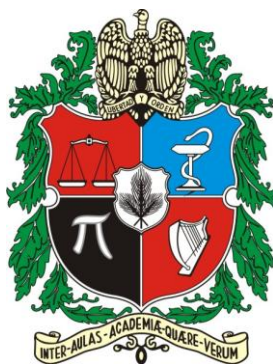

EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL NÚCLEO DEL SEMAT EN ENTORNOS ACADÉMICOS

Presentado por:

David Felipe Cifuentes Gil



Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

NOVIEMBRE 2016

EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL NÚCLEO DEL SEMAT EN ENTORNOS ACADÉMICOS

Presentado por

David Felipe Cifuentes Gil

Director:

Jairo Hernán Aponte Melo

Maestría en ingeniería de Sistemas y Computación

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Noviembre del 2016

Dedicatoria

A mis padres y hermanos por su continuo amor y apoyo en el camino a perseguir mis sueños.

En memoria de mi abuelo Guillermo Gil y su compañera Dolly, quienes siempre fueron una constante inspiración para mí, Dios los guarde y cuide para siempre.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia y su incondicional apoyo, siempre han sido y serán el motor de mi vida.

Agradezco a mi director el profesor Jairo Aponte, quien con su visión y conocimiento me orientó en la culminación de mi maestría y sembró en mí el interés por la educación.

Agradezco a los estudiantes y grupos de trabajo que contribuyeron en la realización de este trabajo, su valioso tiempo e ideas fueron indispensables para mi investigación.

Tabla de Contenido

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	1
1.1. RESUMEN.....	1
1.2. INTRODUCCIÓN.....	2
1.3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
1.5. OBJETIVOS	7
1.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	8
CAPÍTULO II - ESTADO DEL ARTE	9
CAPÍTULO III - HERRAMIENTAS PARA SEMAT	13
3.1. ESTADO ACTUAL	13
3.1.1. <i>SEMAT Accelerator</i>	13
3.1.2. <i>EssWork Practice Workbench</i>	14
3.1.3. <i>Alpha state explorer</i>	15
3.2. HALLAZGOS DE LA REVISIÓN.....	15
3.2.1. <i>SematAcc:</i>	16
3.2.2. <i>Alpha State Explorer:</i>	16
3.2.3. <i>EssWork</i>	17
3.2.4. <i>Resultados</i>	17
CAPÍTULO IV - SEMAT MANAGER	18
4.1. INTRODUCCIÓN.....	18
4.1.1. <i>Descripción</i>	18
4.1.2. <i>Desafíos</i>	19
4.1.3. <i>Problema a resolver</i>	19
4.1.4. <i>Principales características y funcionalidades</i>	19
4.2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	21
4.2.1. <i>Tecnologías y herramientas de desarrollo</i>	21
4.2.2. <i>Modelo conceptual</i>	23
4.2.3. <i>Arquitectura</i>	24
4.3. INTERFAZ DE USUARIO	25

4.4.	FASE DE PRUEBAS	38
4.4.1.	<i>Funcionalidades a probar</i>	38
4.4.2.	<i>Tipos de pruebas</i>	39
4.4.3.	<i>Ejecución de pruebas</i>	39
4.4.4.	<i>Resultados de las pruebas</i>	41
 CAPÍTULO V - CASO DE ESTUDIO		45
5.1.	MOTIVACIÓN.....	45
5.2.	OBJETIVOS	46
5.3.	DEFINICIÓN DEL ESTUDIO	46
5.3.1.	<i>Tipo de estudio</i>	47
5.3.2.	<i>Participantes</i>	47
5.3.3.	<i>Características del contexto</i>	48
5.3.4.	<i>Preguntas de investigación</i>	48
5.3.5.	<i>Metodología de trabajo</i>	48
5.4.	RECOPIACIÓN DE DATOS	49
5.4.1.	<i>Etapa I: Caracterización del grupo de estudio</i>	49
5.4.2.	<i>Etapa II: Gestión de proyectos a través SEMAT Manager</i>	50
5.4.3.	<i>Culminación de la experiencia con SEMAT</i>	51
5.4.4.	<i>Enfoque y línea de tiempo del caso de estudio</i>	52
5.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
5.5.1.	<i>Caracterización del grupo de estudio</i>	52
5.5.2.	<i>Definición y configuración del proyecto usando SEMAT Manager</i>	56
5.5.3.	<i>Organización y comunicación del equipo</i>	58
5.5.4.	<i>Ejecución de actividades</i>	61
5.5.5.	<i>Construcción de software con SEMAT</i>	63
5.5.6.	<i>Evaluación de SEMAT</i>	66
 CAPÍTULO VI - CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO		71
6.1.	CONTRIBUCIONES.....	71
6.2.	LIMITACIONES	72
6.3.	TRABAJO FUTURO.....	72
6.4.	CONCLUSIONES	73
 BIBLIOGRAFÍA		78
 ANEXOS		78

Índice de figuras

<i>Figura 1. Sección Status en SEMAT Accelerator para un proyecto demo.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2. Logo de la herramienta EssWork.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3. Espacio de trabajo de EssWork.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4. Aplicación Alpha State Explorer.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5. Módulos de SEMAT Manager.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Características y funcionalidades.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7. Stack de tecnologías, Frontend y Backend.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8. Modelo de datos de SEMAT Manager.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9. Diagrama de componentes.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10. Diagrama de despliegue.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11. Login de la aplicación.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 12. Espacio de trabajo.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. Menú de usuario.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14. Menú de administración.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. Menú del proyecto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. Perfil de usuario.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17. Selección de avatar de usuario.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 18. Log de actividad de un usuario.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 19. Administración de proyectos.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 20. Configuración inicial de un proyecto, sección de prácticas.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 21. Administración de roles.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 22. Administración de usuarios.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. Log de actividades de un proyecto.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 24. Información pública de un proyecto.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 25. Información básica de una iteración.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 26. Objetivos de una iteración.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 27. Wiki del proyecto.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 28. Tablero de estado del proyecto.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 29. Tarjeta del estado Solution Needed del alfa Opportunity.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 30. Objetivos BHF ilustrados con atributos potenciales que los describen.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 31. Temas tratados en la retroalimentación por iteración.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 32. Cronología de desarrollo del caso de estudio.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 33. Experiencia usando lenguajes de programación.....</i>	<i>53</i>

