizado en un Caso de Mejora.
  - **Identificar Casos de Mejora:** Esta actividad sólo se realiza en la fase de Formulación después de haber realizado la valoración y consiste en listar los casos de mejora que serán implementados en las iteraciones con su correspondiente priorización.

- **Identificar las Mejoras Necesarias:** Con la interpretación realizada, se procede a analizar cada uno de los casos de mejora en detalle y los componentes del proceso involucrados, esto con el fin de encontrar los requerimientos de mejora respectivos.
- **Divulgar Resultados:** Esta actividad consiste en dar a conocer los resultados obtenidos con su correspondiente interpretación a las personas que lo requieran, esto con el fin de que las necesidades sean incorporadas en la definición de nuevos procesos o en la adecuación de los ya existentes. También se pueden recoger sugerencias y/o recomendaciones del resto de participantes. Estos resultados también pueden corresponder a la evaluación del proceso después de la realización de ciertas mejoras, en este caso ésta información debe ser divulgada con el fin de comunicar el estado del avance del programa de mejora.

### 2.3.3.2. Productos de trabajo.

- **Reporte de Análisis de la Valoración:** Reporte que contiene la interpretación de los resultados de la valoración, así como también la lista de los casos de mejora identificados y priorizados con base al Modelo de Referencia y a las necesidades de la empresa.
- **Reporte de Análisis del Caso de Mejora:** Interpretación de la evaluación hecha dentro de un Caso de Mejora. Describe los requisitos del caso de mejora a ser tenidos en cuenta en la disciplina de diseño.
- **Reporte de Análisis del desempeño del Área de Proceso Mejorada:** Nivel de éxito del área de proceso evaluada después de haber sido mejorada.
- **Reporte de Análisis del Programa de Mejora en la Empresa:** Reporte del análisis hecho a la evaluación del programa de mejora, el cual debe contener las causas por las cuales fue un éxito o por el contrario un fracaso.

### 2.3.3.3. Productos de trabajo Vs. fases.

Fase	Productos de trabajo
<b>Diagnóstico</b>	- Informe de la Valoración (Calificación de Áreas) - Informe con la Priorización de las áreas.
<b>Formulación</b>	- Informe de Análisis de mejora (Casos de mejora y priorización) - Informe del análisis del caso de mejora piloto - Informe del desempeño del Área de Proceso Mejorada – Análisis
<b>Mejora</b>	- Informe del Caso de Mejora - Análisis ( <i>Uno o muchos</i> ) - Informe del desempeño del Área de Proceso Mejorada ( <i>Uno o muchos</i> )
<b>Revisión</b>	Informe de la Ejecución del Programa SPI

**Tabla 6. Disciplina de Análisis de Resultados - Productos de Trabajo Vs. Fases.**

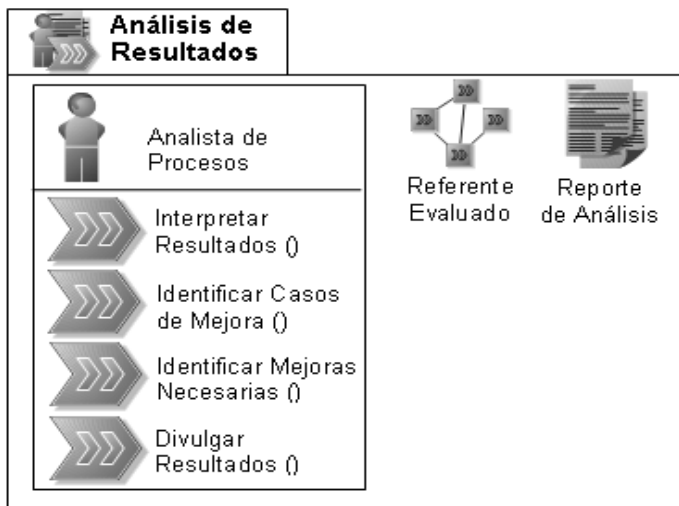
### 2.3.3.4. Herramientas.

- **Herramienta de análisis de la valoración:** Actualmente es posible encontrar en el mercado o en Internet herramientas que soporten el análisis de los resultados arrojados por la valoración, lo que es difícil encontrar, son personas que estén capacitadas en este tipo de roles, ya que hay que manejar conocimientos específicos en métricas, saber realizar mediciones e interpretar resultados.
- **Contratación de un Experto:** Para la determinación del nivel de éxito o fracaso cuando se está buscando una certificación en un Modelo de Calidad, es recomendable contratar a una persona calificada o en su defecto certificado.



- **Base de conocimiento/experiencia:** Con el trabajo realizado en ciclos o programas de mejora anteriores, se puede determinar más convenientemente los rangos de cumplimiento de los referentes evaluados.

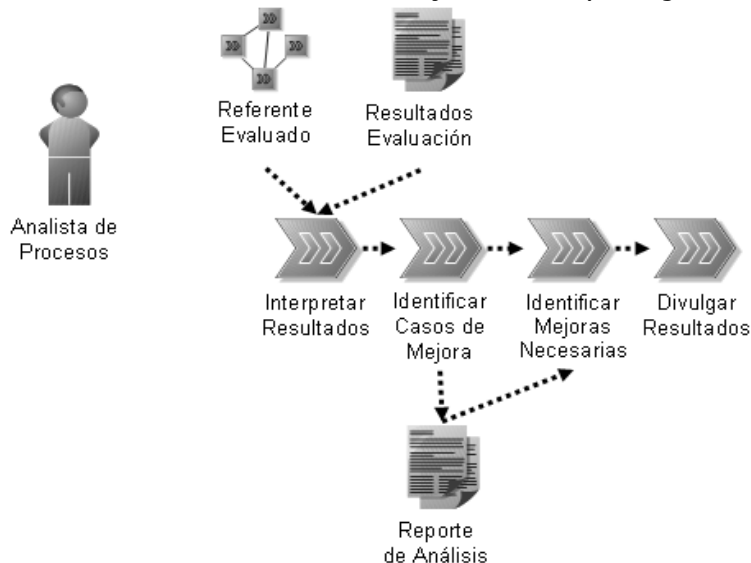
**2.3.3.5. Estructura estática.**



**Figura 23. Estructura Estática – Disciplina de Análisis de Resultados.**

**2.3.3.6. Estructura dinámica.**

Para la realización del Análisis de Resultados se tiene como entrada los resultados de la evaluación realizada con anterioridad, también el referente con el que fue realizada dicha evaluación, de esta manera se podrá determinar el nivel de éxito del trabajo realizado (ver Figura 24).



**Figura 24. Estructura Dinámica – Disciplina de Análisis de Resultados.**

**2.3.4. Evaluación**

Consiste en examinar el estado de lo que nos interesa conocer, como puede ser el trabajo que se ha realizado, las áreas de proceso, los procesos, el desempeño del programa de mejora, etc., y

dependiendo de la fase en la que se esté trabajando y de lo que se está evaluando, puede realizarse una evaluación rigurosa o simplemente una valoración, [p.ej., en el caso de que se quiera conocer el estado de todos los procesos basándose en un Modelo de Referencia, el realizar una evaluación requiere demasiado tiempo, así que es más conveniente realizar sólo una valoración antes de planificar mejoras, esto con el fin de identificar las fortalezas y debilidades del proceso, y así aplicar evaluaciones específicas en las áreas que desee la empresa].

Para el desarrollo de la evaluación se puede hacer uso de diferentes herramientas y técnicas, [p.ej., herramientas para la valoración, encuestas, entrevistas, etc., tomando como entrada para la disciplina de evaluación el objeto a evaluar]. Además, para el desarrollo de la evaluación se requiere el acompañamiento del líder del proceso de la empresa que será evaluado, ya que es muy útil la información que éste proporcione por su experiencia y manejo del proceso.

#### 2.3.4.1. Participantes.

- **Evaluador:** Es el encargado de realizar todo el proceso de la evaluación, desde que se define qué es lo que se va a evaluar, hasta que se realiza la evaluación. Es conveniente que ésta persona sea el Ingeniero de Procesos, ya que se requiere de gran conocimiento acerca de los procesos a evaluar. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Definir Objetivo de Evaluación:** El evaluador debe establecer qué es lo que se quiere evaluar primero, para así poder realizar la evaluación.
  - **Planificar Evaluación:** Consiste en desarrollar un plan para el desarrollo de la evaluación a realizar. También se debe seleccionar el tipo de herramienta más adecuada para la realización de la evaluación, una que realmente ayude en el trabajo y que no lo vaya a entorpecer haciéndolo más tedioso, lento o burocrático. Además, se obtienen requisitos de entrenamiento para las personas que estarán involucradas en la evaluación.
  - **Ejecutar Evaluación:** Llevar a cabo el plan de evaluación.

#### 2.3.4.2. Productos de trabajo.

- **Resultado de la Valoración:** Arrojado por la valoración realizada en la fase de Diagnóstico.
- **Resultado de la Evaluación del Caso de Mejora:** Estado del área de proceso del Caso de Mejora que ha sido evaluada.
- **Resultado de la Evaluación del desempeño del Área de Proceso Mejorada:** Resultado después de haber evaluado el Área de Proceso que fue mejorada, dentro de los procesos de la empresa.
- **Resultado de la Evaluación del Programa de Mejora en la Empresa:** Resultados concernientes al desempeño del Programa de Mejora.
- **Requisitos de Entrenamiento:** Aquí están presentes las habilidades requeridas para la realización de la evaluación, ya sea para el evaluador o para los evaluados.

#### 2.3.4.3. Herramientas.

- **Entrevistas:** Para conocer aspectos que no son muy técnicos, como el punto de vista de los trabajadores hacia los procesos mejorados o hacia el programa de mejora.

- **Encuestas:** Estas son muy útiles y deben realizarse antes de la utilización de la herramienta para la valoración, con el fin de conocer la forma en que será aplicada.
- **Herramienta para la valoración:** Herramienta que arroja como resultado el estado de los procesos de la empresa al realizar una evaluación a alto nivel. Ésta debe corresponder al Modelo de Referencia con el que se esté trabajando en el Programa de Mejora. [P.ej., Agile SPI cuenta con la herramienta SPQA.web para el desarrollo de la valoración de los procesos, la cuál tiene como referente Modelos de Calidad como el CMM, CMMI nivel 2 e ISO/IEC 15504, también existen otras herramientas que nos pueden facilitar el desarrollo de esta disciplina, ver [77][78][79][80]].
- **Contratación de un Experto:** En caso de buscar una certificación en un Modelo de Calidad específico, se debe contratar a un experto para la realización de la evaluación rigurosa de los procesos de la empresa.
- **Otras técnicas de recolección de información.**

#### 2.3.4.4. Referente a evaluar.

- **Áreas de Proceso:** Áreas de Proceso de la empresa tomando como referencia un Modelo de Calidad, para conocer su nivel de implementación y su posterior mejora en caso de ser requerido.
- **Desempeño del Área de Proceso:** Como se desenvuelve el Área de Proceso ya mejorada dentro de la empresa.
- **Programa de Mejora:** Como fue desarrollado el Programa de Mejora, para futuras adecuaciones en caso de requerirlo.

#### 2.3.4.5. Estructura estática.

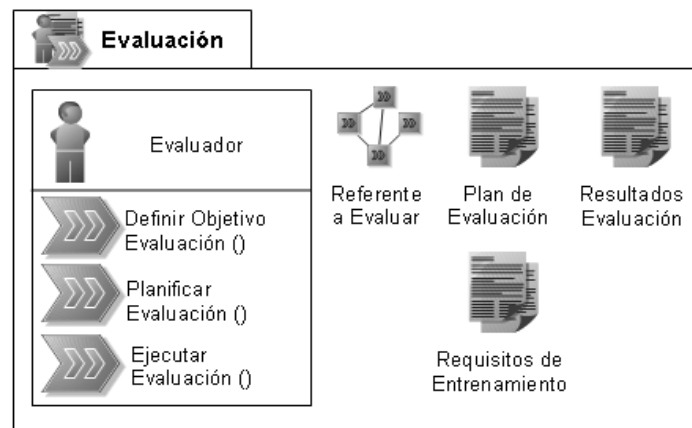
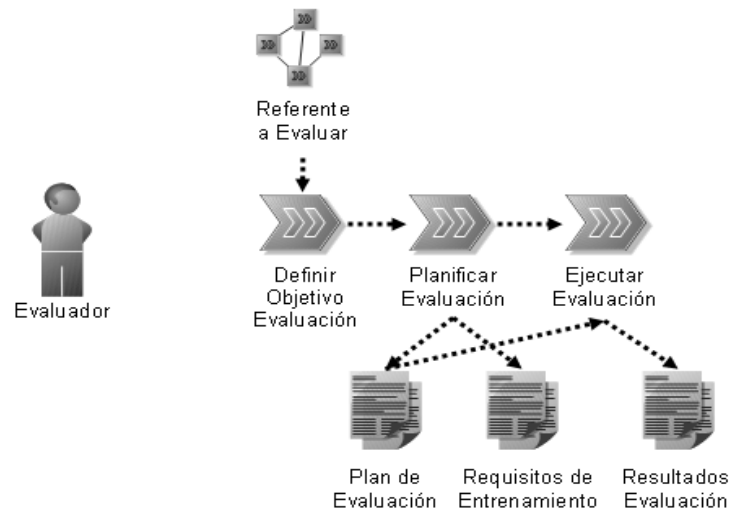


Figura 25. Estructura Estática – Disciplina de Evaluación.

#### 2.3.4.6. Estructura dinámica.

En la Figura 26 se presenta la dinámica de la disciplina de Evaluación. Es de anotar que los artefactos obtenidos por esta disciplina son diferentes para cada fase y tipo de evaluación realizada para su posterior análisis e interpretación, pero todos tienen en común que deben ser almacenados

para futuras revisiones dentro del repositorio del Programa de Mejora, ya que estos serán útiles para futuros ciclos.



**Figura 26. Estructura Dinámica – Disciplina de Evaluación.**

### 2.3.5. Diseño

En esta disciplina se lleva a cabo el diseño de las soluciones, lo cual consiste en diseñar las nuevas Áreas de Proceso o la mejora de las ya existentes y que no están completamente implementadas en la empresa, información que se puede conocer a través del análisis de los resultados obtenidos de la evaluación. Para llevar a cabo esta disciplina se necesita además del Modelo de Referencia con el cuál se está trabajando en el Programa de Mejora, conocer acerca de las metodologías de desarrollo existentes.

Es conveniente para el desarrollo de esta disciplina la colaboración del Líder del Proceso que será diseñado, ya que esta persona conoce muy bien el Proceso, así esté documentado o no, y puede ser de gran ayuda en las decisiones correspondientes a cómo el proceso será diseñado, proporcionando aportes como la forma en que sería más eficiente el proceso de acuerdo a las condiciones o necesidades de la empresa, o aspectos a tener en cuenta para evitar cometer errores.

#### 2.3.5.1. Participantes.

- **Diseñador:** Es el encargado de la mejora de las Áreas de Proceso o la creación de las no existentes. Es de anotar que dependiendo del área que se esté mejorando, el diseñador puede ser una persona diferente en cada Caso de Mejora, ya que esta persona debe conocer muy bien los procesos dentro de la empresa, así que la persona encargada del diseño debe saber muy bien cómo realizar su trabajo, por eso, es muy conveniente que el diseñador sea el Ingeniero de Procesos. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Identificar Debilidades de las Áreas:** El diseñador debe identificar con base en los resultados de las valoraciones y evaluaciones, qué es lo que le hace falta al Área de Proceso para estar completamente implementada (o a un nivel que alcance la aceptación de la empresa) respecto al modelo de calidad, o si el Área de Proceso requiere del diseño desde cero debido a que la empresa no cuenta con ésta.

- **Diseñar el componente de Proceso:** Ya conociendo qué es lo que necesita el Área de Proceso para estar completamente implementada, el diseñador realiza el diseño de ésta.
- **Implementar Diseño:** Materialización del diseño, entregando como resultado el componente de Proceso mejorado con sus Activos de Proceso, para su posterior implantación.

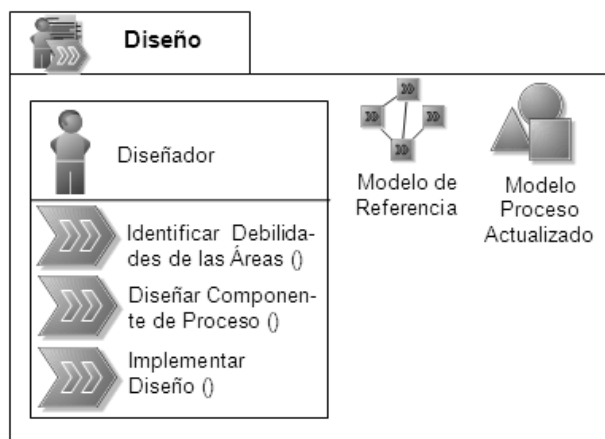
### 2.3.5.2. Productos de trabajo.

- **Modelo del Proceso Actualizado:** Producto de trabajo que consiste en el nuevo modelo del Proceso con sus componentes actualizados después de haber sido diseñado e implementado. Este producto de trabajo se obtiene en las fases de Formulación y de Mejora, y se obtiene un modelo por cada iteración.

### 2.3.5.3. Herramientas.

- **Software para la Definición de Procesos:** Herramientas de apoyo en la definición de procesos las cuales permiten modelarlos, una de ellas es Rational Rose. Agile SPI cuenta con el Framework PDS [40], el cual sirve para este fin.
- **Contratación de un Experto:** En caso de no contar con personas calificadas, en determinada Área de Proceso que se busque mejorar, puede ser necesario la contratación de un experto para la realización de su correspondiente diseño.
- **Entrenamiento:** Otra opción a la contratación de un experto es el capacitar a una persona en cuestión del Área de Proceso objeto de la Mejora, pero esto debe hacerse con anticipación para no retrasar el Programa de Mejora, ya que puede requerir de cierto tiempo el realizar dicho entrenamiento.

### 2.3.5.4. Estructura estática.



**Figura 27. Estructura Estática – Disciplina de Diseño**

Esta disciplina sólo se realiza en la fase de formulación y mejora, ya que es allí donde se trabaja con las áreas de proceso dentro de los Casos de Mejora que se encuentran en las iteraciones.

### 2.3.5.5. Estructura dinámica.



Figura 28. Estructura Dinámica – Disciplina de Diseño

### 2.3.6. Implantación

Esta disciplina consiste en la implantación de cada uno de los procesos implementados como solución a los Casos de Mejora identificados y sus correspondientes institucionalizaciones dentro del proceso de desarrollo de la empresa, las cuales son llevadas a cabo a través de experimentos o casos de estudio, para que posteriormente las Áreas de Proceso mejoradas sean observadas y examinadas en las disciplinas de Evaluación y Análisis de Resultados.

Los experimentos que aquí se realizan son con el fin de efectuar ajustes en el Modelo del Área de Proceso antes de ser completamente implantado en la empresa.

#### 2.3.6.1. Participantes.

- **Implantador de la Mejora:** Persona(s) que se encarga(n) de la implantación de los nuevos o mejorados procesos, presentando como resultado una mejora dentro de los procesos de la empresa. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Solicitar Recursos:** Esta actividad consiste en entregarle al Equipo de Tecnología de Procesos (ETP) un listado de los recursos que serán requeridos para llevar a cabo la implantación de los procesos, estos recursos pueden ser tanto de personal, entrenamiento o nueva tecnología.
  - **Diseñar Experimento:** Se planea la forma en que se llevará a cabo la experimentación de los proyectos piloto antes de la institucionalización completa del proceso dentro de la empresa.
  - **Instanciar en Proyectos Piloto:** Se lleva a cabo la instanciación de uno o varios proyectos piloto o pilotos de prueba dentro del Proceso de la empresa.
  - **Implantar Área de Proceso en la Empresa:** Ya teniendo el Modelo del Área de Proceso mejorada y las experimentaciones, lo siguiente es institucionalizarla en la

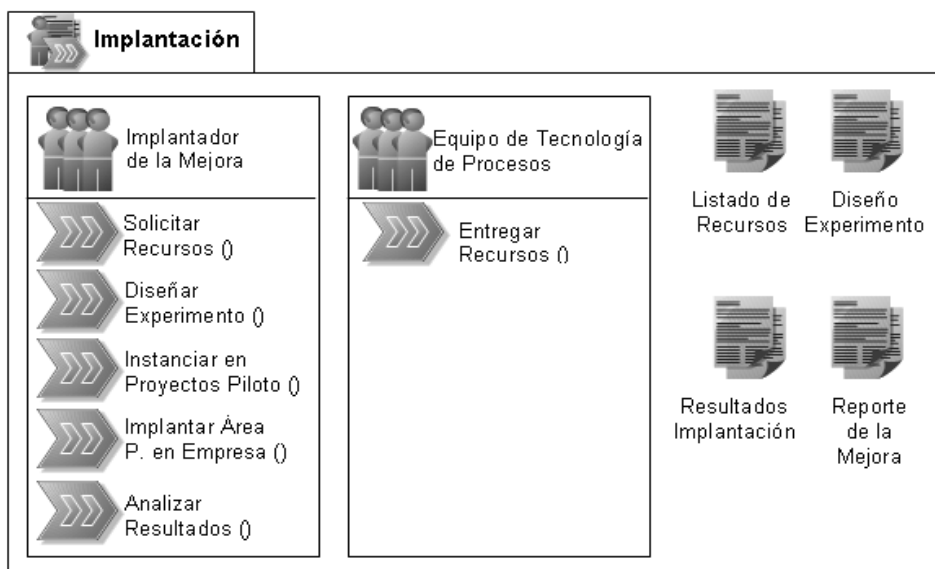
empresa, haciendo que ésta encaje con los demás procesos existentes. Esta actividad entrega como producto de trabajo los resultados de la implantación.

- **Analizar Resultados:** Esta actividad consiste en analizar los resultados obtenidos al llevar a cabo la implantación, entregando como resultado un reporte con el cambio en el Proceso.
- **Equipo de Tecnología de Procesos:** Este equipo es el responsable de estar atento a las solicitudes de recursos del Programa de Mejora; ante una solicitud, este equipo debe adquirirlos del Equipo de Gestión para su posterior asignación. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Entregar Recursos:** Si los recursos requeridos para la implantación están disponibles, éstos son entregados; en caso contrario, se deben buscar otras estrategias o medios con los cuales puedan ser obtenidos, mientras tanto se tiene la alternativa de trabajar sólo con los que están disponibles o esperar hasta que se tenga todo lo requerido.

### 2.3.6.2. Productos de trabajo.

- **Diseño del Experimento:** Contiene información básica de cómo se llevará a cabo la experimentación con los proyectos piloto, [p.ej., los recursos a utilizar y el tiempo requerido].
- **Resultados de la Implantación:** Este reporte refleja los resultados obtenidos al institucionalizar el Proceso.
- **Proceso:** Este producto de trabajo no es un documento, sino que ya es la forma en la que los empleados de la empresa realizan su trabajo después de haber realizado la mejora y llevado a cabo su institucionalización.
- **Reporte de la Mejora:** En este reporte se documenta la información correspondiente a los cambios realizados al proceso, los activos del proceso así como cada uno de sus componentes.

### 2.3.6.3. Estructura estática.



**Figura 29. Estructura Estática – Disciplina de Implantación**

La disciplina de implantación se lleva a cabo sólo en las fases de Formulación y de Mejora. Se realiza una implantación dentro de cada iteración correspondiente a los casos de mejora.

#### 2.3.6.4. Estructura dinámica.

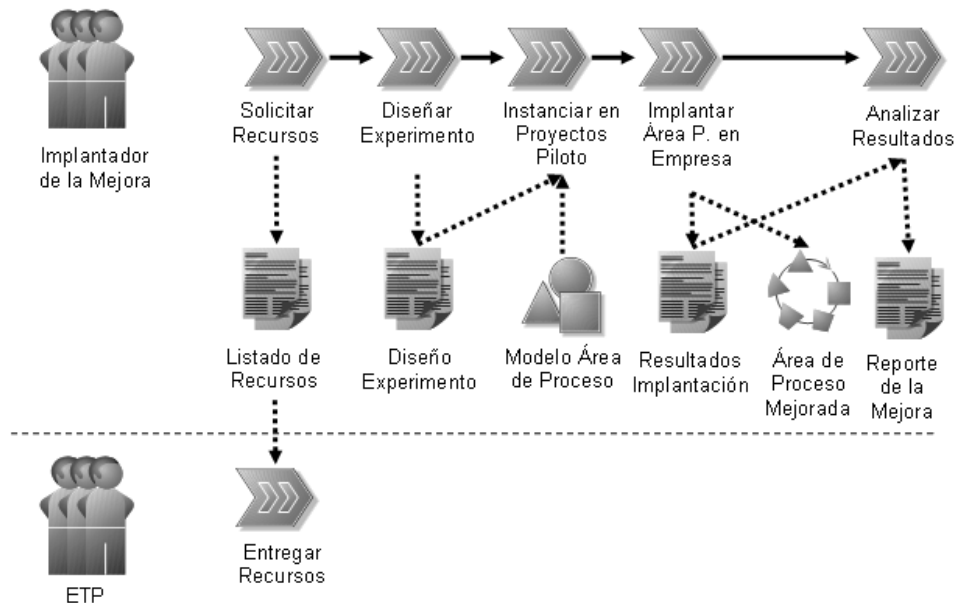


Figura 30. Estructura Dinámica – Disciplina de Implantación

#### 2.3.7. Gestión de la Configuración del Proceso

Esta disciplina involucra el llevar registro de los diferentes estados de los procesos. Realizar esta disciplina es muy importante y necesario ya que se requiere identificar el cambio, controlar el cambio, asegurar que el cambio está siendo apropiadamente implantado, informar del cambio a aquellos que les es necesario y documentar cada una de las situaciones antes mencionadas.

Para la realización de esta disciplina es recomendable el uso de una herramienta que permita su automatización, que esté acorde con los requerimientos del programa y que permita la instanciación de Procesos que sirvan de base para el Programa de Mejora.

##### 2.3.7.1. Participantes.

- **Gestor de Seguimiento y Control del proceso:** Persona encargada de identificar la configuración de los procesos en distintos puntos del tiempo, con el propósito de controlar el cambio y mantener la integridad de la configuración a través del ciclo de vida de los Procesos. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Recibir Reportes:** Este participante debe recibir cada uno de los documentos que se entregan como resultado de las diferentes disciplinas y que tienen como objetos de estudio a los Procesos.
  - **Validar Ítems a ser Registrados:** Consiste en verificar los cambios realizados a los Procesos, para esto se debe de contar con soporte que ayude en la verificación del cambio y, si es necesario, de la contratación de un experto o de entrenamiento de personal si se cuenta con los recursos.



- **Registrar Cambio en la Base de Conocimiento:** Esta actividad consiste en almacenar en la Base de Conocimiento, el cambio en la versión del Proceso, Área de Proceso o Componente de Proceso, así como la actualización de la configuración a partir de sus componentes.

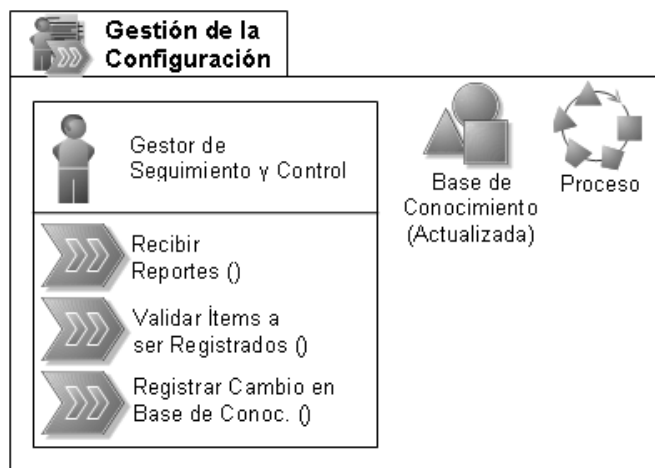
### 2.3.7.2. Productos de trabajo.

- **Proceso:** Como resultado esta disciplina entrega cada vez una nueva versión del Proceso, Área de Proceso o Componente de Proceso, y para llevar el registro del mismo en la Base de Conocimiento se debe utilizar una herramienta, ya sea en una base de datos o cualquier otro software que se adapte a los requerimientos del programa.

### 2.3.7.3. Herramientas.

- Para la realización de esta disciplina es de vital importancia el uso de una herramienta para la Base de Conocimiento Basada en el Proceso. En Internet se pueden encontrar diferentes herramientas que ayudan en la realización de este trabajo.

### 2.3.7.4. Estructura estática.



**Figura 31. Estructura Estática – Disciplina de Gestión de la Configuración**

Esta disciplina actúa en las fases de Diagnóstico, Formulación y Mejora, ya que es allí donde se trabaja con los Procesos y se analiza el estado de los mismos antes, durante y después de su Mejora.

### 2.3.7.5. Estructura dinámica.

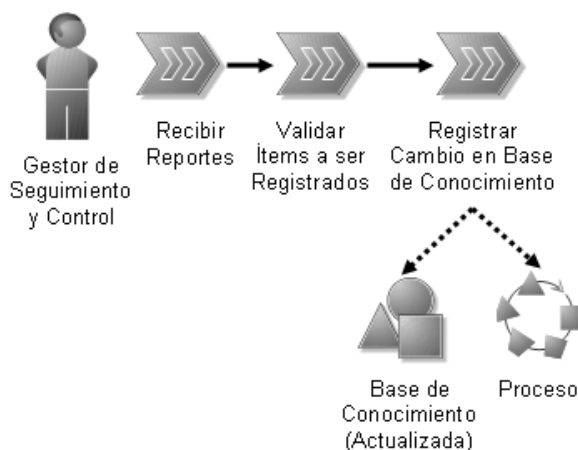


Figura 32. Estructura Dinámica – Disciplina de Gestión de la Configuración

### 2.3.8. Aprendizaje.

Esta disciplina se ejecuta durante todas las fases, y consiste en recoger experiencias y lecciones aprendidas para luego documentarlas, ya que pueden ser muy útiles para la toma de decisiones en la realización de posteriores iteraciones o ciclos del programa de mejora, mejorando el desempeño y ahorrando tiempo y recursos.

#### 2.3.8.1. Participantes.

- **Todos los participantes:** Debido a que cada persona puede trabajar de manera diferente, es útil que cada uno documente su trabajo [p.ej., realizar un ciclo del programa puede tomar varios meses y actividades, y una persona que realizó una o varias actividades en un ciclo, posiblemente luego de varios meses no recuerde cómo las realizó ni que criterios usó para desarrollarlas, teniendo que comenzar a trabajar desde cero. Además, estas experiencias recolectadas pueden ser de ayuda a otras personas con tareas similares]. Las actividades que debe desarrollar son las siguientes:
  - **Documentar Lecciones Aprendidas:** Es recomendable que cada uno de los participantes del Programa de Mejora documente las experiencias al realizar su proyecto, ya que sirven de base para la realización del trabajo de ellos mismos o de otros participantes.
- **Analista:** Es el responsable de velar que el trabajo que ha sido realizado por los participantes se hizo de la mejor manera.
  - **Analizar las Lecciones Aprendidas:** Los documentos de los participantes deben ser analizados para conocer los pasos que se siguieron y cuáles no, así como aprender de los errores que se cometieron y qué fue lo que se omitió, todo esto para la realización de un trabajo mucho más eficiente y maduro la próxima vez.

#### 2.3.8.2. Productos de trabajo.

- **Lecciones aprendidas:** Cada uno de los reportes de los participantes del programa de mejora, para su almacenamiento y posterior revisión en ciclos o iteraciones siguientes.

- **Programa de Mejora Mejorada:** Ésta disciplina pretende hacer cada vez más eficiente el programa de mejora con cada ciclo, así que al final se obtiene un programa de mejora más ajustado a las necesidades de la empresa en particular.

### 2.3.8.3. Estructura estática.

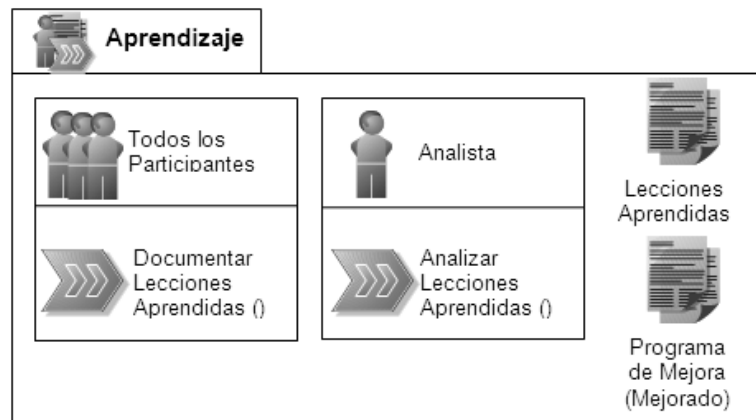


Figura 33. Estructura Estática – Disciplina de Aprendizaje

Como resultado de esta disciplina se obtienen las experiencias documentadas, las cuales pueden ser almacenadas en un repositorio, para que de esta forma puedan ser accedidas posteriormente para su correspondiente revisión.

### 2.3.8.4. Estructura dinámica.

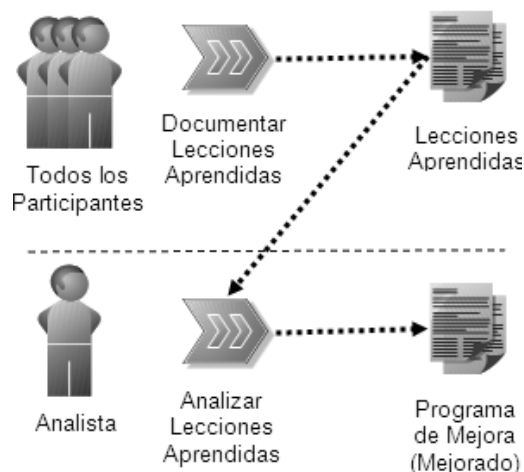


Figura 34. Estructura Dinámica – Disciplina de Aprendizaje

## 2.4. COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MEJORAMIENTO DE PROCESOS DE SOFTWARE.

En esta sección se muestra una breve descripción de los componentes principales de la infraestructura del mejoramiento de procesos de software (SPI) enfocados principalmente hacia las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) del Sur Occidente Colombiano, basados en la infraestructura propuesta por el Modelo de Mejora IDEAL [7], apoyados en la conformación de grupos efectivos propuesta por el TSP (Team Software Process) [37], y utilizando la metodología

Ágil SCRUM [39] en los equipos propuestos por la infraestructura para la gestión y administración ágil y efectiva del proyecto de mejora.

### 2.4.1. Propósito.

Crear una infraestructura que involucre a representantes de todas las áreas de la organización, para que de ésta forma el programa SPI sea fácilmente asimilable y se cree un sentido de pertenencia por el programa para sacarlo adelante.

La infraestructura propuesta se presenta en la Figura 35, en la parte izquierda se muestra la estructura dentro de la organización y en la derecha está la infraestructura para el programa de mejora. La mayoría de las empresas del sur occidente colombiano son empresas pequeñas y no tienen una estructura organizacional bien definida, y lo que encontramos comúnmente son grupos de trabajo que se dedican a desarrollar proyectos utilizando la filosofía de proyectos, estos grupos están conformados por varios desarrolladores y un director de proyectos.

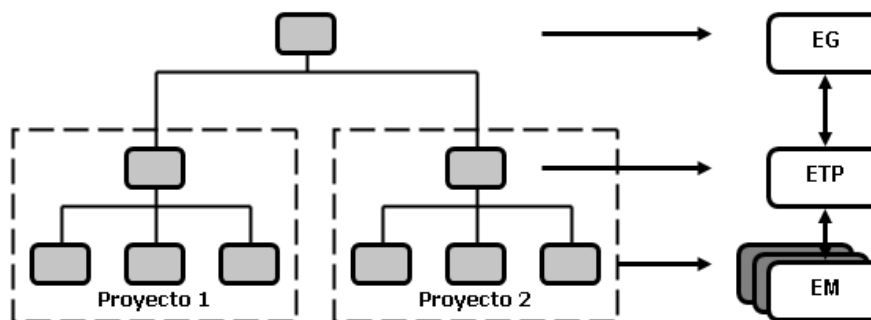


Figura 35. Ejemplo de la Infraestructura SPI para una PyME.

El componente principal para el programa de mejora es un Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG) cuyos miembros pertenecen a la estructura de Administración existente en la organización, ver Figura 36.

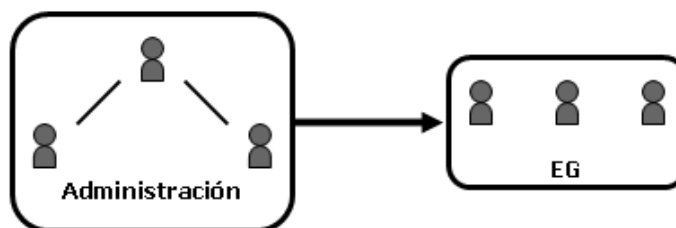


Figura 36. Conformación del Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG)

Soportando al EG está el Equipo de Tecnología de Procesos (ETP). Los miembros del ETP se pueden extraer de los participantes que están trabajando en los proyectos de la organización o de los líderes de las diferentes unidades de negocio si la infraestructura de la organización lo permite, ver Figura 37. Dependiendo del tamaño de la organización, los miembros del ETP pueden trabajar tiempo completo, tiempo parcial, o alguna combinación de ellas<sup>47</sup>, por lo general para las PyMEs se verá más que todo la aplicación de los dos últimos casos. Sea cualquiera de los casos, es necesario que exista una persona que esté dedicada medio tiempo a dirigir el ETP.

<sup>47</sup> El tiempo completo correspondería a trabajar en horas laborales; tiempo parcial estaría comprendido como solo algunas horas de las horas laborales; la combinación de esta podría ser una semana tiempo completo o parcial, también se podría utilizar una combinación entre semana.



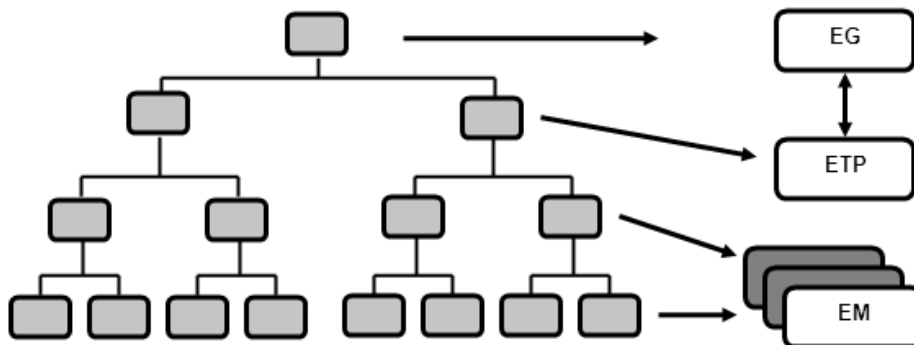
**Figura 37. Conformación del Equipo de Tecnología de Procesos (ETP)**

Soportando el ETP, están los Equipos de Mejora (EM). Los miembros de los EMs se extraen de aquellas áreas de la organización que serían afectadas por cualquier cambio de mejora o del personal de los diferentes proyectos, ver Figura 38.



**Figura 38. Conformación de los Equipos de Mejora (EM)**

En el caso de que la empresa a implementar el programa de mejora sea una empresa grande y/o que tenga una estructura organizacional bien definida, la infraestructura será la mostrada en la Figura 39. El EG estará conformado por personas pertenecientes a la estructura administrativa de la organización. Como soporte para el EG está el ETP, cuyos miembros son extraídos de los participantes que están trabajando en los proyectos. Soportando al ETP están los EMs, cuyos participantes se extraen del personal de los diferentes proyectos o de las áreas de la organización que serían afectadas por cualquier cambio de mejora.



**Figura 39. Ejemplo de la Infraestructura SPI**

Cada uno de los componentes que constituyen la infraestructura SPI tiene un rol específico en el programa de mejoramiento de procesos de software. Cada componente tiene alcance, deberes y responsabilidades claramente definidos.

Para la conformación de los equipos que trabajarán en la realización de la mejora recomendamos seguir la guía para la conformación de equipos efectivos, técnica concerniente a la conformación de equipos de mejoramiento [ver Anexo B: Manual de Técnicas y Prácticas. B3: El Proceso Software para la conformación y Gestión de Equipos de Mejoramiento – TSPI + SCRUM], además proponemos seguir los principios de la metodología de Gestión de desarrollo Software conocida como SCRUM [52] los cuales hemos adaptado para la mejora de procesos. Estos son:

- Equipos de trabajo pequeños que aumenten al máximo la comunicación, minimicen sobrecarga y maximicen el compartir conocimiento tácito e informal.
- Adaptabilidad a cambios técnicos o de mercado (usuario/cliente de la mejora) para asegurar que la mejor práctica de mejora posible ha sido realizada.
- Prácticas de mejora que puedan ser inspeccionadas, ajustadas, probadas y documentadas.
- División de trabajo y asignaciones de equipo en particiones de bajo acoplamiento o paquetes.
- Comprobación constante y documentación de una práctica de mejora tan pronto se realiza.
- Habilidad de declarar que la mejora "ha sido realizada" cuando ésta se requiera [p.ej., porque se necesita trabajar con el nuevo/mejorado proceso, porque la compañía necesita entregar algún producto, porque el usuario/cliente del proceso necesita las funciones, etc.].

A continuación describimos con más detalle cada uno de los 3 Componentes de la Infraestructura de mejoramiento de procesos.

## **2.4.2. Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora (EG).**

### **2.4.2.1. Propósito.**

Guiar las actividades de implementación del programa SPI en la organización. El EG está constituido por el gerente principal de la empresa y otros miembros extraídos de su equipo de administración o líderes de proyecto según la infraestructura organizacional de la empresa. El EG establecerá las metas y objetivos, dará la dirección y priorizará las actividades del programa SPI. El EG debe aplicar las actividades de mejora a los procesos de administración existentes.

El EG debe proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo el programa SPI. Este equipo:

- Formará y guiará los EMs para realizar la mejora específica del proceso.
- Aprobará la capacitación de los participantes para apoyar el programa SPI.
- Determinará las métricas y el criterio de éxito usado para evaluar el programa.

Una de las funciones del EG es eliminar las barreras del programa SPI. Este equipo existirá mientras dure el programa SPI. A medida que la organización evoluciona los miembros pertenecientes a este equipo pueden variar, pero los roles y responsabilidades al interior del programa SPI permanecerán.

### **2.4.2.2. Objetivos.**

- Vincular el programa SPI con la misión y la visión de la organización.
- Asignar los recursos y asegurar la distribución de trabajo.
- Monitorear los resultados de la implementación y brindar las acciones correctivas cuando sean necesarias.

### **2.4.2.3. Tareas.**

- Crear los planes de acción SPI.
- Conformar los EMs.
- Realizar reuniones efectivas cada 2 semanas (2-4 horas).

- Revisar los resultados de las actividades principales.
- Asignar los recursos.
- Monitorear el progreso de los equipos de trabajo.
- Aprobar la implantación de mejoras, dependiendo de los resultados de actividades piloto.