<i>Figura 34. Lenguajes de programación conocidos por los estudiantes.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 35. Métodos ágiles conocidos por los estudiantes.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 36. Auto-evaluación de percepción sobre aprendizaje en SEMAT.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 37. Claridad de temas en la definición del proyecto.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 38. Objetivos BHF destacados en la configuración inicial del proyecto.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 39. Importancia de las herramientas usadas para cumplir los objetivos de las iteraciones.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 40. Objetivos BHF destacados en la organización y comunicación del equipo.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 41. Porcentajes de planeación de las tareas de una iteración con base en el núcleo.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 42. Sentimiento de Felicidad usando el núcleo en la tercer iteración.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 43. Objetivos BHF destacados en la ejecución y la satisfacción de sus actividades asignadas.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 44. Promedios de estimación del porcentaje de avance en los Alfas.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 45. Objetivos BHF destacados en el logro de los objetivos de las iteraciones.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 46. Rapidez de avance en los estados de alfa durante las iteraciones.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 47. Esfuerzo requerido en el avance de los estados de alfa durante las iteraciones.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 48. Objetivos BHF destacados en la consecución del proyecto.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 49. Mockup del Login de SEMAT Manager.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 50. Mockup del Home de SEMAT Manager.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 51. Mockup - Perfil de usuario de SEMAT Manager.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 52. Mockup de la Administración de proyectos.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 53. Mockup de la Administración de roles.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 54. Mockup de la Administración de usuarios.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 55. Mockup de la Información de un proyecto.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 56. Mockup - Historial de actividad reciente de un proyecto.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 57. Mockup de las Iteraciones de un proyecto.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 58. Mockup - Wiki de un proyecto.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 59. Mockup del Status board de un proyecto.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 60. Mockup - Skinny system para un proyecto.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 61. Mockup del Tablero de tareas de un proyecto.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 62. Mockup - Tareas asignadas a un usuario.....</i>	<i>91</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 2. Módulos de SEMAT en fase de pruebas.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 3. Tipos de pruebas.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4. Clasificación de la severidad de los errores.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5. Casos de prueba.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 6. Resumen del resultado del primer ciclo de pruebas.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 7. Cuestionario de usabilidad de SEMAT Manager realizado al tester.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 8. Semestre actual de los estudiantes.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 9. Percepción del rendimiento en la definición inicial del proyecto.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 10. Satisfacción con respecto a los resultados obtenidos en las dos primeras iteraciones.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 11. Satisfacción con respecto a la rapidez en la ejecución de las tareas.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 12. Satisfacción con respecto al rendimiento del equipo.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 13. Ranking de rapidez de avance de los estados de alfa.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 14. Ranking del esfuerzo requerido para el avance de los estados de alfa.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 15. Funcionalidades implementadas en SEMAT Manager.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 16. Funcionalidades pendientes de implementar en SEMAT Manager.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 17. Resultados del primer ciclo de pruebas.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 18. Retroalimentación sobre la usabilidad desde la perspectiva del tester.....</i>	<i>95</i>

Índice de anexos

<i>Anexo A - Modelo de datos de SEMAT Manager.....</i>	<i>78</i>
<i>Anexo B - Historias de usuario de SEMAT Manager.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo C - Mockups web de SEMAT Manager.....</i>	<i>83</i>
<i>Anexo D - Ejecución del primer ciclo de pruebas a SEMAT Manager.....</i>	<i>92</i>
<i>Anexo E - Encuesta inicial Knowledge self assessment.....</i>	<i>95</i>
<i>Anexo F - Encuesta 1 - Support of SEMAT in the project settings.....</i>	<i>100</i>
<i>Anexo G - Encuesta 2 - Rate of team organization.....</i>	<i>103</i>
<i>Anexo H - Encuesta 3 - Qualification of task.....</i>	<i>106</i>
<i>Anexo I - Encuesta 4 - Objectives vs. results.....</i>	<i>112</i>
<i>Anexo J - Encuesta 5 - Alphas and problematic states.....</i>	<i>114</i>

Introducción

1.1. Resumen

En un contexto de innovación en temas de ingeniería de software, el entorno académico presenta ciertas ventajas en la enseñanza y análisis de diversas teorías sobre desarrollo de software. Allí se puede encontrar un reflejo del uso y aprendizaje de métodos de desarrollo, los cuales son muy útiles para alcanzar las metas de un proyecto.

El presente trabajo se enfatizó en aspectos esenciales de una nueva iniciativa llamada SEMAT (Software Engineering Method and Theory), que sirve como marco de trabajo y de pensamiento para cualquier método de desarrollo de software, especialmente si se trata de un método ágil. Su principal lenguaje se conoce como el núcleo; el análisis realizado durante esta investigación fue evaluar si los principios, valores y prácticas en un equipo de desarrollo de software son efectivamente apoyados con herramientas adecuadas, de tal manera que se alcancen menores costos de producción, ampliación de funcionalidades y sencillez del software construido.

Durante el desarrollo de la investigación se construyó la aplicación web SEMAT Manager, que fue usada por varios grupos de trabajo durante el desarrollo de un proyecto de software. Mediante esta herramienta se recolectó información para analizar el progreso y comportamiento del equipo de trabajo durante la construcción del software. Adicionalmente, se identificó y valoró el impacto del uso de SEMAT en equipos de desarrollo, y se obtuvo información útil que pueden usar empresas que quieran implementar SEMAT en combinación con algún método ágil de desarrollo.

La investigación realizada se dividió en dos fases. La primera se enfocó principalmente en una revisión de herramientas existentes en el mercado que apoyan la iniciativa SEMAT, así como también sobre la construcción de la herramienta web llamada SEMAT Manager, la cual contempla varias funcionalidades para la administración de proyectos de software. SEMAT Manager permite describir un proyecto detalladamente: los productos de trabajo a generar, clientes del software, integrantes del equipo de desarrollo, herramientas a usar, una wiki para la organización del proyecto, entre otras. Adicionalmente, en SEMAT Manager se puede realizar un seguimiento y una planeación iterativa de las tareas definidas para la construcción del software; esto apoyado de una funcionalidad llamada *Status Board*, la cual modela el núcleo de SEMAT de una manera fácil de entender y usar. Finalmente, la herramienta tiene funcionalidades generales, como la gestión del perfil de usuario, cambio de contraseña, registro de actividades de un usuario y demás, con el fin de brindar una experiencia agradable al usuario.

En la segunda fase se llevó a cabo el seguimiento a un caso de estudio con desarrolladores de software en un entorno académico, usando el núcleo del SEMAT. Dicho caso fue planificado, ejecutado, monitoreado y analizado con técnicas y procesos propios de investigación empírica en ingeniería de software. Los resultados no son generalizables, pero arrojan evidencias positivas en relación con la organización de equipos ágiles de desarrollo.