### **2.4.3. Equipo de Tecnología de Procesos (ETP).**

#### **2.4.3.1. Propósito.**

El ETP es responsable de facilitar las actividades que se relacionan con la mejora de proceso del software, tales como la realización del plan de acción o más conocido en Agile SPI – Process como el plan de ejecución, la mejora del proceso, la mejora de la tecnología, y otras actividades, además de obtener y mantener la ayuda de la gerencia para la iniciativa. Este equipo coordina y planea el programa SPI de toda la organización, también conduce los esfuerzos de la mejora de la organización, además de mantener la motivación y el entusiasmo para la mejora del proceso a través de todos los niveles de la organización.

Este equipo trabaja estrechamente con los gerentes de proyectos para proporcionarles guía y apoyo cuando se están introduciendo cambios de mejora. También puede asistir a la gerencia principal en la evaluación de la nueva tecnología y soportar los planes para la introducción y la transición a nuevas tecnologías.

Otra actividad del ETP es realizar el seguimiento y control de todas las actividades del SPI en la organización. Este grupo informa al EG, el estado de las diferentes actividades de la mejora que se están realizando. El ETP debe establecer y mantener una base de conocimiento/experiencia del proyecto de mejora y del proceso de desarrollo para conservar los diferentes artefactos que resultan de las actividades de la mejora. Para el mantenimiento de la Base de Conocimiento basada en el Proceso se cuenta con el Framework PDS [40], el cuál almacena la información de los procesos de la organización al pasar de un estado a otro gracias al programa de mejora, así mismo se almacenará también toda la información referente a cómo se realizaba el proceso antes y después de la mejora, la organización de las personas, los roles, responsabilidades, integrantes y demás información que sea relevante al programa de mejora. Así mismo para dar soporte a la Base de Conocimiento del Proyecto de Mejora está la herramienta propuesta por el Proyecto SIMEP-SW [4] para la gestión de un programa de mejora de procesos de software, herramienta desarrollada también en este proyecto de investigación, junto con el proceso de mejora Agile SPI - Process. El ETP también se organizará para conducir el entrenamiento en la mejora del proceso y la formación en otros temas relevantes al programa SPI.

#### **2.4.3.2. Tamaño.**

Para empezar un programa de mejora y debido al tamaño de las organizaciones de nuestra región, que constan en su total con no más de 50 profesionales para la pequeñas empresas y en su gran mayoría menos de 10 personas para las micro empresas [Encuesta SIMEP-SW] [83] por empresa, especialmente en las incubadoras desarrolladoras de software, por lo menos una persona, el líder del ETP, debe estar dedicado mínimo medio tiempo en las responsabilidades del ETP. En caso de que este equipo necesite de recursos adicionales [p.ej., personal], para funcionar eficazmente, éstos se pueden "tomar prestados" de la estructura organizacional de la empresa. Las asignaciones al ETP se hacen por un período de tiempo fijo, de uno a seis meses, después de lo cual los participantes vuelven a su puesto en la estructura organizacional de la empresa y su lugar en el ETP es reemplazado por otro participante.

Los miembros deben tener la capacidad de soportar las mejoras de los procesos y las tecnologías que se están introduciendo a la organización. Es recomendable que se realice un proceso de selección de los miembros de este equipo, con el fin de asegurar que tengan el perfil, la experiencia y el entusiasmo apropiados para el trabajo que el equipo requiere.

#### **2.4.3.3. Objetivos.**

- Facilitar el SPI a través de la organización.
- Rastrear y reportar el estado del programa SPI.
- Servir como punto focal para el aprendizaje organizacional.
- Evolucionar y mantener el proceso de desarrollo de software.

#### **2.4.3.4. Tareas.**

- Realizar reuniones semanales.
- Identificar y recomendar las actividades de la mejora al EG.
- Rastrear y reportar el progreso de las mejoras al EG.
- Determinar la efectividad de las mejoras.
- Diseñar procesos o guiar el diseño de procesos.
- Desarrollar y mantener los activos de proceso de la organización.
- Desarrollar los planes de capacitación para el entrenamiento.
- Facilitar las evaluaciones de la mejora.

#### **2.4.4. Equipo de Mejora (EM).**

##### **2.4.4.1. Propósito.**

Los EMs son los desarrolladores de la solución para el programa SPI, los cuales dirigen un área específica en el proceso de mejora global.

El propósito de un EM es mejorar el proceso que se ha establecido para evaluar y mejorar. Para desarrollar apropiadamente su trabajo, al EM debe dársele la guía apropiada proporcionada por parte del EG, la cual define una misión, los objetivos y delega responsabilidades para el desarrollo de la mejora. También se comprometen los recursos necesarios y el apoyo de la administración para la realización del trabajo.

Los EMs pueden dirigir procesos a cualquier nivel en la organización, ellos pueden componerse de Ingenieros de proceso técnico, tratando procesos de alto nivel, o pueden componerse de los miembros de los equipos de proyectos, tratando niveles inferiores y procesos de bajo nivel. Los miembros son extraídos del personal que:

- Esté bien informado sobre el proceso que está siendo evaluado.
- Trabaje en el proceso.
- Será afectado por cambios constituidos en la mejora del proceso.

El líder del EM debe ser el dueño del proceso que se está evaluando [p.ej., un EM formado para evaluar y mejorar el proceso de pruebas tendría al gerente de pruebas como el líder del EM. Si es posible]. Los miembros del EM deben ser participantes voluntarios, y no simplemente ser asignados al equipo, esto asegurará que los miembros del equipo tengan un interés expresado en la actividad.

Para las reuniones de este grupo, se recomienda una reunión mensual para ver el estado del programa de mejora entre todos los grupos del programa SPI, junto con el EG y el ETP, además de



una reunión semanal de entre 30 minutos y una hora entre los miembros de cada EM en la que se evalúe qué se ha hecho desde la última reunión, si se han encontrado con algún obstáculo y qué harán antes de la próxima reunión.

La reunión es obligatoria para todos los miembros del equipo, es muy enfocada y ágil. Es recomendable que la primera o hasta la segunda reunión sean dedicadas a la instrucción en conceptos de un equipo efectivo, sus prácticas y la eficacia de las reuniones con el fin de que el equipo se conozca y se sienta confortable.

#### **2.4.4.2. Objetivos.**

- Documentar los procesos actuales.
- Evaluar los procesos actuales.
- Mejorar los procesos actuales.
- Desarrollar un plan para probar el proceso mejorado.
- Probar el nuevo proceso mejorado.

#### **2.4.4.3. Tareas.**

- Investigar el problema e identificar soluciones.
- Formular alternativas de solución.
- Presentar las posibles soluciones al EG junto con la solución propuesta.
- Evaluar los resultados del prototipo.
- Documentar las lecciones aprendidas del prototipo.

## **CAPITULO 3. APLICACIÓN Y AJUSTE DE AGILE SPI – PROCESS EN LA PRÁCTICA: CASO DE ESTUDIO REAL EN UNA PYME.**

El proceso Agile SPI – Process es un proceso de mejora de procesos de software, desarrollado con la motivación de crear un proceso adaptado a las características de PyMES. Sirve como proceso iterativo e incremental para Gestionar y Administrar (instalar, diagnosticar, formular, mejorar y revisar) un proyecto de mejora de procesos de software en cualquier empresa, adaptando las mejores practicas propuestas por el modelo IDEAL [7].

Agile SPI – Process no es una descripción pragmática del que hacer en un programa de mejora de procesos o prácticas de software sino más bien un mapa o guía de carretera para gestionar y administrar un programa de mejora, fácil y libre de aplicar según las necesidades empresariales de cualquier organización, si tenemos en cuenta que en la realidad organizaciones como las PyMES, progresan hacia sus metas, objetivos y necesidades y la mejora en sus procesos y el cambio de la organizaciones (madurez) es una necesidad que implica la evolución de sus procesos, de la gente y de la infraestructura con la que cuentan [75].

En este capítulo se recogen todas las experiencias en la aplicación de las actividades relacionadas con la gestión de la calidad en una PyME de desarrollo de software, para que pueda utilizarse como marco de referencia en cualquier empresa interesada en la calidad desde el punto de vista del proceso. Aunque el proceso de mejora ha sido aplicado a 2 empresas desarrolladoras de software, este capitulo solo se centra en la introducción del proceso de mejora Agile SPI - Process y su marco de puesta en práctica hasta la fecha en una de ellas, puesto que el trabajo desarrollado en ella no se diferencia al realizado en la otra.

### **3.1. Participantes del Proyecto.**

En una fase previa al inicio del proyecto, la motivación e interés de los participantes hacia un proyecto de mejora en la aplicación y adopción de los modelos, procesos y guías que propone SIMEP-SW, estuvo compuesto por dos componentes básicos, universidad y empresa, universidad en la aplicación, capacitación, mejora de los procesos de software y posicionamiento de nuestras empresas a un nivel más competitivo, y empresa en los deseos de mejorar y emprender un programa de mejora.

El proyecto de mejora tuvo éxito gracias a sus participantes, los cuales promovieron y motivaron completamente el trabajo realizado. Además existieron organizaciones y estamentos que también ayudaron a la realización de este proyecto, los participantes fueron:

- **COLCIENCIAS**, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Francisco José de Caldas como ente financiador de gran parte del proyecto de investigación.
- **Universidad**, se contó con la Universidad del Cauca como ente financiador y de apoyo en el proceso investigativo, aportando el talento humano en la definición de los modelos utilizados en este proyecto.
- **Investigadores y empresas del sector del sur occidente Colombiano**, en la realización de las entrevistas, para la valoración y diagnóstico del estado en los procesos de software de las PyMES del sur occidente colombiano.

- **PyMES de desarrollo de software**, que manifestaron su interés en participar en un proyecto de mejoramiento de procesos de software y les permitiera obtener más ventajas competitivas. Las 2 empresas privadas participantes del proyecto son compañías pequeñas que poseen entre 5 y 20 empleados, en su mayoría dedicados al desarrollo de software. Estas empresas están orientadas como la mayoría de empresas privadas desarrolladoras de software, al desarrollo de aplicaciones a medida para el sector de los servicios, la educación y las telecomunicaciones.
- **Estudiantes**, los estudiantes de último año en Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca, apoyando en actividades de gestión, administración, y mejora de los procesos. Así mismo desarrollaron actividades de consultoría, capacitación, apoyo y definición de los modelos y guías planteados.

### 3.2. Descripción de la empresa

Sidem Ltda. es un grupo empresarial perteneciente a la región del Valle del Cauca, el cual reside en la Ciudad de Santiago de Cali – Colombia. Esta empresa Vallecaucana se encuentra dedicada a la producción, integración, mantenimiento, respaldo y asesoría de sistemas de información multisectorial de tecnología avanzada, con diseños multiplataforma, estructurados para soportar los constantes retos de renovación de los procesos productivos de las organizaciones modernas.

En la actualidad Sidem Ltda. cuenta con más de 300 clientes en el territorio nacional, los cuales están utilizando su solución administrativa y financiera, estas soluciones permitieron a esta empresa estar catalogados por la Cámara de Comercio de Occidente como empresarios emprendedores del Valle del Cauca y posicionarse como una de las más sólidas en el sur occidente colombiano. Actualmente Sidem Ltda. se encuentra exportando su producto software a un país vecino, Ecuador, donde ya se está perfilando a ser una solución necesaria en gran parte del territorio hermano.

### 3.3. Panorama previo a la mejora.

Para el año 1.999, Sidem Ltda. era una empresa que contaba con un recurso humano pequeño aproximadamente 5 personas, las cuales dentro de sus obligaciones realizaban actividades tanto de desarrollo, como de gestión y soporte, dentro de un proceso de desarrollo de software no definido. Actualmente con el crecimiento de la empresa, Sidem Ltda. cuenta con 20 personas a su disposición, de las cuales 1 persona es la encargada de asignar actividades de soporte a los ingenieros de desarrollo, 2 personas están encargadas del área de atención al cliente, 11 personas al área de desarrollo, 2 personas en el área comercial y administrativa, 2 personas en el área de calidad y por ultimo 2 personas que desarrollan actividades administrativas complementarias.

Gracias a la información obtenida mediante entrevistas, encontramos que las áreas de proceso de desarrollo de la empresa se encontraban definidas implícitamente, pero estas no reflejaban un proceso completo, ordenado y documentado. Durante las entrevistas, se pudo notar que la empresa contaba con una jerarquía o estructura organizacional, con algunos de sus roles y actividades sin documentar y que en últimas muchos de ellos no se realizaban y las pocas y más importantes se solapaban junto con los roles de otras áreas, generando caos y estrés en la disposición del personal por el sobre esfuerzo al realizar actividades sin relación y en muchas ocasiones dejadas a medias o sin terminar por atender múltiples actividades consideradas de mayor prioridad o resolver problemas a medida en que estos aparezcan, conocido esto en la ingeniería de software como “apagar incendios” o resolver múltiples problemas, lo cual desperdicia

demasiado tiempo y atención y que debería de enfocarse a la mejora en el desarrollo mismo del software [82].

Dentro de la empresa se encontraron dos iniciativas por mejorar sus procesos: la primera trató de guiar un esfuerzo de mejora creando un grupo de calidad, con el objetivo de definir y adoptar una metodología de desarrollo que fuera más controlable, clara y homogénea para todos los proyectos de la organización, además de solucionar muchos de los problemas que estaban afrontando por la demanda en el desarrollo de diferentes proyectos, así mismo documentar todo lo referente al proceso y realizar actividades de seguimiento y control de éste. Lamentablemente el esfuerzo e interés inicial por mejorar fueron mal enfocados y el personal designado a realizar actividades de mejora fue en últimas empleado en escenarios en los cuales se necesitaba apagar incendios y la disposición de personal era inmediata [este tipo de circunstancias son comunes en ambientes donde los objetivos de mejora no son claros o no están integrados a la misión, visión, objetivos y necesidades empresariales].

En la segunda iniciativa, algunos de los ingenieros de Sidem Ltda. ya habían adoptado e implementado en dos de sus proyectos una metodología de desarrollo e implementación de servicios de software en Espiral (UP – UML), metodología que luego de implementada arrojó buenos resultados para los equipos de trabajo que las utilizaron, las consecuencias positivas se enfocaron en una mejor gestión y planeación del tiempo y de las actividades asociadas a estos, generando por primera vez en la historia de desarrollo de sus proyectos desfases muy pequeños (solo unos cuantos días) en la terminación de la fecha final del proyecto a diferencia de otros proyectos desarrollados o que se encontraban siendo desarrollos en ese momento.

Nos parece importante rescatar el interés demostrado en materia de calidad, como lo mencionamos anteriormente mal enfocado pero que crea una gran diferencia en comparación a otras empresas del sur occidente colombiano.

Este panorama que para algunos puede parecer típico y la realidad de muchas de las micro, pequeñas y medianas empresas de Colombia, que a pesar de representar en el 2006 el 99% (673 empresas) del total de la industria dedicada al desarrollo de software, solo 130 han obtenido certificaciones ISO 9000 y solo 1 de 6 empresas que se encuentran en el 1% restante en representación de las grandes empresas, ha obtenido certificación CMM nivel 5 [83], como podemos ver las PyMES representan el mayor potencial de la industria de desarrollo de software colombiano, el cual hay que explotar, generar garantías, ayudas y direccionamientos estratégicos necesarios para posicionar esta mayoría en mercados internacionales.

### **3.4. Aplicación del Proceso de Mejora Agile SPI.**

#### **3.4.1. Primera Fase: Instalación.**

Esta primera fase de Actividades, está comprendida por actividades encaminadas a iniciar, motivar e implicar a toda la empresa hacia la mejora, identificando sus necesidades y generando los productos de trabajo necesarios para el mantenimiento del compromiso y objetivos de mejora. Esta fase comprende las actividades de *Empezar Instalación, Identificar las Necesidades del Negocio y los Requisitos que conducen a la Mejora, Construir una Propuesta de Mejora del Proceso de Software, Obtener la Aprobación de la Propuesta y los Recursos Iniciales y Lanzar el Programa de Mejora.*

Se crearon y establecieron estándares de trabajo homogéneo a todo el proyecto, basados en los manuales de técnicas y prácticas adoptadas para la mejora, tanto en la conformación de grupos efectivos e identificación de los escenarios de mejora como la gestión y administración de los grupos y proyecto de mejora.

Al igual que en cada empresa, en Sidem Ltda., también se constituyeron los equipos de trabajo: un equipo de gestión, un equipo de tecnología de procesos y un equipo de mejora. El equipo de gestión o EG, conformado por los altos ejecutivos (gerente y subgerente) y 3 representantes del proyecto SIMEP-SW. Luego, se determinó el plan de mejora específico para la organización. El equipo de tecnología de procesos determinó los sistemas de información a utilizar en la gestión de la calidad.

Una vez efectuado todo el proceso de entrevistas y reuniones, tanto con la empresa como por parte de los representantes del proyecto SIMEP-SW (director y estudiantes), con el objetivo de identificar las necesidades del negocio, se inició la actividad de formación que cubrió los siguientes aspectos:

- Formación a los responsables de calidad y demás personas implicadas en la mejora de la empresa, en el proceso de mejora Agile SPI – Process y el modelo de calidad CMMI Nivel 2 [modelo de calidad establecido para realizar la valoración y evaluación con base en el interés manifestado en las entrevistas]. La capacitación se realizó en forma agrupada y abierta.
- Motivación a todo el personal de la organización, aspecto tenido en cuenta en otros casos de estudio, ver [54].

Luego de realizada la tarea de formación del personal, se inició la actividad de *Construir la propuesta de Mejora*, la cual cubrió los siguientes aspectos:

- Plasmar las necesidades del negocio identificadas.
- Definir los objetivos de mejora.
- Identificar los recursos comprometidos en la mejora.
- Identificar riesgos, crear posibles soluciones o planes de contingencia y mitigación.
- Identificar el personal a participar en el proyecto de mejora.
- Asignar roles y responsabilidades al personal identificado anteriormente.
- Describir los equipos a conformar la infraestructura de mejora en su composición, responsabilidades y objetivos de mejora, así mismo como un posible cronograma de trabajo.

Una vez descrita la propuesta de mejora, se efectuó su valoración y calificación por la gerencia de la empresa, quien aprobó las actividades, objetivos, recursos y demás necesidades allí planteadas.

La actividad siguiente a la creación de la propuesta de mejora, se orientó hacia el lanzamiento, comunicación, obtención y asignación de cada uno de los ítems allí plasmados, desarrollándose tareas de instalación de los grupos, asignación de recursos, roles y responsabilidades, iniciación de calendarios o cronogramas de trabajo y asignación de canales de información.

### **3.4.2. Segunda Fase: Diagnóstico.**

Esta segunda fase orienta las actividades enfocadas hacia la valoración y priorización de los procesos de la empresa según el referente de calidad CMMI Nivel 2, lo que se pretendía en la valoración respecto de este nivel era conocer de manera general, cómo la organización se encontraba en sus proyectos en relación a la gestión de los requisitos, planificación, monitorización y control, medición y análisis, aseguramiento de calidad y gestión de la configuración. Esta fase comprende las actividades: *Valorar, Priorizar, Construir una Guía General de Mejora, Comunicación del Plan General de Mejora*.

Agile SPI – Process antes de comenzar las evaluaciones (actividad a realizar en las fases siguientes a la fase de diagnóstico) propone realizar una valoración general de los procesos de las empresas, de esta manera permitirá gestionar una mejora priorizada y aplicar evaluaciones puntuales o

específicas solo en las áreas de proceso que la empresa decida mejorar. La actividad de valoración cubrió los siguientes aspectos:

- Formación del personal a ser valorado, en la utilización correcta de la herramienta de valoración.
- Conocer el estado actual de la empresa, identificar debilidades y fortalezas de acuerdo al referente de calidad.

La valoración se realizó a los procesos del ciclo de vida del software. La herramienta de valoración utilizada recibe el nombre de SPQA.web [77], aplicación desarrollada por los mismos estudiantes que capacitaron y acompañaron al personal valorado en la correcta utilización de ésta.

Como resultado de la valoración, se emitió un informe general sobre la situación de todos los procesos contemplados en el modelo de calidad CMMI Nivel 2, con el valor y el nivel de capacidad alcanzados. En el informe se sugirieron propuestas de mejora para los indicadores en: la administración y desarrollo de requerimientos con grado aceptable de implementación; planeación y seguimiento de proyectos de software con un bajo grado de implementación; al igual que la administración de subcontratos y las áreas de aseguramiento de calidad, administración de la configuración, medición y análisis, las cuales no se encontraron implementadas.

Como consecuencia del informe de valoración emitido donde se informó, acerca de la situación de los procesos contemplados de mayor prioridad por la organización y debido a que la empresa había manifestado su interés por mejorar su proceso de software y al escaso personal disponible para este proyecto, en la priorización se sugirieron las siguientes recomendaciones:

- Dividir el proyecto de mejora en 3 mini-proyectos de mejora, conformado por 2 casos de mejora cada uno,
- el primer mini-proyecto fuera el comprendido en este caso de estudio y que comprendiera las evaluaciones y mejoras a las áreas de proceso de administración y desarrollo de requerimientos,
- el segundo mini-proyecto de mejora comprendiera las áreas de proceso de solución técnica e integración del producto
- y un tercer mini-proyecto fueran las áreas de proceso de verificación y validación, todas pertenecientes al grupo de ingeniería del modelo de calidad CMMI.

A partir de las recomendaciones anteriores y al informe de valoración, la empresa seleccionó 2 áreas de proceso para su evaluación y mejora, se seleccionaron los siguientes procesos:

- Administración de Requerimientos. Proceso comprendido dentro del proceso de Producción según su proceso de software y llamado por ellos de manera genérica como "captura de requisitos".
- Desarrollo de Requerimientos.