Finalmente, se puede sentar un precedente en el ámbito académico para que investigadores, docentes, estudiantes y empresas de software conozcan e implementen esta iniciativa en sus proyectos de desarrollo y mantenimiento de software; así como encuentren una guía en los resultados de este proyecto. En síntesis, con los resultados de este proyecto se busca contribuir en la aplicación de nuevas formas desarrollar software en Colombia que mejoren la productividad de las empresas y la calidad de los productos generados.

1.2. Introducción

La enseñanza de la ingeniería de software ha sido una preocupación constante para los profesores, profesionales e investigadores. De ahí que, desde hace varias décadas, existan conferencias arbitradas internacionales y talleres donde los investigadores, educadores y formadores de la industria de todo el mundo han estado publicando sus investigaciones. Los temas tratados en estos eventos van desde asuntos técnicos, hasta problemas sociales y culturales que, a menudo, surgen durante el trabajo en equipo y gestión de proyectos. Aparte de eso, han germinado varias iniciativas dirigidas por gremios como IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y ACM (Association for Computing Machinery) las cuales han servido para mejorar y estandarizar los temas que deben enseñarse a los ingenieros de software en el futuro.

El SEMAT (Software Engineering Method and Theory) proporciona a los desarrolladores una nueva forma de concebir el dominio de la ingeniería de software. En este marco de trabajo es factible para los equipos de software percibir y realizar un seguimiento del progreso, avance y robustez de los esfuerzos de desarrollo, que usualmente combinan prácticas ágiles de acuerdo con las circunstancias particulares de cada proyecto. Además, SEMAT provee un modelo de referencia común y lenguaje para hablar y mejorar sus métodos de trabajo. Así como Jacobson, Spence & Ng afirman, "combining agile and SEMAT yields more advantages than either one alone" [14]

Esta investigación tuvo un enfoque de aplicación de conocimientos en el desarrollo de proyectos reales de construcción de software, con el objetivo de evaluar el desempeño y utilidad de la iniciativa SEMAT. Esta evaluación servirá como una experiencia en un entorno real, la cual, eventualmente, servirá como punto de partida para la inserción y uso del Núcleo en proyectos académicos.

En la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, la enseñanza de la ingeniería de software para los estudiantes de pregrado se imparte en dos cursos consecutivos, uno prerrequisito del otro: Ingeniería de software I e Ingeniería de software II. El primero abarca temas como los fundamentos de ingeniería de software, una breve introducción a la gestión, el diseño orientado a objetos utilizando UML, una breve revisión de métodos ágiles de desarrollo, la realización de un proyecto de ingeniería de software junto con los marcos para la evaluación y mejora de procesos, tales como CMM, SPICE, y Cobit. El segundo es, sobre todo, una experiencia práctica que se centra en la creación y desarrollo de un sistema de software -por lo general una aplicación web- siguiendo un método ágil elegido por el equipo de software.

La investigación permitió observar la experiencia de los equipos de desarrollo que utilizaron SEMAT en combinación con las prácticas ágiles que tradicionalmente han empleado los estudiantes del segundo curso. A continuación, se abordarán varios temas, incluyendo: cómo enseñar la esencia de SEMAT, la utilidad en la organización de equipos de trabajo, herramientas que podrían utilizarse para apoyar las diversas actividades del proyecto de software y cómo supervisar y evaluar el trabajo de los estudiantes.

Durante la ejecución del proyecto, se revisaron métodos de desarrollo ágil empleados, se reunió información sobre los fundamentos y evolución de la iniciativa SEMAT, así como de las principales experiencias sobre el uso del núcleo en entornos académicos. La recopilación de esta información contribuyó a definir los requerimientos iniciales para construir una herramienta de software durante la investigación. De ahí que uno de los productos fuese una aplicación web llamada SEMAT Manager, reajustada continuamente mediante diversas y reiteradas pruebas y uso, y con base en la retroalimentación de usuarios. Esto permitió cumplir con el objetivo de poner a disposición de uno de los equipos de desarrollo el núcleo de SEMAT.

El punto de partida para modelar el núcleo de SEMAT (las 7 dimensiones fundamentales y sus respectivos estados) fue la definición de un caso de estudio que funcionara como guía para la evaluación y validación de la iniciativa. Tal como se mencionó anteriormente, también se construyó una herramienta llamada SEMAT Manager que funcionará como medio para la auto-organización de un equipo de trabajo en la realización de un proyecto real. El caso de estudio constó de diferentes fases transversales al desarrollo de los proyectos, una de las cuales fue la capacitación del equipo de trabajo, tanto en el uso de la herramienta como en los conceptos claves de la iniciativa SEMAT. Durante el desarrollo del caso de estudio, se capturó información a través de *logs* de la herramienta y constantes encuestas al personal para identificar lo aprendido sobre el núcleo, qué tan inmerso se encontraba el equipo en el uso de SEMAT y cuáles percepciones tenían del núcleo y su utilidad. Finalizando esta fase de captura, se procedió a realizar un análisis de la información, y se valoró la utilidad de SEMAT para apoyar el proceso de desarrollo, con el propósito de identificar aspectos claves en el mejoramiento de la iniciativa.

El procedimiento que se siguió para validar la información y formular análisis acertados tuvo en cuenta una validación de contenido, de constructo y de criterio en la recopilación de datos usados, con el fin de evaluar la satisfacción en el uso de SEMAT. Las secciones y temas elegidos para esta validación se organizaron con el docente del curso de Ingeniería de software II y formaron parte de la base sobre la cual se construyó el caso de estudio. Es pertinente mencionar que algunos aspectos cualitativos y que representan actitudes o percepciones no pudieron ser medidos directamente, por lo que fueron valorados a través de indicadores y comparados para definir comportamientos o tendencias, así establecer un instrumento de medida en relación con contextos externos.

Posteriormente, con base en los resultados de la evaluación de los datos obtenidos del caso de estudio, se estableció la influencia y pertinencia del núcleo del SEMAT en el desarrollo de proyectos de software en entornos académicos. Además de contribuir con el crecimiento y masificación de la iniciativa SEMAT, estos resultados le proporcionaron al investigador destrezas en la ejecución de proyectos con este marco de trabajo y el uso de métodos y herramientas estadísticas para el análisis de los datos en proyectos de software. En consecuencia, teniendo en cuenta la importancia que se ha dado en Latinoamérica, principalmente en nuestro país, al tema de desarrollo de software, el presente proyecto de investigación ha dejado las habilidades y conocimientos necesarios para que el investigador pueda participar de procesos de emprendimiento y allí

aplicar lo aprendido para contribuir en la creación y concreción de ideas innovadoras en desarrollo de software.