Luego de realizado todo el proceso de priorización, se inició la actividad de *Construir una Guía General de Mejora*, en la cual se cubrieron los siguientes aspectos:

- Análisis de los resultados y recomendaciones proporcionados por la herramienta y el grupo consultor.
- Priorización de las áreas de procesos a evaluar y mejorar de acuerdo a los objetivos e intereses de la empresa, permitiendo la priorización o secuencia de trabajo de los problemas detectados para que de esa manera se pudieran enfocar los esfuerzos de mejora en las áreas que ellos establecieron de mayor grado de importancia o necesidad.
- Establecimiento de calendarios y personal a evaluar en base al proceso de software.

En este punto del proyecto de mejora, se necesitó una fuerte colaboración de la empresa, tanto para priorizar las áreas de proceso definidas a mejorar en este primer ciclo, como para mantener el compromiso en la totalidad del proyecto, puesto que no era realista por motivo de tiempo y personal, pensar en que se podrían abordar todas las áreas antes mencionadas.

Una vez definida la *Guía General de Mejora*, los esfuerzos se enfocaron, al igual que la propuesta de mejora desarrollada en la fase anterior, en la comunicación y socialización de los resultados y decisiones tomadas en la guía.

### **3.4.3. Tercera Fase: Formulación.**

Luego de conocer el estado actual de los procesos en la fase anterior, en esta fase se desarrollan actividades encaminadas a: *Evaluar Áreas, Formular Casos de Mejora (soluciones), Ejecutar Pilotos de Mejora, Institucionalización de las Mejoras y Documentar Pilotos de Mejora.*

La actividad de evaluación se inició con la formación en el manejo correcto de los formatos de evaluación a cada uno de las personas seleccionadas para participar en esta actividad, con la finalidad de recoger datos sobre el estado de los procesos específicos (Áreas de proceso – Administración y Desarrollo de Requerimientos) según el *Modelo Liviano de Calidad para la Mejora de Procesos de Desarrollo Software – MLCMPDS*, ver [85].

Las evaluaciones se realizaron según el orden y las tareas descritas en el producto de trabajo creado en la fase anterior, teniendo en cuenta el grado de prioridad más alto establecido para las áreas de proceso de administración y desarrollo de requerimientos.

Una vez realizadas las evaluaciones y conocidas de manera más detallada y profunda las debilidades y fortalezas de las áreas de mayor prioridad evaluadas, con base en los resultados obtenidos, se crea el *Plan de Ejecución de la Mejora*, pero esta vez se priorizan y ordenan las prácticas o subprácticas que componen dichas áreas a mejorar, en esta tarea se trabajan los siguientes aspectos:

- Definición de objetivos de mejora concretos y medibles.
- Indicar claramente las actividades y prácticas a realizar para alcanzar dichos objetivos y poder gestionar, crear, ejecutar, probar e institucionalizar las soluciones planteadas de manera paralela o iterativa e incremental en las áreas identificadas para la realización de la mejora.
- Planificación detallada de los hitos de verificación.
- Priorización y orden de las prácticas o subprocesos que componen cada área de proceso evaluada.
- Descripción de un calendario estimativo del tiempo de ejecución de los casos de mejora (áreas de proceso a mejorar).
- Definición de riesgos a asumir, creando para ellos planes de contingencia y mitigación.
- Identificación de recursos.

Luego de crear el plan de ejecución de la mejora, producto de trabajo que ayudaría a los equipos de mejora en la gestión de las áreas de proceso a mejorar, los estudiantes se encargaron de organizar cada una de las jornadas de mejora a llevar a cabo. El objetivo principal era:

- Transmitir a la empresa los conocimientos necesarios, llevando a cabo formación en las áreas de proceso a mejorar (Administración y Desarrollo de Requerimientos).
- Crear la solución para los procesos a ser mejorados, incluyendo todo activo de proceso necesario para su comprensión y utilización (actividades, entradas, salidas, productos de

trabajo, roles, responsables, etc.), desarrollando tareas de diseño, análisis, modelamiento y planificación.

- Ofrecer una visión práctica de su implantación.

Una vez capacitadas las personas que utilizarían los procesos mejorados, se inició la actividad orientada a la ejecución de las pruebas piloto, en la cual se desarrollaron las siguientes tareas:

- Ejecutar las soluciones o mejoras de las áreas de proceso.
- Diseñar las evaluaciones o los mecanismos de comparación para el análisis del comportamiento de los procesos con y sin mejora.
- Evaluar la correspondencia positiva o negativa de las mejoras en el ciclo de vida del proceso de software de la empresa. Esta evaluación determinó el comportamiento de los procesos mejorados antes de ser institucionalizados o adoptados formalmente dentro de la empresa.

Una vez ejecutadas cada una de las prueba piloto con cada caso de mejora o área de proceso mejorada y evaluada su correspondencia, se efectuó la actividad correspondiente a la institucionalización formal dentro del ciclo de software empresarial de cada una de las mejoras en las áreas de proceso. Fue importante que en esta actividad se verificara que el proceso mejorado contara con toda la información necesaria para su utilización, puesto que se pretendía que luego de capacitar nuevamente al personal o usuarios de dicho proceso, estas mejoras fueran utilizadas en proyectos a futuro o que estuvieran siendo ejecutados.

La actividad final de esta fase, enfocó sus esfuerzos en documentar las lecciones aprendidas en el piloto de mejora [p.ej., el consumo de recursos, tiempo, calendarios, riesgos, recursos, y demás información relevante para tomar decisiones en los siguientes ciclos de mejora que serán realizados en la siguiente fase].

#### **3.4.4. Cuarta Fase: Mejora.**

En este proyecto de mejora no se desarrolló un primer acercamiento a esta fase, puesto que el primer mini proyecto de mejora era la línea base para estimar de una manera más real el trabajo a desarrollar en relación a tiempos y recursos a utilizar para emprender los 2 mini-proyectos de mejora restantes. Se espera que con base en el trabajo realizado en el primer proyecto se realicen las mejoras, específicamente con los 2 mini-proyectos restantes que comprenden a las áreas de proceso de solución técnica e integración del producto para el segundo mini-proyecto de mejora y verificación y validación para el tercer mini-proyecto.

Si no fuéramos realistas y la capacidad de personal fuera menos ilimitada, en esta fase se realizarían las mismas actividades desarrolladas en la fase anterior pero con la diferencia que se ejecutaría una planeación más detallada de costos y tiempo puesto que estos se definirían con base en casos de mejora reales desarrollados en la fase de formulación.

#### **3.4.5. Quinta Fase: Revisión.**

Esta fase concentró sus actividades no solo al final del proyecto sino también a través de todo el proyecto de mejora en lo que se refiere a recoger todas las experiencias tanto positivas como negativas, aprendidas y de gran valor en la toma de decisiones para los ciclos de mejora siguientes. Estas experiencias o lecciones aprendidas fueron recolectadas en la empresa en una base de conocimiento, la cual se creó por ser un primer ciclo de mejora. La base de conocimiento estuvo compuesta además de las experiencias, de toda la documentación o workproducts generados durante este primer ciclo. En esta fase también fue conveniente realizar una retroalimentación de todo el trabajo realizado, donde se identificó qué faltó por hacer, qué



decisiones fueron mal tomadas, actividades que no se realizaron y todo lo referente al trabajo realizado, así mismo se analizó el impacto de la mejora en los procesos de desarrollo, el compromiso y patrocinio de la gerencia para apoyar un siguiente ciclo de mejora.

### **3.5. Tiempo de despliegue.**

Este caso de estudio o caso práctico como también lo podemos llamar, refleja los resultados de una primera etapa o ciclo para el primer periodo de un proyecto de mejora de procesos de software. En este caso de estudio hasta el despliegue del proceso de mejora Agile SPI – Process se realizó durante ocho semanas periodo 2.006 hasta la fecha. Dos semanas de Instalación, dos semanas en la fase Diagnóstico y cuatro semanas para la fase de Formulación, para la fase de Revisión la cual se realizó paralelamente a través de las demás actividades, se utilizó tan solo dos semanas en las cuales se realizó una retroalimentación del trabajo realizado, se analizaron resultados de mejora, impacto en el proceso antes y después de la mejora, se estudió el compromiso y patrocinio de la gerencia para un siguiente ciclo y se recolectaron y ordenaron las experiencias obtenidas durante esta primera etapa o ciclo de mejora. Esperamos que el proyecto de mejora en un futuro siga ejecutándose y que este sea visto como uno de los objetivos principales de la empresa.

### **3.6. Lecciones Aprendidas.**

Se han aprendido las siguientes lecciones como consecuencia de la aplicación del proceso de mejora Agile SPI – Process:

- La alta gerencia debe estar de acuerdo en aplicar Agile SPI - Process y promoverlo.
- Se debe comunicar a toda la organización que se está aplicando Agile SPI - Process.
- Desarrollar tareas con calma y no correr (“haz lo necesario, si alcanzas, haz algo más”).
- Es importante conseguir resultados rápidamente para mantener la motivación, el esfuerzo y el interés en el programa de mejora.
- El proceso de mejora debe ser planeado, gestionado y se deben asignar los recursos necesarios para su desarrollo.
- Debe existir una excelente comunicación con uno de los representantes de la alta gerencia o alguien encargado de proporcionar soporte y apoyo logístico en la asignación de recursos.
- Si el personal disponible de la organización es limitado, asegurarse que exista igualdad en el trabajo asignado.
- Se confunde procesos con estructura. Encontramos que la mayoría de las personas que conformaban las 2 empresas, confundían la estructura organizacional con el ciclo de vida del desarrollo de software.
- Las organizaciones no siempre tienen claro cuales son sus procesos.
- Muchas empresas tienen un proceso implícito de desarrollo, hay que documentarlo.
- Capacitar en las técnicas necesarias para el modelado del proceso del negocio y desarrollo.

- No es serio planear objetivos de mejora que no se lleven a cabo. Esta lección es tal vez una de las más importantes, puesto que el planear objetivos de mejora y no llevarlos a cabo representa experiencias negativas en siguientes ciclos de mejora o hasta en retomar uno abandonado, los recursos tanto económicos, de personal y tiempo pueden parecer mal empleados.
- Si a un primer ciclo de mejora no se le presta todo el apoyo, seriedad y compromiso necesarios para llevar a cabo un programa de mejora es mejor optar por no generar experiencias negativas en la organización con programas de mejora no exitosos.
- El proceso de mejora no debe ser abandonado, suspendido o disminuido a causa de otros eventos, este debe ser considerado de mayor o igual importancia que los proyectos o situaciones diversas que se puedan presentar en la empresa.

### **3.7. Retroalimentación del proceso de mejora Agile SPI – Process.**

Durante la ejecución del proceso de mejora de procesos de software, surgieron una serie de recomendaciones a tener en cuenta en la aplicación de este proceso en futuras empresas.

Por parte del proceso de mejora:

- Al planear el programa de mejora, algunas de las tareas que conforman sus actividades, fueron cambiadas de orden, sobre todo las correspondientes a la realización de las capacitaciones, esto debido a la nula experiencia tanto de las empresas como de los estudiantes e investigadores en cuanto a la planeación de un programa de mejora. Esto se tuvo en cuenta para mejorar Agile SPI - Process, para que de esta forma se realice de una mejor manera en próximos programas o ciclos de mejora.
- Se refinaron detallando un poco más algunas actividades y productos de trabajo dentro del proceso de mejora, esto con el fin de hacerlo más explícito y fácil de entender.

Por parte de las empresas:

- Sería ideal que el control en la ejecución y cumplimiento en los tiempos que se establezcan en los calendarios fuera más riguroso y no aprobar cambios de fechas a menos que sea por una causa justa y objetiva. Aunque se supone que esto debería ser así, las empresas se comprometieron a sacrificar algunos de sus recursos y a planearlos mejor [p.ej., el personal, tiempo y dinero] para llevar a cabo los programas de mejora, fue necesario pausar el trabajo algunas veces durante unas pocas semanas, a causa de que se requería de las personas que estaban participando en el programa de mejora para que realizaran trabajos en proyectos de producción de la empresa. Esto es normal que suceda en los programas de mejora de las PyMEs y es algo a tener en cuenta debido al tamaño tan reducido de personal que ellas tienen, como las personas deben desempeñar roles de la empresa y del programa de mejora, también es probable que pertenezcan a varios grupos de mejora (EG, ETP y EMs) al tiempo.
- En las empresas se realizaron mejoras a muy pocas áreas de proceso dejando por fuera del programa de mejora a personas de la empresa, así que como retroalimentación interna también se puede considerar que las personas que estuvieron involucradas les comenten a las personas que pertenecen a otras áreas de proceso acerca de la forma en la que se realizó dicho proceso, para que así estén mejor dispuestas a los siguientes ciclos de mejora.

- Las personas que ya estuvieron en un primer ciclo de mejora y pertenezcan también a otras áreas de proceso de la empresa que van a ser mejoradas pronto pueden aportar y trabajar de una mejor manera en los siguientes ciclos de mejora, gracias a su experiencia ganada.

### **3.8. Conclusiones del proyecto de mejora en Sidem Ltda.**

Una vez concluido el proyecto podemos afirmar que se han cumplido todos los objetivos previstos al inicio del mismo y que cada una de las partes integrantes ha obtenido un resultado positivo y ha alcanzado sus expectativas o parte de ellas.

- La empresa ha implantado 2 áreas de procesos usando como referente al *Modelo Liviano de Calidad para la Mejora de Procesos de Desarrollo Software – MLCMPDS* [85]. Este hecho les ha permitido una mejora a corto plazo de algunos de sus procesos, así como la identificación y planificación de futuras mejoras en otros procesos de la organización, iniciando de esta manera el camino hacia la mejora continua.
- Estudiantes, investigadores y demás integrantes del proyecto SIMEP-SW, han conseguido fomentar la calidad en empresas del sector específico de desarrollo del software, iniciando una primera experiencia que esperamos haya servido de modelo para futuras colaboraciones, tanto en el sur occidente colombiano como en el resto del país.
- Hemos tenido la oportunidad de aplicar nuestro trabajo de grado en un ambiente empresarial y de vivir la aplicación de un programa de mejora de procesos de software en la realidad.
- La aplicación de las investigaciones a un caso real, nos ha permitido refinar el proceso de mejora Agile SPI – Process y adaptarlo mucho mejor a la realidad de las pymes.

## **CAPITULO 4. HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE AGILE SPI – PROCESS:**

### **AGILE SPI – PROCESS MANAGER TOOL.**

Esta es una herramienta WEB para la administración y gestión de proyectos o programas de mejoramiento de procesos de software. Esta herramienta está basada en el proceso de mejora Agile SPI – Process, proceso que facilita a las empresas desarrolladoras de software adelantar mejoras en sus procesos de software independientemente de los modelos a utilizar (Modelos de Calidad y Evaluación, herramientas de Valoración, métricas, etc.).

De la misma forma y para facilitar el soporte a la automatización de los proyectos de mejora, esta herramienta facilita el mecanismo para la creación de proyectos, actividades, planeación de tareas, asignación de roles y responsables relacionados a este tipo de proyectos, proporcionando no sólo gestión, sino también control sobre los documentos y productos de trabajo generados a través de la mejora.

El desarrollo y aplicación de Agile SPI – Process en cualquier empresa, viene muy fuertemente relacionada con la gestión de un proyecto de mejora, por ello ha sido necesario constituir un modelo de negocios que involucra las áreas funcionales más relevantes de una organización con los equipos de mejora definidos y adaptados del modelo de mejora IDEAL [7].

#### **4.1. Características del Sistema Agile SPI – Process Manager Tool.**

A continuación se realiza un listado no formal de las características que debe tener Agile SPI-Process Manager Tool según la descripción del cliente (los clientes en este caso serían los Equipos del Programa de Mejora: Equipo de Gestión - EG, Equipo de tecnología de Procesos - ETP y Equipo de Mejora - EM):

1. Ayudar al técnico o ingeniero de procesos a gestionar un proyecto o programa de mejora.
2. Administrar el banco de datos del aprendizaje (lecciones aprendidas) de un programa de mejora (problemas, soluciones, recomendaciones, experiencias), es decir, poder adicionar, eliminar, modificar y realizar copias de seguridad a la base de datos de las lecciones aprendidas. Estas lecciones aprendidas pueden ser asociadas como activos de proceso de la organización.
3. Administrar los documentos, es decir que se puedan insertar, modificar, consultar y eliminar.
4. Sistema suficientemente flexible y escalable, de arquitectura cliente servidor, el cual debe ser independiente del sistema operativo.

#### **4.2. Modelo de Negocio de Agile SPI – Process Manager Tool basado en Agile SPI – Process.**

En 1968, se celebraba en Garmish (Alemania) la primera conferencia sobre Ingeniería del Software, la NATO SEC, donde ya se ponía de manifiesto el 'rudimentario estado de desarrollo' en comparación con otras disciplinas y su difícil crecimiento en un entorno de demanda creciente de sistemas mayores y más sofisticados. Se acuñaba el famoso término 'crisis del software' o 'crisis gap' para referirse a la gran cantidad de recursos malgastados en la producción de software [84].

Una de las primeras prioridades era mejorar la calidad de los productos y sabiendo que “La calidad de un sistema software se rige por la calidad del proceso usado para desarrollarlo”, muchas instituciones y consorcios nacieron por la motivación de estudiar y mejorar el proceso. Entre los resultados de estas entidades se encuentran recapitulaciones y catálogos de buenas prácticas y modelos de proceso basados en esas buenas prácticas, dando lugar a una rama de investigación en evaluación y mejora del proceso software.

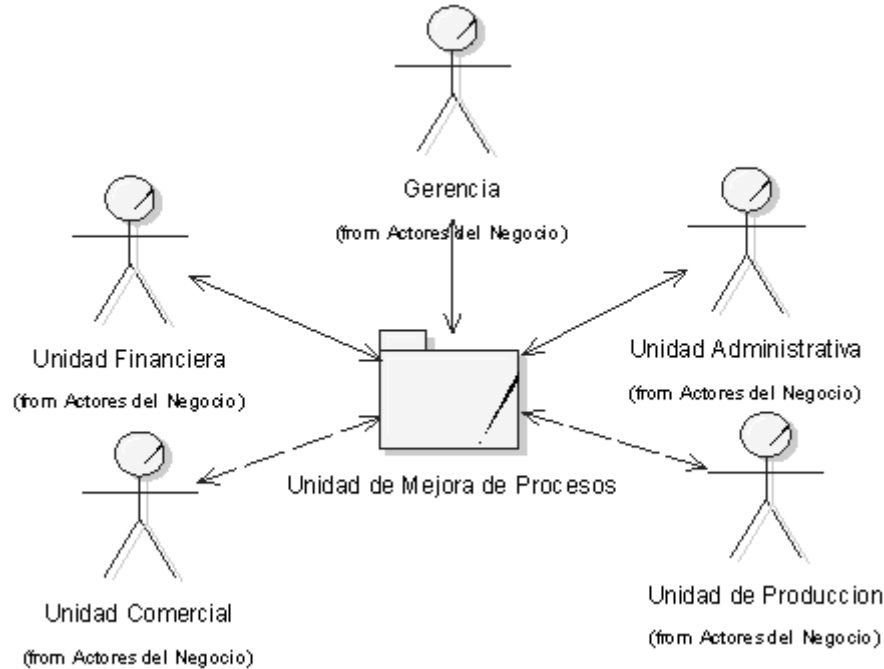
Un paso importante en el direccionamiento de los problemas del software, es tratar sus tareas como un proceso que puede ser controlado, medido y previsto. Para este propósito se define un proceso como un conjunto de tareas, que adecuadamente ejecutadas producen el resultado esperado. Claramente, un proceso de software completamente efectivo debe considerar las relaciones de los requerimientos de las tareas, las herramientas y los métodos utilizados, el perfil, experiencia y motivación del personal involucrado.

La unidad de negocio de Agile SPI – Process Manager Tool es la **Unidad de Ingeniería del Proceso**. Esta tiene como objetivo principal la mejora continua del proceso productivo. Para lograrlo, es necesario involucrar activamente las diferentes áreas de una organización que de una u otra manera inciden en la mejora de los procesos internos, las cuales han sido definidas como actores del negocio.

#### 4.2.1. Actores del Negocio.

- **La Gerencia:** Es la encargada de tomar y apoyar la decisión de crear y mantener un proyecto de mejora de procesos, independientemente que se busque una certificación o no. La gerencia está representada especialmente por el gerente de la organización, el cual debe tener claro que la mejora de los procesos no es una actividad sencilla y que requiere mucho tiempo, recursos y esfuerzo para lograrlo, que su participación es fundamental en la toma de decisiones, asignación de roles y responsabilidades y que además, debe acompañar a la unidad durante todo el proceso.
- **Unidad Financiera:** Es la encargada de la asignación constante de recursos humanos, logísticos y económicos para la mejora de procesos de software.
- **Unidad Comercial:** En una organización desarrolladora de software, generalmente es el encargado de determinar los requisitos relacionados con el producto, la revisión de los mismos, la comunicación con los clientes y en sí, la comercialización del producto. Es muy importante involucrarlo en la mejora del proceso dado que con él, están involucrados procesos críticos, que no sólo están en el interior de la organización sino que son visibles al exterior, en donde es importante mostrar una empresa organizada. Además, la unidad comercial impone restricciones de calidad y de tiempos a los proyectos, restricciones que tienen implicaciones en la definición de los procesos.
- **Unidad Administrativa:** Este actor juega un papel importante en la organización de las actividades y los recursos para que la mejora del proceso tenga éxito dentro de la organización. Adicionalmente los procesos productivos están normalmente ligados a procesos administrativos, por ello su mejora debe considerar sus necesidades y restricciones.
- **Unidad de Producción:** Este actor es el encargado de sintetizar la mayoría del trabajo de mejora de procesos, dado que es en esta unidad en donde se instancia los procesos y se ve reflejada la mejora de los mismos. Igualmente, los requisitos de mejoramiento son obtenidos del diagnóstico que se realice a sus procesos.

La Figura 40, muestra de manera muy general, el modelo de negocio asociado a la unidad de negocio encargada de liderar la mejora del Proceso software dentro de una organización.



**Figura 40. Modelo de negocio general de la Unidad de Ingeniería del Proceso.**

#### 4.2.2. Modelo de Casos de Uso de Negocio.

Dentro de una Unidad de Mejora del Proceso, deben estar contempladas una serie de actividades encaminadas a cumplir de manera eficaz, los objetivos planeados. En la Figura 41, se muestra el modelo de casos de uso de negocio identificados para Agile SPI – Process. En este trabajo en particular, la Unidad Comercial no se estudiara e identificará su incidencia en la siguiente gráfica, puesto que solo trabajaremos en los procesos internos de la empresa y que no son visibles para el usuario o cliente final.

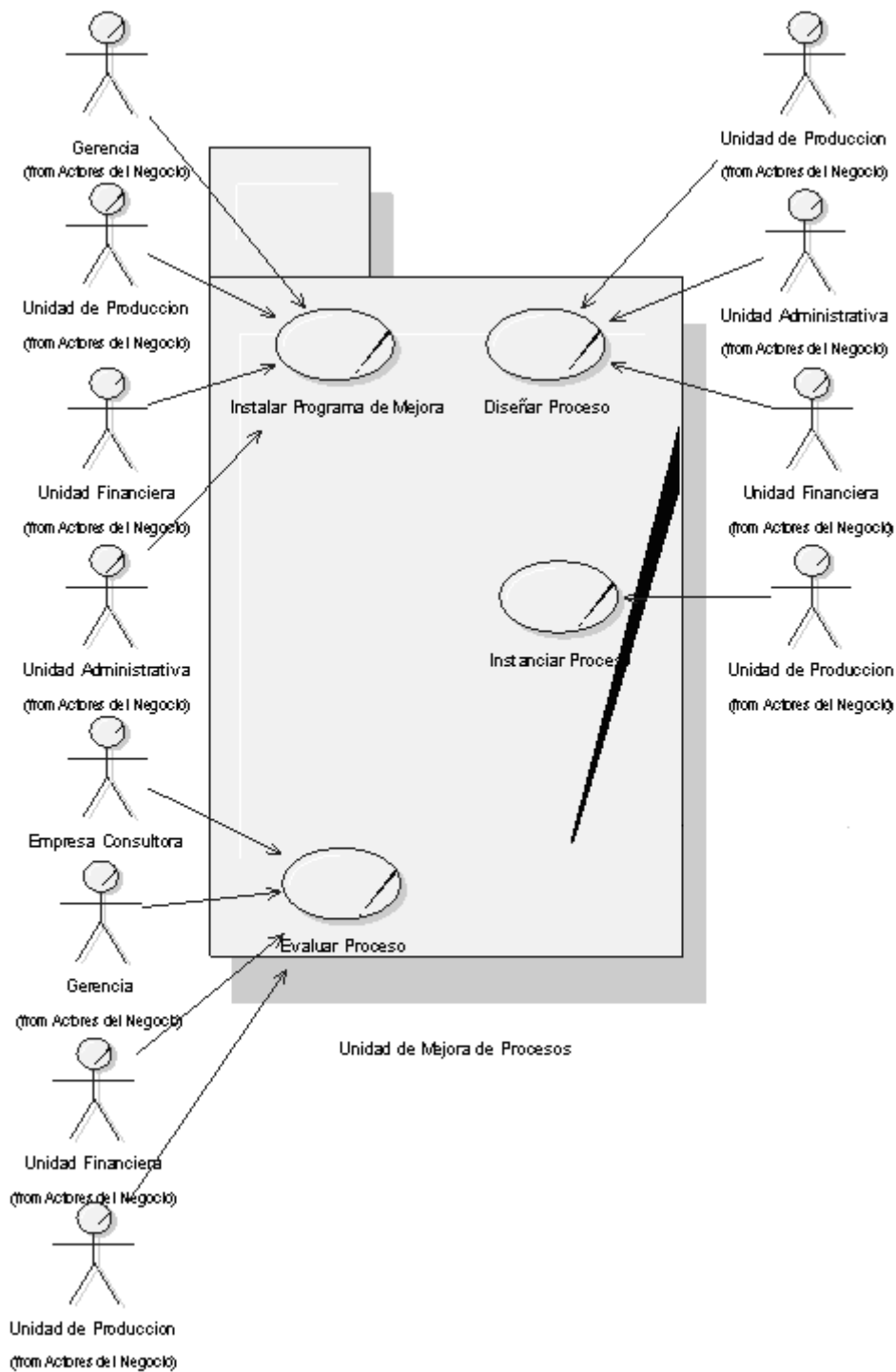


Figura 41. Actores y Casos de Uso de Agile SPI – Process.

#### 4.2.3. Casos de uso de negocio

- El caso de uso de negocio **Instalar Proyecto de Mejora** se inicia cuando la **Gerencia** decide dedicar un esfuerzo a la mejora de sus procesos, para ello se desarrolla un plan de mejora, en el cual se fijan objetivos, se asignan responsabilidades y recursos necesarios para llevarlos a cabo. Los actores del negocio que participan en este caso de uso son: La

**Gerencia** quien apoya la iniciativa, la **Unidad de Producción**, sobre la cual se realizará el trabajo de mejora, la **Unidad Financiera** analiza y aprueba los recursos financieros del proyecto y la **Unidad Administrativa** quien aprueba la infraestructura para soportar el proyecto.

- El caso de uso **Evaluar Proceso** sintetiza las actividades que estarán encaminadas a evaluar los procesos actuales de la organización por medio de una herramienta de valoración, que para el proyecto SIMEP-SW, es SPQA.web [77], la cual, además de obtener las áreas del proceso que están débiles en la organización, realiza recomendaciones basadas en modelos de calidad. Las actividades de evaluación lo que buscan si es una necesidad para la empresa, es la certificación de los procesos de la organización ante entidades externas autorizadas por las organizaciones certificadoras de modelos de calidad como ISO y CMMI.
- **Diseñar Procesos** es un caso de uso que contiene las actividades necesarias para que una organización diseñe todos sus procesos. La participación del actor del negocio **Unidad de Producción** es fundamental, dada la importancia que los procesos tienen en ésta área organizacional, la **Unidad Administrativa** desarrolla un papel importante en lo referido a la gestión de los recursos de infraestructura, los cuales son elementos determinantes de los procesos nuevos o actualizados y la **Unidad Financiera** destina los recursos necesarios para cumplir los objetivos de este caso de uso e impone restricciones de tipo financiero a estos procesos.
- Después de tener todos los procesos diseñados y mejorados, es necesario implementarlos; por esta razón, tenemos el caso de uso **Instanciar Procesos**, en el cual, el proceso es “montado” en producción. Es por esta razón que sólo se ha considerado la participación del área organizacional de **Unidad de Producción**. En este caso de uso, al igual que en los demás se debe seguir con el plan de mejora continua, y es por esto que es necesario evaluar la mejora realizada a estos procesos, la actividad *Evaluar Mejora* ofrece la posibilidad de medir el rendimiento de la mejora y realizar una retroalimentación a los procesos. Por esta razón, es necesario que el área de **Gerencia** defina unos objetivos para continuar con la mejora de los procesos en la organización, apoyada por la **Unidad Administrativa** y la **Unidad Financiera**, para así tener a la **Unidad de Producción** involucrada con esta meta.

Si analizamos los casos de uso de negocio, se puede determinar que **Evaluar Proceso, Diseñar Procesos e Instanciar Procesos** son susceptibles de automatización o soporte software porque presentan actividades o características que requieren y generan información importante, tanto para la definición del proceso y su evaluación, así como para la gestión del proyecto de mejora. En el caso de uso de negocio **Evaluar Proceso** se pueden utilizar herramientas que permitan la evaluación de los procesos actuales de la organización, basándose en estándares de calidad; para los casos de uso de negocio **Diseñar Procesos e Instanciar Procesos**, las herramientas software juegan un papel importante para facilitar el trabajo en estas áreas, dado que ofrecen la posibilidad de generar marcos de trabajo en donde el personal de la organización puede diseñar, documentar y aplicar procesos existentes, así como soportar su mejora y evolución.

En este modelo de casos de uso de negocios general es importante resaltar que el Framework – PDS apoya la parte técnica del caso de uso de negocio Diseñar Procesos, mientras que Agile SPI-Process Manager Tool apoya la parte de gestión de todos los casos de uso de negocio identificados para soportar un programa de mejoramiento de procesos de software.

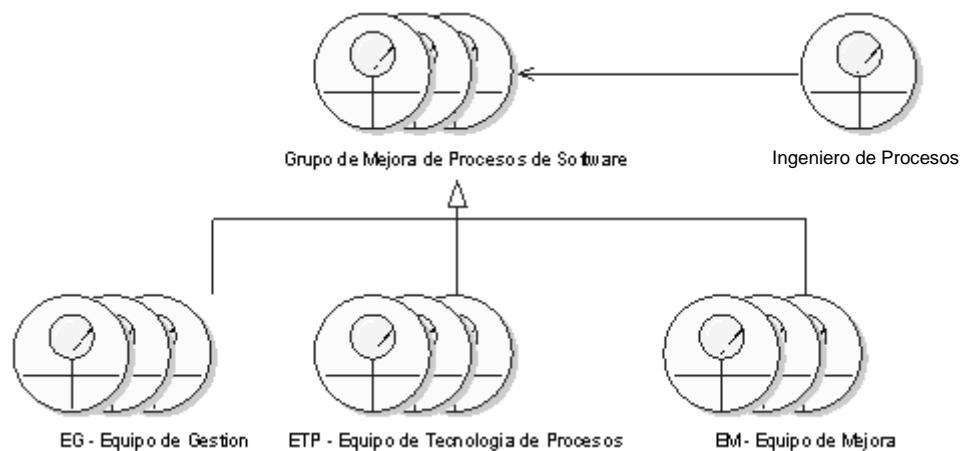


#### 4.2.4. Trabajadores.

- **Equipo de Gestión del Proyecto de Mejora – EG:** Es el grupo encargado de guiar las actividades de implementación del programa SPI en la organización. El EG está constituido por el gerente principal de la empresa y otros miembros extraídos de su equipo de administración o líderes de proyecto según la infraestructura organizacional de la empresa. El EG establece las metas y objetivos, da la dirección y prioriza las actividades del programa SPI. El EG aplica las actividades de mejora a los procesos de administración existentes.
- **Equipo de Tecnología de Procesos – ETP:** El ETP es responsable de facilitar las actividades que se relacionan con la mejora de proceso del software, tales como la realización del plan de acción, la mejora del proceso, la mejora de la tecnología, y otras actividades, además de obtener y mantener la ayuda de la gerencia para la iniciativa. Este equipo coordina y planea el programa SPI de toda la organización, también conduce los esfuerzos de la mejora de la organización, además de mantener la motivación y el entusiasmo para la mejora del proceso a través de todos los niveles de la organización. Otra actividad del ETP es realizar el seguimiento y control de todas las actividades del SPI en la organización.
- **Equipos de Mejora – EMs:** Los EMs son los desarrolladores de la solución para el programa SPI, los cuales dirigen un área específica en el proceso de mejora global. Los EMs pueden dirigir procesos a cualquier nivel en la organización. Ellos pueden componerse de Ingenieros del proceso técnico, tratando procesos de alto nivel, o pueden componerse de los miembros de los equipos de proyectos, tratando niveles inferiores o procesos de bajo nivel.
- **Ingeniero de Procesos:** El ingeniero de procesos en una organización desarrolladora de software es un administrador de conocimientos asociados al proceso que puede ver los problemas en su totalidad para hacer un diagnóstico y acercarse al detalle del proceso para resolverlos. Es la persona experta en diseñar procesos, guiar la implantación y entrenar al personal en los nuevos procesos definidos en un programa de mejora de procesos, proporcionando soporte a las actividades relacionadas con el mismo. Define y toma las mejores prácticas para ser aplicadas a los procesos productivos de la organización, buscando la eficiencia y organización de los mismos.

#### 4.2.5. Descripción de los Casos de Uso de Negocio.

Aunque muchos de los casos de negocio identificados pueden ocurrir sin la necesidad de un programa de mejora, se han tomado los trabajadores del negocio, teniendo en cuenta el marco de un programa de mejora, ya que se apunta a la definición de una herramienta para el soporte de este tipo de programas. La Figura 42, muestra los trabajadores del negocio en el Grupo de Mejora del Proceso.



**Figura 42. Trabajadores de Negocio – Grupo de Mejora del Proceso**

A continuación se describen los casos de uso identificados desde Agile SPI – Process con sus respectivos diagramas de actividades. Se ha mantenido la notación SPEM debido a que el diagrama de actividades para cada uno de los casos de uso ya se había identificado en las disciplinas identificadas para Agile SPI – Process, además de que su representación gráfica es independiente a la definición utilizada.

#### 4.2.5.1. Descripción del caso de uso Instalar Programa.

El grupo de mejora ante todo define los ítems que deberán tenerse en cuenta en la propuesta de mejora antes de que esta sea aprobada por la gerencia.

Una vez aprobada la propuesta de mejora, el trabajo a realizar en la propuesta será divulgado o comunicado a todos los niveles jerárquicos de la organización antes de instalar el programa, una vez realizada dicha comunicación se instala el programa de mejora.

Finalmente la instalación es llevada a cabo asignando cada uno de los recursos identificados, así como la asignación de las personas en los equipos identificados de acuerdo a sus capacidades y role definido.

#### 4.2.5.2. Realización del Caso de Uso Instalar Programa de Mejora (Diagrama de Actividades).

El Diagrama de Actividades del caso de uso de negocio Instalar Programa de Mejora, presenta 5 actividades principales, descritas a continuación:

1. La Gerencia y la Unidad Comercial junto con la Unidad de Producción son los encargados de identificar las necesidades o requerimientos del negocio.
2. El equipo de gestión - EG debe crear una propuesta de mejora basada en las necesidades o requerimientos del negocio identificados, en la cual se fijan unas actividades y objetivos de mejora que guiarán a todo el personal involucrado en el proyecto de mejora, el EG también es el encargado de identificar las personas que conformarán y harán parte del ETP y los EMs.
3. La propuesta de Mejora es enviada por el EG a la Gerencia para ser evaluada, la decisión tomada por la gerencia puede ser de rechazo por falta de recursos, de adecuación porque no se ven reflejadas las necesidades del negocio o no contar con la disponibilidad total de los recursos que se comprometen, o de aceptación (aprobación). En el caso de ser aprobada se instancia y

despliegan las personas involucradas e identificadas a formar parte de la infraestructura, en cada uno de sus roles, responsabilidades y actividades a desarrollar.

4. La Unidad Financiera es la encargada de asignar el talento humano, logístico y económico necesario y el cual ha sido identificado en el plan de mejora, de esta manera permitirá facilitar el desarrollo del programa de mejora de procesos de software para la empresa u organización. El talento humano interno o externo al programa de mejora también es proporcionado por la Unidad Financiera.
5. La Gerencia y Unidad Administrativa lanzan el programa de mejora y despliegan toda la información la cual puede ser consultada por el personal de toda la empresa.

#### **4.2.5.3. Descripción del caso de uso Evaluar Proceso.**

El evaluador del Programa de Mejora primero que todo, define junto con el ETP cuáles son los objetivos de realizar la valoración o evaluación, estos objetivos deben ser registrados en el sistema.

Luego, el evaluador debe realizar un plan de evaluación en donde se especifiquen los recursos a utilizar y el cronograma de trabajo, el cual también es registrado en el sistema.

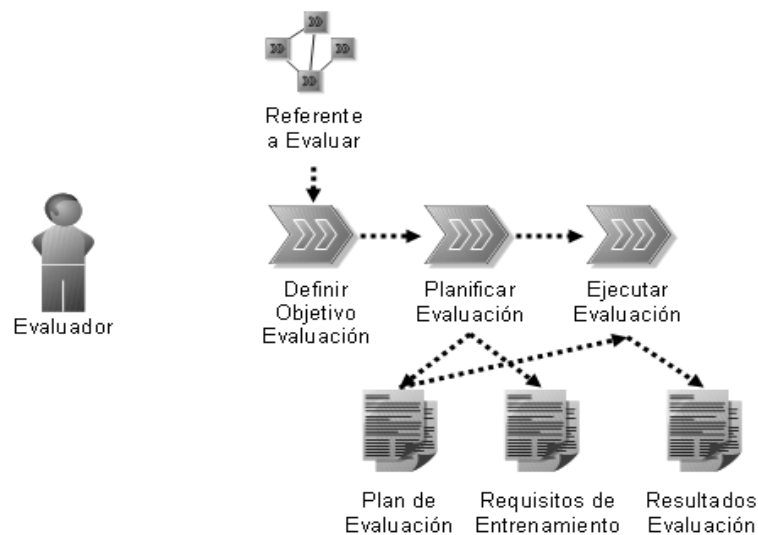
El evaluador además genera un documento en donde se plasmen los requisitos de entrenamiento para la realización de la evaluación y éste es almacenado en el sistema.

Finalmente el evaluador realiza la evaluación y los resultados de ésta son registrados en el sistema.

#### **4.2.5.4. Realización del Caso de Uso Evaluar Proceso (Diagrama de Actividades).**

El Diagrama de Actividades del caso de uso de negocio Evaluar Proceso, presenta 3 actividades principales (ver gráfica 43), descritas a continuación:

1. Conociendo las necesidades del negocio y el foco de atención al cual se debe dirigir la mejora (resultado arrojado por la valoración, el cual califica el nivel de implementación de las áreas dentro de la empresa de manera general junto con los requerimientos identificados por la Unidad de Producción, Unidad Comercial y la Gerencia, el ETP junto con el evaluador, definen los objetivos de mejora de cada referente o proceso a evaluar.
2. El ETP debe planificar y documentar todo lo referente al o las áreas a evaluar, identificar recursos (talento humano, tiempo, etc), definir actividades a realizar, asignar roles, responsabilidades y definir el método de evaluación que será utilizado, generándose así un plan de evaluación, el cual guiará de manera ordenada y controlada todo el proceso de evaluación, además de un documento donde se especifiquen los requisitos de entrenamiento.
3. El ETP pone en ejecución el plan de evaluación, documentando las áreas en las cuales se esta iniciando, ejecutando o terminando la evaluación, así mismo también documenta los resultados obtenidos en la evaluación. La Unidad financiera es la encargada de asignar todos los recursos solicitados para la evaluación.



**Figura 43. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Evaluación de Procesos.**

#### 4.2.5.5. Descripción del caso de uso Diseñar Proceso.

El analista de Procesos interpreta los resultados arrojados por la evaluación y registra la interpretación en el sistema. Luego identifica cuales son los casos de mejora y realiza su priorización en el sistema teniendo en cuenta además las necesidades del negocio.

Luego se dispone a identificar qué es lo que le hace falta a las áreas de proceso para que cumplan con los requisitos del Modelo de Referencia o de la empresa, esto será registrado en el sistema y será puesto en una página web para que pueda ser consultado por los participantes del Programa de Mejora.

Con los requisitos de mejora, el Diseñador se dispone a realizar el diseño del Componente de Proceso, esto debe ser registrado en el sistema, para que finalmente se pase a la implementación del diseño, registrando en el sistema una nueva versión del Área de Proceso.

#### 4.2.5.6. Realización del Caso de Uso Diseñar Proceso (Diagrama de Actividades).

El Diagrama de Actividades del caso de uso de negocio Diseñar Proceso, ver Figura 44 y 45, presenta 5 actividades principales, descritas a continuación:

1. Interpretar resultados: Antes de comenzar a realizar el diseño del área de proceso a ser mejorado se deben analizar los resultados arrojados por la evaluación realizada previamente, para esto se toma al modelo de referencia con el que se está trabajando y se ubican las áreas de proceso en los rangos definidos para su calificación.
2. Identificar las Mejoras Necesarias: Ya con la interpretación, se procede a tomar la decisión de qué será lo que se va a mejorar del área de proceso, esto se debe a que el Modelo de Referencia puede proponer el diseñar el área de proceso de una manera muy completa y lo que la empresa requiere por el momento es mejorar el área pero no completamente, ya sea porque no se cuenta con los recursos o porque no lo ve muy necesario y con sólo mejorar el área parcialmente cumple con las expectativas de la administración.
3. Realizar Plan de Diseño: Antes de realizar el diseño se debe realizar un plan. El plan debe ser claro, estricto y en su definición debe participar activamente el ingeniero de procesos. La

finalidad del plan es la de establecer metas y objetivos de mejoramiento en el diseño de los procesos y contribuir con la organización y control de las actividades definidas previamente.

4. Diseñar el componente de Proceso: Ya conociendo qué es lo que necesita el Área de Proceso para estar completamente implementada o que cumpla con los requerimientos de la administración, el diseñador realiza el diseño de ésta.
5. Implementar Diseño: Se materializa el diseño, entregando como resultado el componente de Proceso mejorado con sus Activos de Proceso, para su posterior implantación.



**Figura 44. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Análisis de Resultados.**



**Figura 45. Diagrama de Secuencia de la Estructura Dinámica – Disciplina Diseño de Procesos.**

#### 4.2.5.7. Descripción del caso de uso Instanciar Proceso.

Antes de implantar el área de proceso mejorada en la empresa, se deben solicitar los recursos que serán requeridos como personal y/o nueva tecnología. Con los recursos listos, se procede a diseñar el cómo será implantado el área de proceso dentro de la empresa a través de experimentos.