Este documento está organizado de la siguiente forma. En el capítulo 1 se presentan los antecedentes del tema, la descripción del problema, los objetivos de la investigación y los métodos empleados para la realización del proyecto. En el capítulo 2 se aborda el estado de arte. En el capítulo 3 se describen las herramientas existentes en el mercado para apoyar la iniciativa y se hace una breve evaluación de las mismas. En el capítulo 4 se presenta SEMAT Manager, una herramienta construida como apoyo en la enseñanza del núcleo de SEMAT. En el capítulo 5 se aborda la definición y ejecución del caso de estudio; en este se da seguimiento al desarrollo de diferentes proyectos de ingeniería de software implementados como parte de un curso de ingeniería de software de la Universidad Nacional de Colombia. Así mismo se realiza una evaluación del núcleo de SEMAT con base en los resultados y progreso de los proyectos, así como en una retroalimentación de los estudiantes. Finalmente, en el capítulo 6, se presentan las conclusiones, los aportes, limitaciones y se resume el trabajo futuro.

1.3. Antecedentes y justificación

En los últimos años se han realizado avances significativos en ingeniería de software debido a la influencia que tienen las diferentes notaciones de modelado, las herramientas y los métodos de desarrollo de software. Especialmente los métodos han acentuado el interés por la ingeniería de software, debido a su influencia en la mejora de los procesos de desarrollo [3]. Hasta hace algunos años, el proceso de desarrollo se encontraba asociado al énfasis de control del proceso mediante una rigurosa definición de roles, actividades y productos de trabajo, incluyendo modelado y documentación detallada [15]. Este esquema "tradicional" para abordar el desarrollo de software ha demostrado ser efectivo y necesario en proyectos de gran tamaño (respecto a tiempo y recursos), en los que, por lo general, se exige una serie de productos de trabajo y formalismos en el proceso, además de ser procesos prácticamente secuenciales y cargados de documentación [3] [4].

Sin embargo, este enfoque no resulta ser el más adecuado para muchos de los proyectos donde el entorno del sistema es muy cambiante, hay exigencias para reducir los tiempos de desarrollo y para mantener una alta calidad. Por ello, surgieron posibles soluciones orientadas a este tipo de escenarios, denominadas **métodos ágiles**, orientados a proyectos pequeños y enfocados a simplificar el proceso de desarrollo, a su vez que se garantiza la flexibilidad y calidad en el software [5][15].

En la comunidad de la ingeniería del software, hay partidarios de los métodos tradicionales "métodos basados en planes" y aquellos que apoyan las ideas emanadas del "Manifiesto Ágil" conocidos como "métodos livianos o ágiles" [8] [3]. En la actualidad, en el entorno académico hay significativo influjo con el uso de los métodos ágiles, pues se ha expandido el desarrollo de software a una amplia gama de proyectos, en los que los equipos son pequeños, los requisitos volátiles, los tiempos reducidos y se basan en los avances tecnológicos actuales [5].

De esta manera se busca que el equipo construya el software de manera iterativa e incremental, así facilitar la introducción de cambios a los requisitos, a partir de retroalimentaciones continuas paralelas al desarrollo del producto, de esta forma, aumentar el valor del software y atacar las necesidades de los usuarios durante todo el proceso de desarrollo [3].

Se puede afirmar que no existe una metodología universal para tener éxito en cualquier proyecto de desarrollo de software, debido a que las metodologías deben ser adaptadas al contexto del proyecto (recursos técnicos y humanos, tiempo de desarrollo, tipo de sistema, etc.) [5]. No obstante, la aplicación de las prácticas sugeridas por los métodos ágiles no siempre son ejecutadas adecuadamente, debido, principalmente, a las diferentes percepciones sobre la ejecución de los métodos, incluso, sobre los conceptos básicos y la manera como cada grupo de desarrollo los emplea [1] [15].

Esto sucede debido a que la ingeniería de software, a diferencia de otras disciplinas académicas, no tiene un conjunto de principios y teorías aceptadas para explicar su esencia como disciplina, aunque sí existen diferentes teorías candidatas conocidas en la comunidad, no hay acuerdos para formalizar la teoría, debido, en parte, a las diferentes posiciones [1] [2]. Es decir, el problema radica en la falta de consenso y aceptación de algunas de las ideas y principios sugeridos [7]. Entre los temas más debatidos, está la importancia de la teoría de software como una disciplina práctica de ingeniería, así como sus reglas generales y sus directrices, [1] debido a que sin el apoyo predictivo y prescriptivo de la teoría, esta estaría relegada a procesos de diseño de ensayo y error.

Esta situación ha derivado en problemas específicos, a saber: la prevalencia de modas en el entorno empresarial, la falta de principios y bases teóricas aceptadas, la expansión de métodos y prácticas determinadas por el punto de vista de quien los aplica, la falta de evaluación experimental creíble y su validación, y una división notoria entre la enseñanza en la academia y las prácticas industriales, pues aún falta un cuerpo de conocimiento consensuado sobre los aspectos teóricos y prácticos de la ingeniería de software [11] [4] [1].

La iniciativa SEMAT (Software Engineering Method and Theory) fue formulada en septiembre de 2009 y buscaba desarrollar una base rigurosa, teóricamente sólida, para la ingeniería de software. Sus fundadores, Jacobson, Meyer y Soley, decidieron que la iniciativa debía ser un apoyo al proceso para refundar la ingeniería del software, basado en una teoría sólida, principios probados y las mejores prácticas. Además, debía enfocarse en subsanar las falencias identificadas de manera que esta incluya un núcleo de elementos aceptados y extensibles para contextos y usos específicos, a su vez, tenga cuenta la tecnología y los recursos humanos, que apoye la evolución de las necesidades y de la tecnología, y que aborde la brecha entre la academia e investigación [1] [3].

El proceso para refundar la ingeniería de software requiere de un núcleo de elementos ampliamente aceptados en el terreno común de la misma; es decir, un núcleo de elementos y conceptos generalizados que siempre prevalezcan en el desarrollo de software [2]. El establecimiento de este núcleo proporciona prácticas y herramientas necesarias para comprender mejor, plantear y abordar los temas tratados en la aplicación de prácticas de ingeniería de software con mayor eficacia.