En base al diseño que ha sido realizado, se pasa a instanciar el área de proceso en proyectos pilotos, esto con el fin de observar el comportamiento de la nueva área de proceso y realizarle modificaciones en caso de ser necesario.

Después de haber realizado el piloto y sus correspondientes correcciones en caso de haber sido necesarias, se pasa a implantar oficialmente el área de proceso dentro de la empresa, arrojando como resultado la documentación correspondiente a la implantación y una nueva versión del área de proceso junto con sus activos de proceso dentro de la empresa.

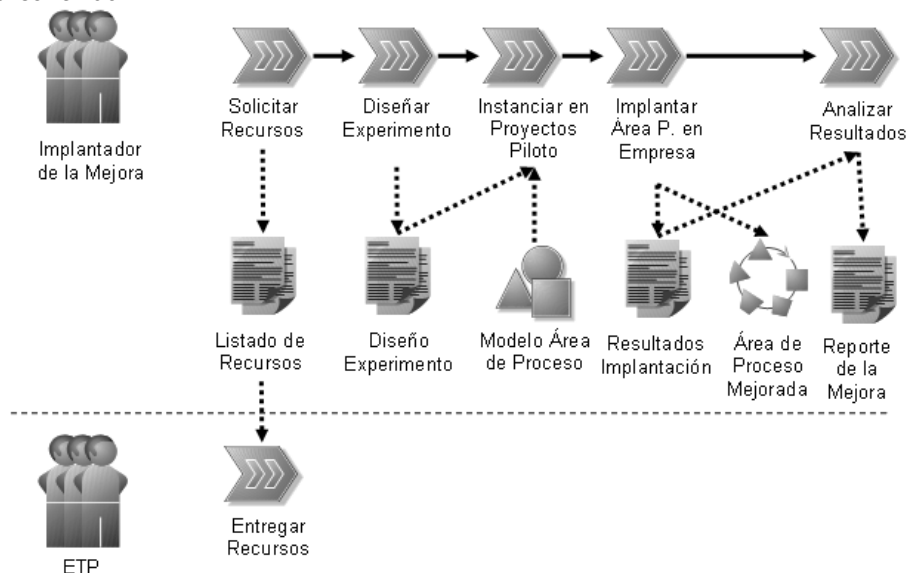
El último paso es analizar los resultados arrojados por la implantación, esto se hace para conocer que tanto se ha mejorado en los procesos de la empresa, esta actividad debe entregar un reporte donde refleje este análisis, el cuál será útil para hacer el análisis del programa de mejora.

#### **4.2.5.8. Realización del Caso de Instanciar Proceso (Diagrama de Actividades).**

El Diagrama de Actividades del caso de uso de negocio instanciar Proceso, ver Figura 46, presenta 6 actividades principales, descritas a continuación:

1. La Unidad de Producción, es la encargada de Definir Requisitos de Instanciación, dado que es en esta unidad que al final del programa de mejora se van a plasmar los cambios realizados durante todo el proceso. Se deben definir estos requisitos para abordar de una manera ordenada todo el trabajo que debe realizar la unidad. Son ellos quienes determinan si son o no viables las nuevas actividades definidas en la mejora.
2. Para tener un control sobre las actividades de instanciación definidas por la Unidad de Producción, es necesario que el grupo ETP diseñe el Plan de Instanciación, donde se determinan tiempos, se asignan responsabilidades y recursos para cumplir con los requerimientos definidos para éste fin.
3. Con la experiencia del EM se debe Depurar el Plan de Instanciación, pues el plan debe ser depurado y mejorado en aspectos más precisos, dado que es éste el grupo que posee el conocimiento detallado de los procesos de la organización y puede aportar ideas que serán determinantes para minimizar los riesgos e impacto que pueda traer el programa de mejora al ser instanciado en la organización. Este grupo debe ser el orientador del proceso y debe tener en cuenta que el plan debe contener actividades con el entrenamiento del personal, mini evaluaciones y mediciones a la mejora.
4. Es necesario que el Plan de instanciación cuando esté terminado, sea evaluado por el grupo EG para determinar la viabilidad del mismo. Si el grupo EG decide no aprobar en plan, debe informar a la Unidad de Producción dando sugerencias de las falencias encontradas en el plan, para que defina nuevamente los requerimientos de instanciación. Si todo lo contenido en el plan cumple con los alcances del programa de mejora, el grupo EG aprueba el plan de instanciación para seguir con la próxima actividad.
5. Para Instanciar los Procesos, es necesario seguir el plan definido anteriormente, se introducen o mejoran los procesos por medio del modelamiento, introducción de nuevas tecnologías y en general, por medio de las actividades definidas en la mejora. Se debe entrenar en los nuevos procesos al personal de la organización, [p.ej., realizando proyectos pilotos donde, se aplican las mejoras realizadas]. Por último, se debe implantar los procesos mejorados en los proyectos nuevos o existentes que tiene la organización, buscando por medio de una metodología incremental, que el impacto no sea tan fuerte, el grupo EG debe realizar evaluaciones para constatar la evolución del plan y se debe generar un documento con los resultados de la implantación.

6. Cuando una organización decide iniciar un proyecto de mejora, es indispensable que tenga presente que el proyecto no termina con la instanciación de los procesos en su Unidad productiva, sino que debe asegurar que los procesos evolucionen con la organización. Por esta razón es importante también evaluar la mejora, en donde se miden los avances o beneficios logrados por el proyecto de mejora y los resultados de la mejora. Se determinan los logros, el esfuerzo invertido, la manera en que las metas fueron alcanzadas y la forma más adecuada de implementar cambios en el futuro. Se utilizan las mediciones y registros acumulados durante las etapas anteriores del ciclo recién terminado, para analizar ésta información con el propósito de aprender de la experiencia y aumentar la habilidad de la empresa para mejorar los procesos en forma continua.

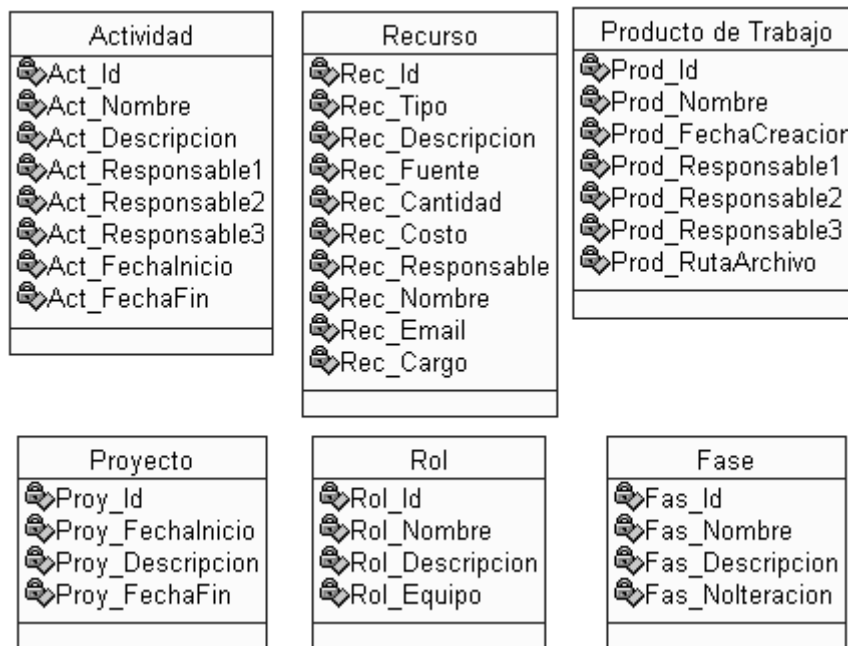


**Figura 46. Diagrama de Secuencia de la Disciplina Implantación de Procesos.**

### 4.3. Modelo Conceptual.

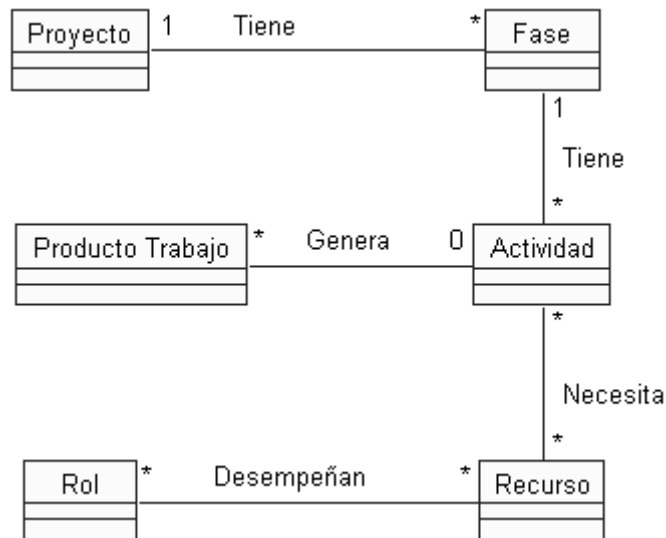
En este modelo se capturan los conceptos más importantes del contexto del sistema y los requerimientos que el cliente necesita.

En la Figura 47 se muestran los conceptos obtenidos del problema y sus respectivos atributos.



**Figura 47. Conceptos Sistema Agile SPI – Process Manager Tool.**

El modelo conceptual se puede apreciar en la Figura 48. Un proyecto de mejora tiene varias fases, cada fase tiene varias actividades. Cada actividad genera 0 ó varios productos de trabajo. Muchas de las actividades necesitan muchos recursos para ser desarrolladas. Muchos de los recursos necesitados pueden ser humanos, donde se pueden desempeñar muchos roles.



**Figura 48. Modelo Conceptual.**

#### 4.4. Lista de Funciones del Sistema-Árbol de Funciones.

Después de entender el contexto del sistema y de visualizar dónde el sistema a construir va a aportar a la organización, se realiza una lista de funcionalidades que el sistema deberá tener.



Referencia	Función	Categoría
R.1	<b>Ingresar al Sistema</b>	Evidente
R.2	<b>Gestionar Proyecto de Mejora</b>	
R.2.1	Crear Proyecto	Evidente
R.2.2	Eliminar Proyecto	Evidente
R.2.3	Administrar Proyecto	Evidente
R.2.3.1	Gestionar Productos de Trabajo	
R.2.3.1.1	Crear Producto de Trabajo	Evidente
R.2.3.1.2	Eliminar Producto de Trabajo	Evidente
R.2.3.1.3	Consultar Producto de Trabajo	Evidente
R.2.3.1.4	Modificar Producto de Trabajo	Evidente
R.2.3.2	Gestionar Actividades	
R.2.4.2.1	Consultar Actividad	Evidente
R.2.4.2.2	Modificar Actividad	Evidente
R.2.3.3	Gestionar Recursos	
R.2.3.3.1	Crear Recursos	Evidente
R.2.3.3.2	Asignar Recursos o roles	Evidente
R.2.3.3.3	Eliminar Recursos	Evidente
R.2.3.3.4	Consultar Recursos	Evidente
R.2.3.4	Crear Fases	Ocultas

**Tabla 7. Lista de Funcionalidades del Sistema.**

#### 4.5. Requisitos No-Funcionales.

Estos requisitos no se modelan pero tienen mucha importancia para el sistema en el momento de tomar decisiones tanto arquitecturales como de diseño. En la Tabla 8, se puede observar la lista de características no funcionales del sistema.

Características	Descripción	Funciones Afectadas	Obligatoria/Opcional
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 98/2000/Me/XP. Linux.	Todas	Obligatoria
<b>Lenguaje de programación</b>	Java	Todas	Obligatoria
<b>Sistema de gestión de bases de datos</b>	Postgres	Todas	Obligatoria
<b>Metáfora de interfaz de Usuario</b>	Interfaz WEB 256 Colores	Todas excepto las ocultas	Obligatoria

**Tabla 8. Lista de Requisitos no Funcionales del Sistema.**

Otras características no funcionales son los atributos de calidad, estos son muy importantes ya que hacen que el sistema responda correctamente a las necesidades tanto del cliente como del desarrollador.

Los atributos de calidad generalmente están distribuidos en todos los componentes arquitectónicos, pero pueden adquirirse a medida que se tomen las decisiones de la tecnología que se quiere implementar. Estos atributos son la información adicional de patrones arquitecturales y patrones de diseño. A continuación se lista el conjunto de atributos de calidad que se deben tener en cuenta a lo largo del desarrollo del proyecto y además se muestra un ejemplo de escenario de calidad el cual ayuda al desarrollador a obtener los atributos de calidad.

Atributo de Calidad	Descripción
<b>Distribución</b>	Poder colocar la lógica del negocio separada de los datos.
<b>Flexibilidad</b>	Sistema base para la creación de otras aplicaciones.
<b>Escalabilidad</b>	Debe tener la capacidad de agregar en el futuro más funcionalidades al sistema.
<b>Disponibilidad</b>	El sistema debe estar disponible las 24 horas 7 días a la semana si es posible.
<b>Seguridad</b>	El sistema debe autenticar a los usuarios y proteger la información contra accesos no autorizados.
<b>Usabilidad</b>	Diferentes usuarios pueden acceder a diferente contenido en diferentes formas. Interfaz intuitiva.
<b>Desempeño</b>	El sistema debe responder al usuario ante cualquier evento.
<b>Portabilidad</b>	El sistema puede funcionar sobre Windows o Linux.
<b>Modificabilidad</b>	Poder cambiar las respuestas del sistema sin tener que cambiar la interfaz visual. Poder hacer cambios futuros a la aplicación sin efectos drásticos.
<b>Interoperabilidad</b>	Para próximas conexiones con tecnologías como CORBA.

**Tabla 9. Atributos de Calidad.**

#### 4.6. Patrón Arquitectural de Agile SPI – Process Manager Tool.

Los patrones arquitecturales definen la estructura organizacional que va a llevar el sistema. Provee un grupo definido de subsistemas, especifica sus responsabilidades, e incluye algunas reglas o lineamientos para organizar las relaciones entre estos, además de resolver no todos pero sí algunos de los más importantes requisitos de calidad<sup>48</sup>.

Para el desarrollo de Agile SPI – Process Manager Tool se tomó el patrón de capas, el cual se basa en la división del sistema no sólo en la capa de base de datos y de cliente, si no en múltiples capas las cuales hacen que los elementos en una capa envíen y reciban información de las capas adyacentes que usualmente son objetos J2EE, objetos CORBA, entre otros. Estos envían la información entre los distintos niveles para ser posteriormente ser procesada y dependiendo del caso devuelven la información correspondiente al cliente.

Algunas de las ventajas que ofrece son:

- Reusabilidad de las capas, debido al uso de componentes. Al presentar una alta independencia, pueden algunas capas ser usadas en otros sistemas.
- El mantenimiento es mucho más fácil ya que los niveles de lógica del negocio pueden ser modificados sin necesidad de afectar a los clientes.
- El número de capas no está definido, así que si el sistema lo necesita puede crecer a cuantos niveles sea necesario, además de presentar facilidad en el crecimiento de las funcionalidades.

Sin embargo el modelo en capas presenta algunos inconvenientes, si es usado de forma incorrecta:

- Para sistemas pequeños de poco crecimiento, puede significar trabajo innecesario.
- Definir la granularidad de los paquetes de información que se intercambian entre capas es un factor crítico que muchas veces perjudica el desempeño del sistema.

---

<sup>48</sup> <http://c2.com/cgi/wiki-MultiTierArchitecture>

Ahora teniendo el Modelo de Negocios, el Modelo Conceptual, los Atributos de Calidad y la información del Patrón de Arquitectura, se da paso a la captura de requerimientos por medio de los diagramas de casos de uso donde se especifican las funcionalidades del sistema.

#### 4.7. Modelo de Casos de Uso.

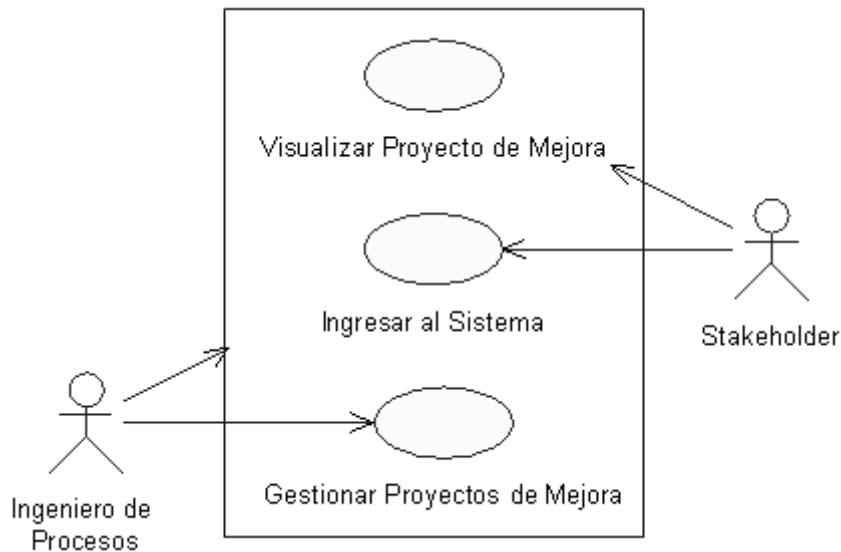
Los casos de uso del sistema se toman de la lista de funcionalidades del primer flujo de trabajo.

##### 4.7.1. Descripción de los actores del Sistema.

En Agile SPI – Process Manager Tool los actores son:

- *El Ingeniero de procesos:* es la persona especializada en las tecnologías de procesos. Su misión fundamental es la de diseñar, seleccionar los activos y la documentación relacionada con los procesos de la organización. Pone en marcha y ejecuta todo lo necesario para obtener un óptimo funcionamiento de los sistemas o procesos y en general, es el encargado de mantener el programa de mejora en una compañía.
- *El Stakeholder:* es cualquier participante del proceso y como tal, cuenta con la funcionalidad de visualizar el proceso y el acceso a los recursos asociados a éste, con la diferencia que no los puede modificar.

##### 4.7.1. Modelo de Casos de uso Simplificado.



**Figura 49. Diagrama general de Casos de Uso Simplificado.**

##### 4.7.2. Descripción Resumida de los casos de Uso.

En este trabajo de grado se describirán solo algunos de los casos de uso identificados anteriormente y que se han considerado de mayor importancia documentar.

Es importante realizar una descripción de los casos de uso para comprenderlos mejor:

<b>Nombre:</b>	<b>Ingresar al sistema</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de Proceso, Stakeholder.
<b>Propósito:</b>	Permitir el ingreso a las funcionalidades del sistema.
<b>Descripción:</b>	Agile SPI – Process Manager Tool contiene divisiones funcionales: una visualización general para cualquier usuario del sistema, que es representada por el caso de uso Visualizar Proyecto de Mejora y la Gestión de los Proyectos de Mejora. Para contar con una buena seguridad a nivel de usuario, es necesario restringir el ingreso sólo al personal autorizado a cada módulo, funcionalidad que se consigue con este caso de uso.
<b>Tipo:</b>	Primario.

**Tabla 10. Descripción Resumida Caso de Uso – Ingresar al Sistema.**

<b>Nombre:</b>	<b>Visualizar Proyecto de Mejora</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de procesos, Stakeholder.
<b>Propósito:</b>	Permitir la visualización de los Proyectos de Mejora existentes en el sistema.
<b>Descripción:</b>	Todos los usuarios registrados están facultados para visualizar la información almacenada por Agile SPI - Process Manager Tool, con el fin de que sea de fácil acceso para su visualización.
<b>Tipo:</b>	Primario.

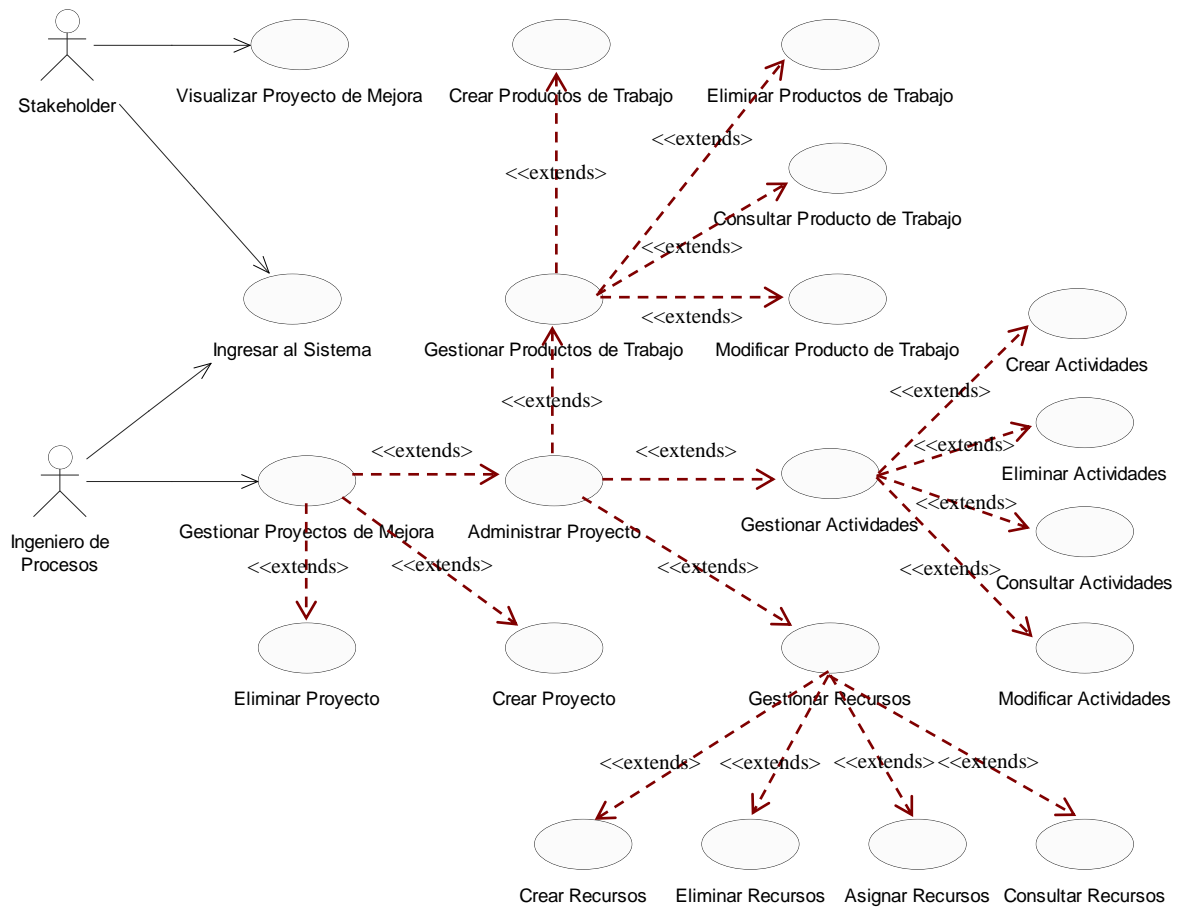
**Tabla 11. Descripción Resumida Caso de Uso – Visualizar Proyecto de Mejora.**

<b>Nombre:</b>	<b>Gestionar Proyectos de Mejora</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de procesos.
<b>Propósito:</b>	Administrar todas las opciones e información pertenecientes a un Proyecto de Mejora.
<b>Descripción:</b>	Este caso de uso representa la principal funcionalidad y relevancia de Agile SPI – Process Manager Tool. La Gestión de los Proyectos de Mejora consta de crear y administrar cada uno de los proyectos de mejora existentes en el sistema, así como la Gestión de los Productos de Trabajo, Recursos y Actividades.
<b>Tipo:</b>	Primario.