A este núcleo se le nombró “kernel” y es la esencia de la Ingeniería del Software. Se apoya en un lenguaje emitido por la OMG (Object Management Group) y establecido por un conjunto de individuos que pertenecen a los ámbitos académicos, empresariales y de investigación [7]. El Núcleo contiene un pequeño número de “cosas con las que siempre trabajamos” y “cosas que siempre hacemos” cuando se desarrollan sistemas de software, más que un modelo conceptual, el núcleo provee [6] [9]:

- Un marco de pensamiento para que los equipos razonen sobre el progreso en el sistema.
- Un terreno común para la discusión, mejoramiento, comparación e intercambio de métodos y prácticas de ingeniería de software.
- Un marco para que los equipos ensamblen y mejoren continuamente su forma de trabajo, mediante la composición de prácticas.
- Un fundamento para la definición de métricas que no dependan de las prácticas, para evaluar la calidad del software producido y los métodos que se usan para producirlo.

Un principio clave de la iniciativa SEMAT es la separación de asuntos, que incluye a todos los trabajos pertinentes en la ingeniería de software, incluyendo todo lo que es o va a ser beneficioso a cualquiera de sus grupos de interés, y define los aspectos de carácter genérico. Este principio nos permite especificar un núcleo y, posteriormente con extensiones -sin cambiar ni complicar el componente básico-, definir casos específicos derivados del contexto [1] [4].

Actualmente, hay una serie de publicaciones sobre la educación en ingeniería de software que difiere ampliamente de la ejecución cotidiana de la misma en el ámbito laboral debido a aspectos difíciles de controlar como lo es la forma en que se entiende y ejecuta una misma metodología de desarrollo por diferentes grupos de personas. Este es un índice contundente de que la enseñanza de la ingeniería de software, al igual que la práctica de la ingeniería de software, adolece de la falta de un marco general y un lenguaje común que permiten a los profesores e investigadores trabajar en conjunto y comparar sus alternativas pedagógicas que combinen los métodos ágiles con el núcleo y el lenguaje SEMAT.

Hay experiencias recientes de enseñanza del núcleo SEMAT en universidades y empresas, como fue mencionado por Kajko-Mattsson en el 2012 [11], recopiladas y actualizadas en el sitio oficial de SEMAT. Entre las contribuciones, la más relevante es la propuesta publicada por Zapata y Jacobson en el 2014, en el que presentan un plan de estudios para la enseñanza de un curso SEMAT [25].

Finalmente, cabe resaltar que como parte de uno de los productos de la presente investigación, se escribió el artículo “*On the use of the SEMAT kernel within a software engineering course*” [26] en el año 2014, obteniendo una primer experiencia de construcción de software usando el marco de trabajo SEMAT. Dicha experiencia evaluó el uso de SEMAT en dos proyectos de ingeniería de software y fue el primer paso para una evaluación completa de la formulación del núcleo y el uso de la iniciativa. En esta medida, la enseñanza de la iniciativa SEMAT puede aprovechar esta oportunidad para hacer una gran contribución para los ingenieros de software.

1.4. Descripción del problema

En la actualidad se busca la producción de sistemas de software de calidad en forma ágil, eficiente y sistemática. En las universidades, donde se capacita a los estudiantes para desarrollar software, con frecuencia eligen y aplican procesos y métodos ágiles con el fin de enfocar el trabajo y conocimiento en la construcción adecuada de sus proyectos. A medida que surgen nuevas necesidades en el mercado, los profesionales en formación hacen uso de su experiencia para elegir las metodologías y prácticas que les permitan abordar de mejor manera una solución particular; en este proceso, poco a poco, cualifican sus conocimientos en las metodologías afrontadas y su aplicación en escenarios futuros[3].

Los métodos de desarrollo ágil surgen como una reacción en contra de los métodos altamente estructurados y estrictos, extraídos del modelo de desarrollo en cascada que enfocan los esfuerzos de los recursos de software en completar exhaustivamente productos de trabajo relevantes para la funcionalidad del sistema, los cuales no siempre son usados [3] [15]. Por el contrario, los métodos ágiles enfocan sus esfuerzos en el desarrollo liviano, iterativo y eficiente, con un enfoque hacia el equipo y hacia la utilidad de crear software visible y funcional durante cada iteración o etapa del proceso de construcción [8].

Sin embargo, no se puede pensar que los métodos ágiles, sin adaptación al contexto o caso real sobre los que operan, son la mejor opción para todo tipo de proyectos. Tampoco se puede ignorar que hay diferentes perspectivas sobre una misma metodología y sus prácticas [15] [3]. Esto finalmente es el reflejo de los problemas de la ingeniería de software; debido a la carencia de bases teóricas aceptadas en la ingeniería de software como disciplina, la gran cantidad de métodos de desarrollo, la brecha existente entre prácticas empresariales e investigación académica y la carencia de evaluación y validación experimental, dado la naturaleza cambiante del software.

SEMAT (Software Engineering Method and Theory) surge como una iniciativa que buscaba definir un núcleo (Kernel) que aborde la esencia de la ingeniería de software y basada en una teoría sólida, principios probados y mejores prácticas se apoye un proceso para redefinir la ingeniería de software [4] [7]. Concretamente, el objetivo de la propuesta del SEMAT de refundar la ingeniería de software es una de las principales motivaciones para enfocar este proyecto de investigación en el uso del núcleo, así como estudiar su impacto en un entorno académico [1].

Por lo anterior, este trabajo busca responder: ¿Cuál es la percepción del aprendizaje de SEMAT en estudiantes de ingeniería de software? ¿Qué tan acertado es el uso del núcleo del SEMAT en proyectos académicos? ¿Cuál es el resultado de la aplicación del núcleo del SEMAT en un entorno académico? Este proceso de investigación permitirá, al menos de forma empírica, identificar los aspectos en los cuales el núcleo es mejorable, así como también de reconocer y mitigar los principales desaciertos y sus razones en las diferentes fases de la construcción de software, así como también resaltar las virtudes de la propuesta del SEMAT sobre la aplicación práctica y su aporte a la edificación de la ingeniería de software.

1.5. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es implementar el núcleo de SEMAT en un entorno académico y realizar una evaluación del mismo durante el desarrollo e implementación de proyectos de software.

Lo anterior, basado en la construcción de un estado del arte desde el punto de vista académico del uso del núcleo de SEMAT, y en una revisión de herramientas existentes que apoyen la iniciativa, y permitan realizar la implementación de una aplicación de apoyo.

El diseño y construcción de dicha aplicación web se hará basado en el núcleo de SEMAT, y se encamina en dar soporte y ayudar en la gestión de proyectos de software construidos en un entorno académico con métodos de desarrollo ágil.

El propósito será analizar el desempeño y utilidad de la aplicación sobre un caso de estudio y de esta manera poder evaluar la aplicación del núcleo de la iniciativa SEMAT sobre la construcción de proyectos de software en un contexto académico.