**Tabla 12. Descripción Resumida Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora.**

#### **4.7.3. Diagrama de Casos de Uso Extendido.**

El objetivo de estos casos de uso es conseguir una comprensión más precisa de los requisitos y una descripción de los mismos que sea fácil de mantener y que contribuya a estructurar el sistema entero. Para este caso particular, la Figura 50 contiene el diagrama extendido del caso de uso Administrar Proyecto y de los demás casos de uso pertenecientes a las funcionalidades del ingeniero de procesos.



**Figura 50. Diagrama general de Casos de Uso Extendido.**

A continuación, se detallan los casos de uso real y el curso normal de los eventos respectivamente para los casos de uso Ingresar al Sistema, Gestionar Proyectos de Mejora y Crear Proyecto de Mejora:

<b>Nombre:</b>	<b>Ingresar al sistema</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de Proceso, Stakeholder.
<b>Propósito:</b>	Permitir el ingreso a las funcionalidades del sistema.
<b>Descripción:</b>	Agile SPI – Process Manager Tool contiene divisiones funcionales: una visualización general para cualquier usuario del sistema, que es representada por el caso de uso Visualizar Proyecto de Mejora y la Gestión de los Proyectos de Mejora. Para contar con una buena seguridad a nivel de usuario, es necesario restringir el ingreso sólo al personal autorizado a cada módulo, funcionalidad que se consigue con éste caso de uso.
<b>Tipo:</b>	Primario.

**Figura 51. Interfaz - Caso de Uso – Ingresar al Sistema.**

<b>Curso Normal de los Eventos</b>	
<b>Acción de los actores</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
1. Este caso de uso inicia cuando el usuario (Administrador de la Intranet, Ingeniero de procesos o stakeholder) desea ingresar al sistema.	2. Muestra el menú inicial
3. Selecciona la opción de ingresar al sistema	4. Solicita Login y password (Nombre de usuario y clave)
5. Ingresa su login en el campo A, el password en el campo B y pulsa el botón C para enviar la solicitud.	6. Comprueba existencia de usuario
	7. Despliega las opciones adecuadas para cada tipo de usuario en una nueva página.

**Tabla 13. Descripción Resumida Caso de Uso – Ingresar al Sistema.**

<b>Nombre:</b>	<b>Gestionar Proyectos de Mejora</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de procesos.
<b>Propósito:</b>	Administrar todas las opciones e información pertenecientes a un Proyecto de Mejora.
<b>Descripción:</b>	Este caso de uso representa la principal funcionalidad y relevancia de Agile SPI – Process Manager Tool. La Gestión de los Proyectos de Mejora consta de crear y administrar cada uno de los proyectos de mejora existentes en el sistema, así como la Gestión de los Productos de Trabajo, Recursos y Actividades.
<b>Tipo:</b>	Primario.

<b>Gestión de Proyectos de Mejora</b>			
<b>Identificador del Proyecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha de Creación AA/MM/DD</b>	<b>Ultima Modificación AA/MM/DD</b>
CM1-CMMI2	Primer ciclo de mejora para la mejora de los procesos de la empresa en CMMI escalonado Nivel 2.	2006-02-02	2006-05-05
CM2-REQ-DREQ	Segundo ciclo de mejora para la creación de las áreas de proceso: Administración y Desarrollo de Requerimientos. CMMI Continuo.	2006-09-06	2007-03-09
CM3-VAL-VER	Tercer ciclo de mejora para la creación de las áreas de proceso: Validación y Verificación del Producto. CMMI Continuo.	2006-09-10	2007-09-03

[Administrar](#) **A**

[Administrar](#)

[Administrar](#)

[Crear Proyecto](#) **B** [Regresar](#)

**Figura 52. Interfaz - Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora.**

<b>Curso Normal de los Eventos</b>	
<b>Acción de los actores</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
1. Este caso de uso inicia cuando el ingeniero de procesos ha ingresado al sistema.	2. Despliega toda la lista de proyectos de mejora existentes en el sistema.
3. El actor puede seleccionar la opción A Administrar cualquiera de los proyectos de mejora o B crear un nuevo proyecto de mejora.	4. Despliega la interfaz dependiendo de la opción escogida. [Ver Caso de uso real crear proyecto y administrar proyecto].

**Tabla 14. Descripción Resumida Caso de Uso – Gestionar Proyectos de Mejora.**

<b>Nombre:</b>	<b>Crear Proyecto de Mejora</b>
<b>Actores:</b>	Ingeniero de procesos.
<b>Propósito:</b>	Administrar todas las opciones e información pertenecientes a un Proyecto de Mejora.
<b>Descripción:</b>	Este caso de uso representa la principal funcionalidad y relevancia de Agile SPI – Process Manager Tool. La Gestión de los Proyectos de Mejora consta de crear

	y administrar.
<b>Tipo:</b>	Primario.

**Crear Proyecto**

<b>Identificador del Proyecto</b>	CM1-CMMI2 <span style="float: right;">A</span>
<b>Descripción</b>	Primer ciclo de mejora para la mejora de los procesos de la empresa en CMMI <span style="float: right;">B</span>
<b>Fecha Creación</b>	2006-02-02
<b>Líder de la Mejora</b>	Juan Carlos Vidal <span style="float: right;">C</span>
<b>Email</b>	jcvidal@unicauca.edu <span style="float: right;">D</span>
<b>Fuente</b>	Externo <span style="float: right;">E</span>
<b>Cargo</b>	Otro <span style="float: right;">F</span>

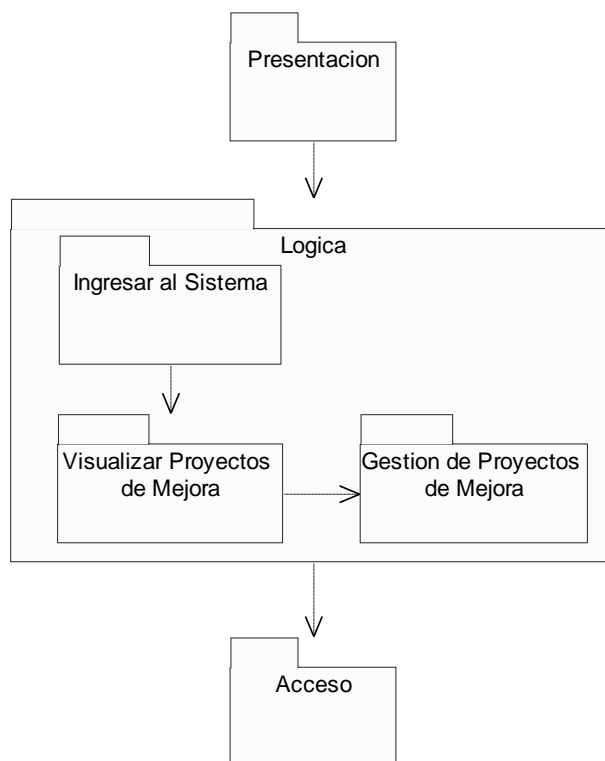
Regresar
Crear Proyecto G

**Figura 53. Interfaz - Caso de Uso – Crear Proyecto de Mejora.**

<b>Curso Normal de los Eventos</b>	
<b>Acción de los actores</b>	<b>Respuesta del sistema</b>
1. Este caso de uso inicia cuando el ingeniero de procesos selecciona la opción Crear Proyecto en la interfaz Gestión de Proyectos de Mejora.	2. Despliega el formulario de crear proyectos.
3. Ingresar y seleccionar los datos solicitados en el formulario en las casillas A, B, C, D, E y F. Por último, envía el formulario desde el botón G, Crear Proyecto.	4. Verifica la información y realiza el almacenamiento de los archivos en el repositorio de datos
	5. Informa el éxito de la operación y pasa al usuario a la pestaña de asociar activos al proceso.

**Tabla 15. Descripción Resumida Caso de Uso – Crear Proyecto de Mejora.**

#### 4.8. Diagrama de Paquetes de Análisis y Clases de Análisis.



**Figura 54. Diagrama de Paquetes de Análisis.**

El diagrama de la Figura 54 está compuesto por un paquete de presentación, en el cual se encuentran las interfaces que se van a presentar al usuario. En el paquete de lógica se incluyen el paquete de Gestión de Proyectos de Mejora, el cual a su vez está compuesto de todas las clases que gestionan o controlan los proyectos de mejora y el ingreso al sistema de los usuarios. El paquete de acceso agrupa todas las clases que tienen que ver con el acceso a la información. La Figura 55 permite una mejor visualización del diagrama de clases de análisis.





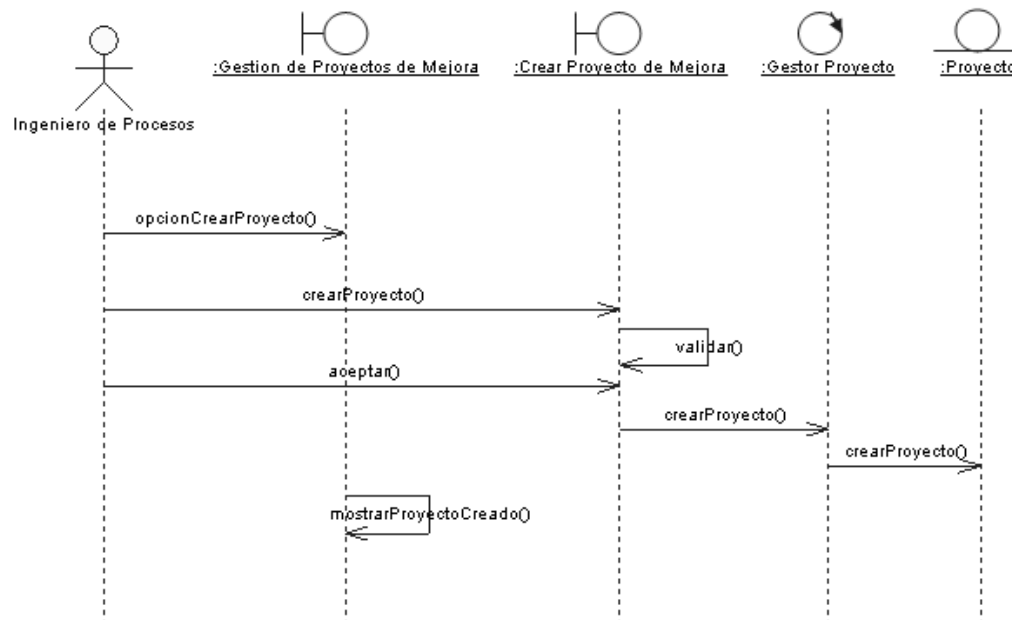


Figura 56. Diagrama de Secuencia – Crear Proyecto de Mejora.

## 4.10.Arquitectura

### 4.10.1. Plataforma J2EE.

Las aplicaciones empresariales demandan servicios como procesamiento de transacciones, acceso a bases de datos, mensajería, entre otros, ya que la arquitectura de éstas es mucho más compleja y la información del cliente debe ser bien manejada.

J2EE brinda acceso a estos servicios a través de un elemento denominado contenedor. El contenedor es uno de los elementos software de la arquitectura de la plataforma J2EE, que en tiempo de ejecución permite que los clientes tengan acceso a todas estas funciones empresariales. Esta plataforma de J2EE define un modelo de programación encaminado a la creación de aplicaciones basadas en n-capas.

En la arquitectura de Agile SPI – Process Manager Tool se contemplan cuatro capas, en función del tipo de servicio y contenedor, ver la Figura 57 a continuación:

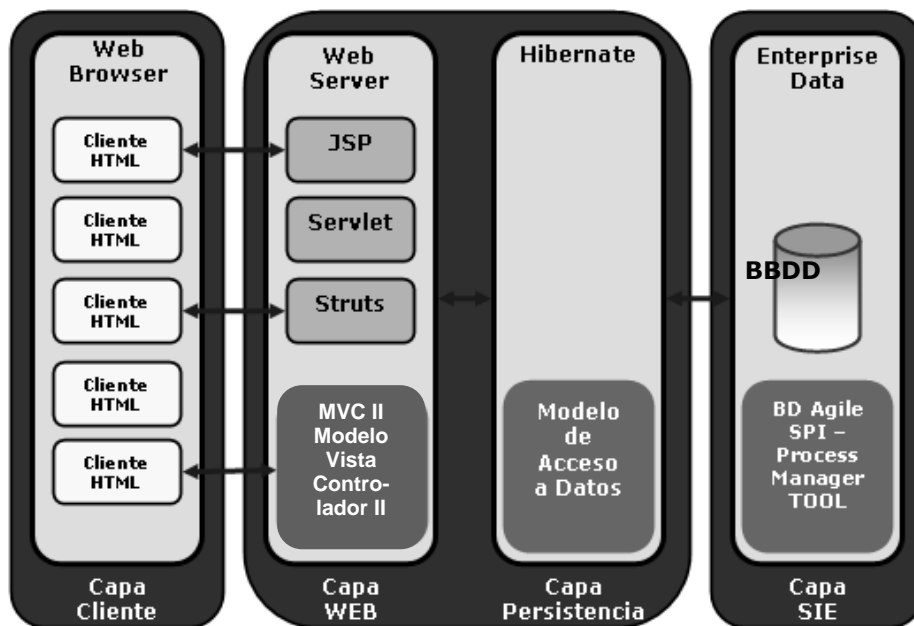


Figura 57. Arquitectura Agile SPI – Process Manager Tool.

- Capa de **cliente**, también conocida como capa de presentación o de aplicación. Nos encontramos con componentes no-Java (HTML y JavaScript, etc.).
- Capa **Web**. Intermediario entre el cliente y otras capas. Sus componentes principales son los servlets y las JSP. Los servlets pueden llamar a los EJB directamente, mientras que las JSP utilizan etiquetas propias.

Tanto servlets como JSP se ejecutan en el servidor.

- Capa de **Persistencia** utilizando Hibernate<sup>49</sup>. Capa de persistencia objeto/relacional y un generador de sentencias sql. Nos permite diseñar objetos persistentes que podrán incluir polimorfismo, relaciones, colecciones, y un gran número de tipos de datos. De una manera muy rápida y optimizada podremos generar BBDD en cualquiera de los entornos soportados: Oracle, DB2, MySql, etc, y lo más importante de todo, es **open source**, lo que supone, entre otras cosas, que no tenemos que pagar nada por adquirirlo. Lo que parece claro es que Hibernate separa el código de nuestras clases de negocio de la realización de nuestras sentencias SQL contra la BBDD. Por lo tanto Hibernate es el puente entre nuestra aplicación y la BBDD, sus funciones van desde la ejecución de sentencias SQL a través de JDBC hasta la creación, modificación y eliminación de objetos persistentes, ver Figura 58.

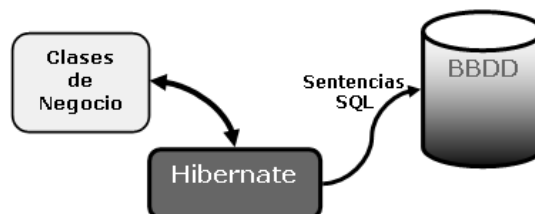


Figura 58. Capa de Persistencia con Hibernate.

<sup>49</sup> Hibernate, <http://hibernate.bluemars.net>

Con la creación de la capa de persistencia se consigue que los desarrolladores no necesiten conocer nada acerca del esquema utilizado en la BBDD. Tan solo conocerán la interface proporcionada por nuestro motor de persistencia. De esta manera conseguimos separar de manera clara y definida, la lógica de negocios de la aplicación con el diseño de la BBDD.

- Capa de **sistemas de información empresarial**. Esta capa engloba a nuestros sistemas de información: bases de datos relacionales.

La visión de la arquitectura es un **esquema lógico**, no físico. Cuando hablamos de capas nos referimos sobre todo a **servicios** diferentes (que pueden estar físicamente dentro de la misma máquina e incluso compartir servidor de aplicaciones y JVM<sup>50</sup>).

#### 4.11. Modelo de Persistencia

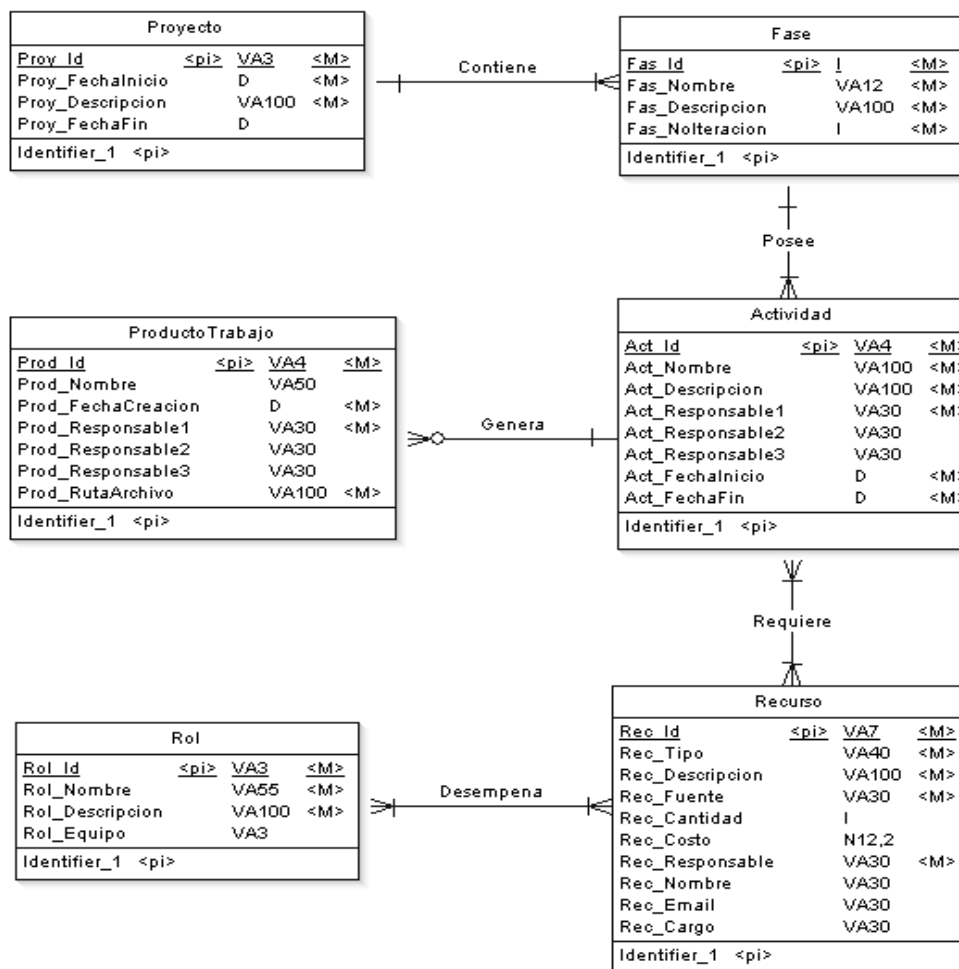


Figura 59. Modelo Entidad Relación de la base de datos Agile SPI – Process Manager Tool.