1.6. Metodología de trabajo

La metodología planteada involucró enfoques de investigación y aplicación de conocimientos. Para el desarrollo del proyecto de investigación, se definieron 4 fases de actividades y un conjunto de resultados asociados a cada una, así, tener mecanismos de control y visualización de los alcances obtenidos.

A continuación se describirán las fases de la investigación y su descripción para el desarrollo del trabajo:

- Fase 1 - Revisión teórica

Se realizó una revisión de la bibliografía existente sobre los métodos de desarrollo ágil, los fundamentos y evolución de la iniciativa SEMAT, así como de las principales experiencias y trabajos relacionados sobre el uso del núcleo en entornos académicos. También se hizo una revisión sobre herramientas existentes que apoyen la enseñanza de SEMAT y se realizó una abstracción de las principales funcionalidades del núcleo y de dichas herramientas.

- Fase 2 - Construcción de SEMAT Manager

Con base en la exploración de las diferentes experiencias en el entorno académico, la revisión de las características de herramientas existentes y la identificación escenarios funcionales del uso de SEMAT, se modeló y se construyó una aplicación web llamada SEMAT Manager. Posteriormente, se realizó una fase de pruebas con una retroalimentación de las mismas, lo que llevó a un refinamiento en la aplicación con ajustes y mejoras con base en dichos resultados.

- Fase 3 - Desarrollo de un caso de estudio

El objetivo de esta fase fue realizar un caso de estudio para evaluar el uso de SEMAT y la aplicación desarrollada en la implementación de proyectos en un entorno académico. Esto con el apoyo de varios equipos de trabajo de estudiantes del curso de Ingeniería de software II de la Universidad Nacional de Colombia. Cada equipo fue capacitado tanto en el uso de la herramienta como en los conceptos claves de la iniciativa SEMAT, antes de que implementaran un proyecto de software durante el caso de estudio. Adicionalmente, se hizo un seguimiento constante en que se capturó información para la evaluación y progreso del proyecto.

- Fase 4 - Análisis de resultados

Una vez culminada la experiencia de uso del núcleo y la iniciativa SEMAT, se procedió a hacer un análisis de la captura de datos durante la construcción del software. Posteriormente, se valoró la utilidad de la aplicación en el desarrollo y se estableció qué tan influyente puede ser el uso del núcleo del SEMAT en el desarrollo de proyectos de software en entornos académicos.

Capítulo [2]

Estado del arte

Enseñar la ingeniería de software ha sido una labor compleja para profesores, profesionales e investigadores del campo; como resultado, existen diversos materiales, entre ellos conferencias realizadas por expertos internacionales, investigaciones, documentos, de educadores y formadores en la industria que han publicado durante décadas. Los temas abarcados van desde una mirada técnica hasta problemas sociales y culturales que, a menudo, surgen durante el trabajo en equipo y gestión de proyectos.

Varias iniciativas dirigidas por los gremios como IEEE y ACM han servido para mejorar y estandarizar las temáticas que deben enseñarse a los futuros ingenieros de software. Por ejemplo, la guía SWEBOK, creada por la cooperación de varios organismos profesionales y miembros de la industria, ha sido decisiva en la conformación de los planes de estudios de ingeniería de software y en estrategias didácticas de los programas de formación a nivel mundial.

Con el paso del tiempo, como parte de un proceso de evolución continua, la práctica de la ingeniería de software en contextos industriales y la forma de enseñarla en las universidades e institutos ha evolucionado y se han influenciado unas a otras. Por un lado, las instituciones académicas han sido responsables de la preparación de la nueva generación de ingenieros de software que conducirá la industria del software, al mismo tiempo, brindan apoyo a agrupaciones de investigación en temas complejos y controversiales de este campo. Por otro lado, han surgido líderes de la industria del grupo de profesionales de software, quienes han proporcionado a la academia sus conocimientos prácticos, sobre la manera de mejorar la forma en que se construyen y mantienen sistemas de software, enfrentando los desafíos propios del área, cuya naturaleza es de constante cambio.

Como se mencionó anteriormente, hay una serie de publicaciones sobre la educación en ingeniería de software, que abordan algunos de los problemas propios de la ingeniería de software; como la carencia de bases teóricas aceptadas a modo de disciplina, los diversos métodos de desarrollo, las diferencias entre la enseñanza de la academia con lo que se aplica en la industria, así como las particularidades en torno a las propiedades cambiantes del software. Estos problemas son una indicación de que la enseñanza de la ingeniería de software, al igual que la práctica de la ingeniería de software, adolecen de la falta de un marco general y un lenguaje común que permita a los profesores e investigadores trabajar en conjunto, para comparar sus alternativas pedagógicas.

Desde principios de los años 90, varios investigadores y profesores han reportado experiencias con enfoques basados en proyectos para enseñar ingeniería de software. Por ejemplo, Oudshoorn y Maciunas en 1994 [27]

describen una experiencia donde los estudiantes están obligados a construir el software para satisfacer los requisitos definidos por el personal para dar una conferencia. Aunque los proyectos se llevaron a cabo siguiendo un modelo de proceso tradicional, los autores destacan el éxito del curso en términos de educación y participación entre los estudiantes. En 1992, Pierce reconoce los beneficios de la asignación de ejercicios de mantenimiento basado en proyectos en un curso de ingeniería de software [16]. En obras más recientes, Gnatz, Kof, Prilmeier, y Seifert en el 2003 sostienen que la enseñanza de ingeniería de software no sólo requiere habilidades técnicas, sino que también proporciona a los estudiantes la oportunidades para tratar asuntos no técnicos, típicos en la resolución de problemas, los conflictos del equipo, la organización, la división del trabajo, el seguimiento de las actividades, etc. [17].

En la misma línea, Budd & Ellis en el 2008 argumentan que es más eficaz involucrar a los equipos de estudiantes directamente en un proyecto, donde se utilizan casos de estudio de los sistemas existentes como insumo, para estudiar los métodos que fueron aplicados al desarrollar dichos sistemas [18]. En el 2007 Razmov presenta un conjunto de prácticas pedagógicas que apoyan los objetivos de aprendizaje en un curso de ingeniería de software basado en proyectos y permite a los profesores implementar una mejora continua del curso [19]. Entre las experiencias más recientes, podemos mencionar a Bavota, De Lucia, Fasano, Oliveto, y Zottoli, en el 2012 quienes proponen un enfoque para enseñanza en dos cursos basados en proyectos, los cuales trataban sobre Ingeniería de Software y Gestión de Proyectos de Software, en esta propuesta los estudiantes de ambos cursos se mezclan para formar los equipos [20].

La adopción de la filosofía ágil dentro de los cursos de ingeniería de software se ha informado en varios artículos. Vale la pena mencionar el trabajo reportado por Alfonso y Botia en el 2005, donde explican cómo un proceso ágil sirve como la columna vertebral de la enseñanza del curso y para el aprendizaje progresivo de ambas cuestiones técnicas y de gestión que surgen en un proyecto de software típico [21]. Muller & Tichy, en el 2001 y Shukla & Williams en el 2002, presentan experiencias en el aula en las que se analizan, evalúan y se integran prácticas extremas de programación en un curso de ingeniería de software [22] [23]. Como un ejemplo más general, Rajlich en el 2013 explica el proceso iterativo de desarrollo de software impartido en Wayne State University, además, pone de relieve el hecho de que los estudiantes aprendan las habilidades que necesitan para trabajar como desarrolladores de proyectos de software [24].

En cuanto a la combinación de SEMAT y procesos ágiles, esta investigación está completamente alineada con las ideas presentadas por Jacobson en el 2013. En este él no sólo señala la similitud entre las filosofías promovidas por estas iniciativas, sino que también explican cómo SEMAT se une a los métodos ágiles. Por lo tanto, el trabajo de tesis puede ser descrito como un esfuerzo por mezclar principios ágiles, valores y prácticas con el núcleo y el lenguaje proporcionado por el SEMAT, en un contexto académico [14]. En este sentido, cabe destacar que Ng y Huang, en el 2013 presentan una información preliminar proporcionada por siete universidades chinas sobre los retos a los que se enfrentan los profesionales de software y cómo el núcleo y el lenguaje SEMAT pueden ayudarles a proporcionar a los estudiantes los fundamentos y herramientas cognitivas necesarias para aprender y entender la diversidad de la industria del software, en la búsqueda por superar desafíos futuros [5].

Hay experiencias de enseñanza recientes del núcleo SEMAT en universidades y empresas como señalan Kajko Mattsson et al. (2012). Entre estas contribuciones, Juan Darío Murcia en su trabajo de investigación “Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil”, plantea el diseño de una guía enfocada en los proyectos de desarrollo de software por medio de la

implementación de los denominados métodos ágiles, las cuales se consideran como herramientas potentes en el proceso de ejecución de pruebas y desarrollo, sin embargo, dichos elementos se pueden mejorar si se logra el fortalecimiento de su proceso de requerimientos.

En función de lo anterior, Murcia destaca el hecho de que los Métodos Ágiles hoy en día son la herramienta de mayor preferencia por parte de los ingenieros de software, esto en cuanto a la ejecución de actividades encaminadas a la gestión y desarrollo de sus proyectos. Aunque estos elementos proporcionan una amplia facilidad de adaptación, no quiere decir que los proyectos se están gestionando de forma correcta, ni mucho menos que las facilidades que estas representan no generen errores. Es común encontrar errores fatales, que comprometen el correcto funcionamiento de los proyectos; se presentan inconvenientes, específicamente en lo relacionado con el estudio de los requerimientos. Es por este motivo, que Murcia en su investigación establece la importancia de enfocar el desarrollo de programas académicos en los que se unifiquen diferentes elementos asociados a la ingeniería de requerimientos, el modelado de los mismos y la aplicación de los métodos ágiles, empleando el lenguaje proporcionado por el núcleo de SEMAT.

En función de los resultados obtenidos, Murcia enfatiza en la posibilidad de determinar el uso del núcleo de SEMAT con el fin de posibilitar una correcta integración de las buenas prácticas de la Ingeniería de Requerimientos y los métodos ágiles. De igual forma, el modelo de guía propuesto, posibilita un apoyo y fortalecimiento de los procesos ágiles, sin embargo para asegurar resultados tangibles, es indispensable implementar una guía en ambiente real de desarrollo [10].

Carlos Zapata, Grisa Maturana y Luis Castro, en su trabajo investigativo “Tutorial sobre la iniciativa SEMAT y el Juego MetriCC” [12], diseñan un tutorial, en el cual los asistentes aprenden sobre la iniciativa SEMAT y la manera como esta misma herramienta permite la consolidación de la ingeniería del software mediante la profundización de los conceptos y la descripción de distintos métodos y prácticas propios del desarrollo de software. De manera explícita, los autores muestran las métricas como complemento al desarrollo de espacios que se proponen en The Essence, con la intención de definir criterios de terminación para los mismos. Los autores diseñaron una presentación de 50 minutos, tiempo en que se explican los conceptos de SEMAT, para, posteriormente, exponer y jugar MetriCC, con el que se posibilita comprender de forma dinámica y didáctica los espacios de actividad, los criterios de terminación y las métricas propuestas por SEMAT. [12]

Entre sus objetivos estaban: comprender la base conceptual de SEMAT y las propuestas de materialización de las mismas, de igual forma, identificar los espacios de actividad que posibilitaran la ejecución de las tareas en equipo, entorno al desarrollo de un proyecto de software. Finalmente, plantear los criterios de terminación y las métricas que se complementan para asegurar la calidad de un espacio de actividad [12].

En su trabajo “Mejoramiento de la consistencia entre la sintaxis textual y gráfica del lenguaje de SEMAT” [13], Zapata, Arango y Jiménez definen una iniciativa que posibilita la representación de prácticas comunes de metodologías por medio de elementos del núcleo ya existente; este cuenta con una sintaxis gráfica y textual arraigada al metalenguaje EBNF (Extended Backus-Naur Form), se realiza una descripción del lenguaje formal, el cual fundamenta su análisis gramatical al lenguaje SEMAT[13].

El uso de SEMAT en esta propuesta radica en una iniciativa que redefine las bases de la ingeniería del software, con lo que se logra la conformación de bases más sólidas y mejores prácticas. En este sentido, la iniciativa no realiza lo que muchas metodologías de software que es generalizar de forma enfática los

conceptos y las practicas. Además de ello, se debe destacar su descripción empleando un lenguaje sencillo y universal, que permite conocer las prácticas comunes y la ejecución de un proceso de evaluación, comparación y medición. [13]

Por otra parte, el lenguaje de SEMAT posee dos tipos de sintaxis, una de índole textual y otra gráfica. El campo gráfico es la representación, la forma visual del núcleo de SEMAT y el ámbito textual es la descripción del metalenguaje EBNF, en el que se presenta de manera formal cada uno de los elementos del núcleo. [13]

De acuerdo con los resultados del proceso investigativo, los autores son enfáticos en establecer que son tres los componentes de las cuales dependen el lenguaje SEMAT: la semántica, la pragmática y la sintaxis. La primera revela el significado de las frases correctamente formadas. La pragmática analiza los factores extralingüísticos del proceso comunicativo con el que se posibilita el entendimiento a la interpretación del emisor y la sintaxis establece la relación formal entre los constituyentes del lenguaje. De igual forma, señalan que aunque la declaración de SEMAT en el lenguaje EBNF posee una sintaxis correcta, la semántica muestra un lenguaje distinto al lenguaje gráfico. [13].