<sup>50</sup> JVM, Java Virtual Machine

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- El aporte innovador de este trabajo de grado se ve reflejado en la adecuación y adaptación de técnicas y metodologías de trabajo en equipos y modelos de mejora de procesos de software a las necesidades y características de la industria del desarrollo de software en Colombia y Latinoamérica, especialmente en la pequeña y mediana empresa.
- Las empresas que hagan uso e implementen Agile SPI - Process se verán beneficiadas con una guía de mejora que les permitirá gestionar y mantener programas de mejoramiento de procesos de software de una manera ordenada, adecuada a sus características, ágil, completa, liviana, entendible, económica y controlable.
- Agile SPI – Process más que un proceso de mejora de procesos de software, es una solución metodológica soportada sobre modelos internacionales ampliamente reconocidos, el cual es fácilmente aplicable a cualquier iniciativa de mejora de procesos de software. El proceso integra diferentes componentes, manuales, plantillas, productos de trabajo y disciplinas que proporcionan una guía de mejora completa pero no pragmática a diferencia de otras.
- A pesar que el potencial de la industria de desarrollo de software en nuestro país está representada en un 99% por MIPyMES, los esfuerzos hacia la mejora de procesos es mínimo para empresas dentro de este escenario. Sin embargo Agile SPI – Process es una buena iniciativa que gracias a sus estrategias de divulgación ha empezado a marcar el camino hacia el fortalecimiento de las Pymes en sus procesos.
- La exploración en nuevos campos de investigación de la ingeniería de software, como por ejemplo en modelos, guías y metodologías de mejora de procesos software adaptado a PyMES, es un gran comienzo que refleja las necesidades de nuestras empresas en utilizar modelos y guías que soporten las características más importantes y diferenciadoras, como lo son: talento humano, economía, proyectos y procesos.
- Agile SPI – process es independiente del modelo de referencia a usar, no solo se limita a mejorar los procesos de software en base a un modelo de calidad, este puede ser usado para mejorar los procesos de cualquier empresa tomando referentes o metodologías de desarrollo de software como XP, UP, lineal, cascada, prototipado, etc.
- Agile SPI – Process propone una alternativa en la mejora de procesos de software, ya que le permite a las organizaciones y empresas elegir entre mejorar sus procesos de software independientemente de perseguir una certificación o no.
- La creación de disciplinas de mejora en Agile SPI – Process permite clarificar no sólo el que hacer en un proyecto de mejora de procesos de software sino también visualizar el como hacerlo, diferencia importante entre modelos reconocidos internacionalmente.
- La mejora de procesos de software y demás temas afines a la calidad es un campo que está madurando; Agile SPI – Process abre la posibilidad de seguir investigando y trabajando en este escenario. Los futuros proyectos de investigación e investigadores en este contexto, cuentan desde ya con una base teórica y metodológica inicial para seguir aportando a la evolución, diferenciación y posicionamiento de las empresas de la industria de software colombiana.
- Agile SPI – Process asegura entregas de mejora en menor tiempo y una mejor gestión a diferencia de las metodologías creadas y diseñadas para empresas excesivamente grandes en comparación al gran porcentaje de PyMES que componen nuestra industria de software.

- Como conclusión final, resulta satisfactorio aportar un “Proceso de Mejora de Procesos de Software Agile SPI - Process” con el que se pretende servir de guía o punto de apoyo para el mejoramiento continuo de procesos de software independientemente del modelo (CMM, CMMI), norma (ISO 9000, ISO/IEC 15504) o metodología de referencia (UP, XP, etc).

Recomendaciones:

- Es imperante fortalecer y mejorar los niveles de competitividad de las PyMES Iberoamericanas desarrolladoras de software mediante la difusión de un marco metodológico común.
- Recomendamos la divulgación del modelo, puesto que éste es de gran importancia en la guía de mejora de procesos de software de la industria desarrolladora de software de nuestra región, Colombia y porque no Iberoamérica, permitiéndoles obtener la oportunidad de adquirir un mejor posicionamiento a nivel competitivo con la mejora de sus procesos.
- Recomendamos seguir ejecutando y experimentando en este tipo de programas o proyectos de mejora, teniendo en cuenta las experiencias, lecciones aprendidas y conclusiones derivadas en la aplicación y ajuste obtenidos en el caso de estudio.
- Recomendamos a la industria del software en especial en el contexto de las PyMES, la experimentación, ejecución y gestión de proyectos de mejora con la utilización de las herramientas propuestas en este trabajo de grado, Agile SPI – Process, Agile SPI – Process Manager Tool y demás herramientas que hacen parte del proyecto SIMEP-SW y que fueron utilizadas durante la realización de este proyecto.
- Es importante que tanto el Estado como las entidades financiadoras de proyectos de investigación y desarrollo como COLCIENCIAS, sigan apoyando este tipo de iniciativas en la mejora de los procesos de software, factor que está siendo determinante y obligatorio en la inmersión en mercados internacionales.
- Es importante que este proyecto sea de acceso público. Recomendamos que antes de que el portal del proyecto SIMEP-SW esté en función, se publique en un sitio WEB temporal que tenga funcionalidad de recolección de experiencias con el fin de que el modelo las recoja, que el portal actúe como un observatorio de la industria, no necesariamente sólo para el proceso de mejora, sino para estar en contacto con la misma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RUIZ G, Francisco. "MANTIS: Definición de un Entorno para la Gestión del Mantenimiento de Software". Tesis Doctoral. Departamento de Informática. Universidad de Castilla – La Mancha. Junio de 2.003.
- [2] BUSINESS SOFTWARE ALLIANCE. "Industria del software podría crecer 645% hasta el año 2005". Febrero 2003. Último acceso Miércoles, 8 de febrero de 2.006.  
<http://global.bsa.org/colombia/press/newsreleases/2003-02-21.1476.phtm>
- [3] HURTADO, Julio Ariel. "El modelo integral de mejoramiento Agile SPI". Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Popayán, Agosto de 2.004
- [4] HURTADO, J. Ariel. "Sistema Integral para el Mejoramiento de los procesos de Desarrollo de Software en Colombia (SIMEP-SW)". Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Popayán, Julio de 2.003.
- [5] HERNÁNDEZ, Muñoz. José Luís. "Rentabilidad del desarrollo de proyectos de cómputo". México 2002. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006.  
<http://www.monografias.com/trabajos13/renta/renta.shtml>
- [6] FUGGETTA, Alfonso, CONRADI, Reidar. *Improving Software Process Improvement*. Dipartimento di Elettronica e Informazione. Politecnico di Milano. Julio 2.002.
- [7] MCFEELEY, Bob. IDEAL<sup>SM</sup>: *A User's Guide for Software Process Improvement*. Software Engineering Institute (SEI) Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania. CMU/DEI-96-HB-001, febrero 1.996.
- [8] SCOTT, L. JEFFERY, R. CARVALHO, L. D'AMBRA, J. RUTHERFORD, P. *Practical Software Process Improvement – The IMPACT Approach in Proceedings 2001 Australian Software Engineering Conference*, pp. 182-189, IEEE Computer Society Press, 2001. The University of New South Wales.
- [9] MOEN, Ronald D. NOLAN, Thomas W. PROVOST, Lloyd P. Traducción libre del cap. 1 "Improvement of Quality" del libro *Improving Quality Through Planned Experimentation*. Ed. McGraw-Hill. Último acceso jueves, 23 de marzo de 2.006.  
<http://correo.udlap.mx/~jtambore/mej-cal/mej-cal.html>
- [10] VISCONTI. Z. Marcello, Dr. *Ingeniería de Software Avanzada*. Universidad Técnica Federico Santa Maria. Departamento de Informática. 3 de Agosto de 2001. Valparaíso Chile.
- [11] BEDINI, G. Alejandro, Msc. Extracto del libro "Calidad Tradicional y de Software". Universidad Técnica Federico Santa Maria. Industrias Campus Santiago de Chile. 2002. Documento digital.
- [12] ISO. *Internacional Organization for Standardization*. Norma UNE-EN ISO 9000:2000 Apartado 3.1.1. .
- [13] MONTILVA, C. Jonás A., Ph.D. *Mejoramiento de los procesos de desarrollo de software*. Universidad de Los Andes Facultad de Ingeniería Postgrado en Computación Mérida, Venezuela. 2002.

- [14] VISCONTI, Z. Marcello, Dr. Proyecto FONDECYT. "*Calidad y Mejoramiento de Procesos de Software: Herramientas Específicas, Procesos Genéricos y Mejores Prácticas para Cerrar la Brecha entre el Diagnóstico - Planificación y la Acción Práctica*". Departamento de Informática de la Universidad Técnica Federico Santa María. Último acceso lunes, 13 de marzo de 2.006. <http://www.inf.utfsm.cl/~cistrary/descripcion.html>.
- [15] VISCONTI, Z. Marcello, Dr. *Software Process Improvement Overview*. Departamento de Informática. Universidad Técnica Federico Santa María. 2001. Valparaíso, Chile.
- [16] TANTARA INC. *Software process improvement & related standards/models*. Business consulting firm specialized in software best practices and the improvement of process effectiveness and software product/service potential. Julio 24 del 2.001. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. [http://www.tantara.ab.ca/a\\_stds.htm](http://www.tantara.ab.ca/a_stds.htm)
- [17] ALQUICIRA ESQUIVEL, Claudia, M. en C. *Programa de mejora, una carrera por la mejora que no tiene meta*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. [http://www.avantare.com/articulos/novedades\\_articulodelmes.html](http://www.avantare.com/articulos/novedades_articulodelmes.html)
- [18] SYNSPACE. *Evaluación y Análisis de los Procesos de Desarrollo de Software*. 2003. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.synspace.com/ES/Assessments/spa.html>
- [19] GUERRERO, Luciano. *Ciclo de Mejoramiento de Procesos: el Modelo IDEAL<sup>SM</sup>*. Montreal, PQ, Canadá. Octubre 1.999. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/3629/>
- [20] SHEWHART, Walter. Scriven M. *Evaluation Thesaurus*. Sage Publications: Newbury Park, CA (1991).
- [21] DEMING, W. E. *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering (1986).
- [22] JURAN, J. M. *Planning for Quality*. New York: Macmillan (1988).
- [23] HUMPHREY, W. S. *Managing the Software Process*. Reading, MA: Addison-Wesley (1989).
- [24] MALPASS, Pete. MAHER, Jhon. *General CMM Installation Guide V0.9*. 1997.
- [25] SYNSPACE. *INTACS Certified ISO/IEC 15504 (SPICE) Assessor*. Octubre 27 de 2.004. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.synspace.com/ES/Seminars/sat.html>
- [26] IBARGÜENGOITIA, G. Guadalupe. *Aplicación de Moprosoft a un caso práctico*. Facultad de Ciencias, UNAM. 2005.
- [27] PINO Francisco J. GARCIA, Félix. RUIZ, Francisco. PIATTINI, Mario. *Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la Evaluación de la Madurez de Procesos Software*. 2.005.
- [28] CRAFTWARE LTDA. *Reingeniería de Proceso de Desarrollo*. 2.003. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.craftware.net/es/reengineering.html>



- [29] GUERRERO, Luciano. *Mejoramiento de procesos*. 1999-2000. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/3629/mejoramamiento.htm>
- [30] GUERRERO, Luciano. *El Método CBA IPI*. 1999-2000.
- [31] GUERRERO, Luciano. 1999-2000. *Evaluación de proyectos*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. [www.geocities.com/SiliconValley/Lab/3629/evaluand.htm](http://www.geocities.com/SiliconValley/Lab/3629/evaluand.htm)
- [32] STÅLHANE, T. WEDDE, K. J. "SPI—Why Isn't It More Used?" *Proc. EuroSPI '99, Pori School of Technology and Economics, Pori, Finland, Serie A25*, pp. 1.34–1.39.
- [33] HURTADO, Julio Ariel. "Agile SPI: Un enfoque ágil hacia la mejora de procesos de Software". Resumen. Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Popayán. 8 de Mayo de 2005.
- [34] HUMPREY, W. S. *A Discipline for Software Engineering*. Reading, SEI series in software engineering, MA: Addison-Wesley, 1.995.
- [35] JACOBSON, Ivar. BOOCH, Grady. RUMBAUGH, James. "El proceso Unificado de Desarrollo de Software". Edición en español. Ed Addison Wesley. 2.000.
- [36] ZAHRAN, Sami. "Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success". Software Engineering Institute.1.998.
- [37] HUMPREY, S. W. *The Team Software Process*. Technical Report CMU/SEI-2000-TR-023. 2.000.
- [38] CANÓS, José H. LETELIER Patricio. PENADÉS, María Carmen. *Metodologías ágiles en el Desarrollo de Software*. Universidad Politécnica de Valencia. 2004.
- [39] REYNOSO. Carlos. "Métodos heterodoxos en desarrollo de software". Universidad de Buenos Aires. Versión 1.0. Abril de 2.004. Último acceso Lunes, 3 de abril de 2.006. [http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap\\_arq/heterodox.asp](http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap_arq/heterodox.asp)
- [40] GUERRERO, F. Rodrigo. MARTÍNEZ, J. Freddy. PROYECTO FRAMEWORK PDS. *Marco de trabajo para Definición de Procesos de Desarrollo de Software. Versión 1.0.1*. Universidad del Cauca. 16 de marzo de 2005.
- [41] HOLLINGSWORTH. David. "Workflow Management Coalition the Workflow Reference Model". 55 p. Enero de 1995.
- [42] DE LA VILLA, Manuel. RUIZ, Mercedes. RAMOS, Isabel. *Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo*. Proyecto CICYT. 2.004.
- [43] CHAPELA, C. Leonardo. Dr. *Calidad Y Competitividad En La Industria Del Software*. Prodigia. Septiembre, 2.001.
- [44] PINO, F. José. *Modelos de evaluación de la calidad de los procesos de desarrollo de software*. Universidad del Cauca. Junio de 2.005.
- [45] ISO/IEC. (1998c). *ISO IEC 15504 TR2:1998. Software Process Assessment - Part 4: Guide to conducting assessment*. International Organization for Standardization.

- [46] SEI. (2001). *Standard CMMI<sup>SM</sup> Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI<sup>SM</sup>)*, Version 1.1: Method Definition Document. CMU/SEI-2001-HB-001. Software Engineering Institute.
- [47] ISO/IEC. (1998a). *ISO/IEC 15504 TR2:1998, Software Process Assessment - Part 2: A reference model for processes and process capability*. International Organization for Standardization.
- [48] ISO/IEC. (1995). *ISO/IEC 12207 – UNE 71044 (1999) Tecnología de la Información Proceso de Ciclo de Vida del Software*. AENOR – Asociación Española de Normalización y Certificación.
- [49] ISO/IEC. (2002). *ISO/IEC 12207 AMENDMENT 1: Information Technology - Software Life Cycle Processes Amendment 1*. International Organization for Standardization.
- [50] *Manifiesto for Agile Software Development*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.agilemanifesto.org/>
- [51] AHERN, D. CLOUSE, A. TURNER, R. *CMMI(R) Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement*, Second Edition. Addison-Wesley (Sep.2003).
- [52] SCRUM. *Métodos Heterodoxos en Desarrollo de Software*. 11 de junio de 2004. Último acceso Lunes, 3 de abril de 2.006. [http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap\\_arq/heterodox.asp](http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap_arq/heterodox.asp).
- [53] OBJECT MANAGEMENT GROUP. "Software Process Engineering Metamodel Specification". Adopted Specification of the Object Management Group, Inc; Versión 1.0 formal/02-11-14. Noviembre 2.002.
- [54] MAS, Antonia. AMENGUAL, Esperanza. *La mejora de procesos de software en las pequeñas y medianas empresas. Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real*. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software. Volumen 1, No. 2, ISSN: 1885-4486 © ATI, diciembre, 2005.
- [55] MAS, Antonia. *Un Nuevo Modelo para la Implantación de un Sistema de Gestión de Calidad en Pymes de Desarrollo de Software basado en SPICE (ISO/IEC 15504)*. Ph. D. Thesis, Universitat de les Illes Balears, 2005.
- [56] ESSI. *ESSI: European Software and System Initiative*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. [http://www.cordis.lu/esprit/src/essi.htm#ch1\\_1](http://www.cordis.lu/esprit/src/essi.htm#ch1_1)
- [57] SPIRE. *Software Process Improvement in Regions of Europe, SPIRE*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.cse.dcu.ie/spire>
- [58] GRUNBACHER, P. "A software assessment process for small software enterprises". Proceedings of the EUROMICRO 97: New Frontiers of Information Technology, conference, septiembre 1997, pp. 123-128.
- [59] ESPINOIDE. *ESPINOIDE: ESSI (European Software and System Initiative) PIE (Process Improvement Experiments) Nodes*. Último acceso martes, 10 de octubre de 2.006. <http://www.cordis.lu/esprit/src/stessi.htm>
- [60] TOPS. TOPS: Toward Organised Software Processes in SMEs. 27977 TOPS –ESPINOIDE for Central Italy. "Rapid Software Process Assessment to Promote Innovation in SME's". 1999.

- [61] LIED, H. J. "Experience from process improvement in a SME". Proceedings of the European Software Process Improvement conference, octubre 1999.
- [62] CALVO-MANZANO, J. A. *Método de mejora del proceso de desarrollo de sistemas de información en la pequeña y mediana empresa*. Ph. D. Thesis, Universidad de Vigo, 1999.
- [63] KAUTZ, K., WESTERGAARD, H. THAYSEN, K. "Applying and Adjusting a Software Process Improvement Model in Practice: The Use of the IDEAL Model in a Small Software Enterprise". *Proceedings of the International Conference on Software Engineering*, junio 2000, pp. 626-633.
- [64] BATISTA, J., DIAS DE FIGUEIREDO, A. "SPI in a Very Small Team: a Case with CMM". *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 5, nº 4, diciembre 2000, pp. 243-250.
- [65] HORVAT, R.V., ROZMAN, I. and GYORKOS, J. "Managing the Complexity of SPI in Small Companies". *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 5, nº 1, marzo 2000, pp. 45-54.
- [66] LEUNG, H., YUEN, T. "A Process Framework for Small Projects". *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 6, nº 2, junio 2001, pp. 67-83.
- [67] RICHARDSON, Ita. "SPI Models: What Characteristics are Required for Small Software Development Companies". *Software Quality Journal*, vol. 10, nº 2, septiembre 2002, pp. 101-114. Kluwer Academic Publishers.
- [68] BEECHAM, S., HALL, T., RAINER, A. "Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis". *Empirical Software Engineering*, vol. 8, nº 1, marzo 2003, pp. 7-42. Kluwer Academic Publishers.
- [69] DYBÅ, Tore. *Factors of Software Process Improvement Success in Small and Large Organizations: An Empirical Study in the Scandinavian Context*. Proceedings of the 9th European software engineering conference held jointly with 11th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering. 2003.
- [70] GUERREO, F., ETEROVIC, Y. "Adopting the SW-CMM in a Small IT Organization". *IEEE Software*, vol. 21, nº 4, julio-agosto 2004, pp. 29-35.
- [71] KIVAL C. Weber. ROCHA, A. Regina. ALVES, Ângela, AYALA, Arnaldo M. GONÇALVES, Austregésilo. PARET, Benito. SALVIANO, Clênio. MACHADO, Cristina F. SCALET, Danilo. PETIT, Djalma. ARAÚJO, Eratóstenes. BARROSO, Márcio Girão. OLIVEIRA, Kathia. OLIVEIRA, Luiz Carlos A. AMARAL, Márcio P. CAMPELO, Renata Endriss C. MACIEL, Teresa. *Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software: uma abordagem brasileira*. 2.004.
- [72] OKTABA, Hanna. *Energía e Industria. Moprosoft: el nuevo modelo que impondrá una norma mexicana para la calidad en la industria del software*. Entrevista con la Dra. Hanna Oktaba, presidenta de la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software (AMCIS). Boletín IIE, julio-septiembre del 2.003.
- [73] OKTABA, Hanna. *Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft*. Versión 1.1 Mayo 2003.

- [74] VIDAL, J. Carlos. Propuesta para la convocatoria de proyectos de investigación científica y tecnológica. *Sistema Integral Para El Mejoramiento De Los Procesos De Desarrollo De Software En Colombia (Simep-SW)*. Junio 2003.
- [75] BY SINAN, Si Alhir. PMP, IT Project+, e-Biz+. *The Enterprise Implementation Framework (EIF): Beyond the IDEAL Model*. June 4, 2005.
- [76] PERALTA, Mario L. *Asistente Para La Evaluación De Cmmi-Sw*. 2.003.
- [77] SANCHEZ, C. Johana. SOLIS, M. Elena. PINO, J. Francisco. VIDAL, J. Carlos. SIMEP-SW: *Herramienta web para la valoración de la calidad de procesos software en pymes tool web for appraisal of quality of software processes in pymes*. 2.005
- [78] CMM-QUEST, 2001. *Self assessment tool, HM&S IT-Consulting GmbH*. Demo disponible en el sitio de la empresa. Último acceso jueves, 21 de septiembre de 2.006. <http://www.cmm-quest.com/>
- [79] IME TOOLKIT, 2003. *Interim Maturity Evaluation Toolkit, Management Information Systems*. Último acceso jueves, 21 de septiembre de 2.006. [http://www.man-info-systems.com/MIS\\_files/page0006.htm](http://www.man-info-systems.com/MIS_files/page0006.htm)
- [80] APPRAISAL WIZARD, 2003. *Formal or informal appraisal tool, Integrated System Diagnostics Incorporated*. Demo disponible en el sitio de la empresa. Último acceso jueves, 21 de septiembre de 2.006. <http://www.isd-inc.com>.
- [81] SEI. *Capability Maturity Model® Integration (CMMI<sup>SM</sup>)*, Version 1.1. CMMI<sup>SM</sup> for Software Engineering (CMMI-SW, V1.1). CMU/SEI-2002-TR-029. ESC-TR-2002-029. Agosto 2.002.
- [82] CONTE, Paul. *Guía de supervivencia para el desarrollo del software: Cinco pasos para ir del Caos al Control*. Picante Software. SoftLanding Systems, Inc. 2.003.
- [83] TAFUR, A. Fernando. Presidente Junta Directiva Fedesoft. *Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas – ISTIR*. Último acceso lunes, 16 de marzo de 2.006. [www.fedesoft.org](http://www.fedesoft.org)
- [84] FUGGETTA, Alfonso. *Software Process: A Roadmap*. Politecnico di Milano Dipartimento di Elettronica e Informazione. 2000.
- [85] SANCHEZ, C. Johana. SOLIS, M. Elena. ARDILA, C. Alberto. *MLCMPDS: Modelo Liviano De Calidad Para La Mejora De Procesos De Desarrollo Software*. Universidad del Cauca. 2.006.