Aunque son pocos los estudios encontrados sobre el uso del marco de trabajo SEMAT en entornos académicos, sí son muchos los expertos que establecen la importancia del uso del mismo como herramienta que reinventa y redefine los pilares de la ingeniería del software. Ante esto, Mario Piattini, un reconocido catedrático de la Universidad de Castilla - La Mancha en España, considera que SEMAT establece la refundación de la ingeniería del software, esta afirmación es a propósito de la intención de conformar una teoría mucho más sólida, basada en principios aprobados y en la ejecución de buenas prácticas que incorporan un núcleo de elementos extensible[28].

SEMAT permite la conformación de tecnologías en función de los requisitos y los cambios en las mismas, puesto que su visión se fundamenta en la creación de una plataforma o núcleo que les posibilita a las personas describir sus prácticas y métodos por medio del estudio de componentes, la ejecución de simulaciones, aplicaciones, comparaciones, evaluación y medición de los resultados obtenidos [28].

Jacobson y Zapata, en su trabajo investigativo “Un curso inicial sobre teoría y métodos de la ingeniería del software”, establecen que desde hace años se vislumbra en el diseño curricular de la ingeniería del software algunos inconvenientes, que aún persisten grandes brechas, específicamente en torno a la relación de la academia con la industria del software. En función de lo anterior, se percibe problemas para mantener actualizados los cursos y persisten dificultades que llevan a combinar las bases teóricas con el diseño del software. Debido a esto, se presenta como iniciativa el uso del SEMAT para solucionar algunos de los inconvenientes mencionados, para lo cual se plantea el diseño de un software que les proporcione a los alumnos una introducción a los principales tópicos de SEMAT [25].

Herramientas para SEMAT

3.1. Estado actual

Existe un considerable incremento en el uso de prácticas ágiles, debido a la necesidad de herramientas en el proceso de desarrollo y gestión de proyectos para apoyar el auge ágil, tal como lo manifiestan Michael Dubakov y Peter Stevens en [29]. Sobre las necesidades de la evolución de estas prácticas, el siguiente capítulo presenta una revisión de las herramientas existentes en el mercado construidas específicamente para SEMAT; además, se evalúan para identificar sus aspectos más importantes y relevantes.

3.1.1. SEMAT Accelerator ¹

SEMAT Accelerator nace como un proyecto llamado SematAcc, financiado por la Universidad Libre de Bolzano, en el cual se desarrolló una herramienta web para modelar los procesos de ingeniería de software como se representan en el núcleo de SEMAT [30]. “This tool is designed to speed up the learning of Essence Theory in Software Engineering and to easily test it with any software project in your company” ²

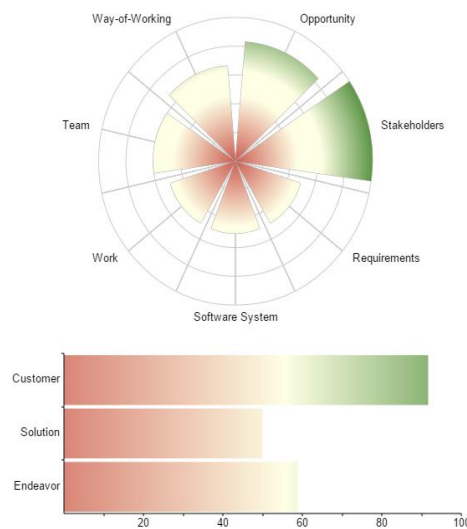


Figura 1. Sección Status en SEMAT Accelerator para un proyecto demo

¹ "Semat Accelerator." 2012. 1 Nov. 2015 <<http://sematacc.meteor.com/>>

² *Ibidem*.

3.1.2. EssWork Practice Workbench ³

EssWork fue desarrollada por Ivar Jacobson International ⁴ y apoya la esencia de SEMAT en la definición y creación de prácticas. EssWork es una herramienta bastante robusta que incluye diagramas, tutoriales y ejemplos del uso del núcleo y está pensada para ser usada individualmente o en equipos. "EssWork Practice Workbench comes with an interactive version of the Essence Kernel, and enables the creation of kernel extensions and practices as well as their composition into methods" ⁵



Figura 2. Logo de la herramienta EssWork

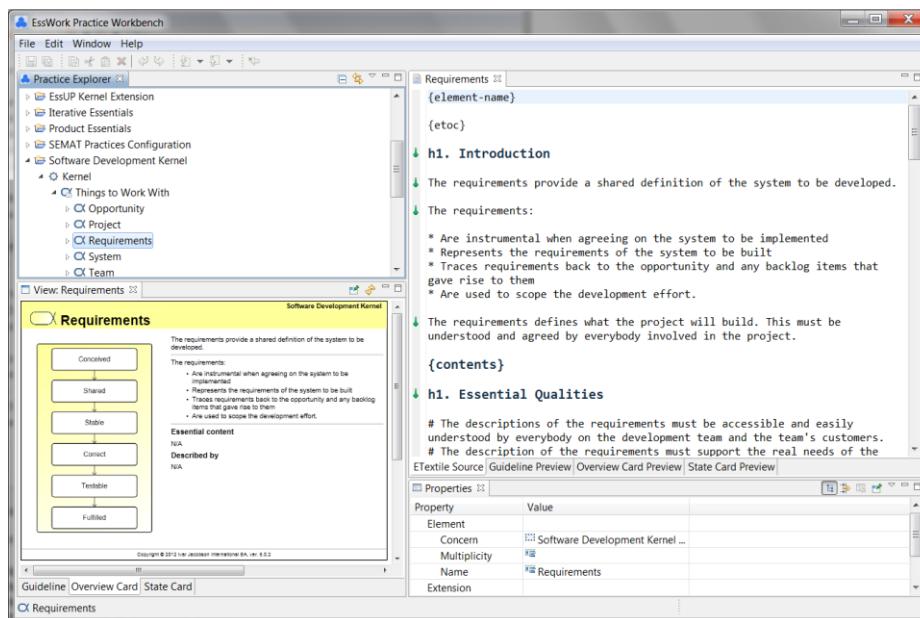


Figura 3. Espacio de trabajo de EssWork

³ "EssWork Practice Workbench - Ivar Jacobson." 2012. 1 Nov. 2015

<http://www.ivarjacobson.com/EssWork_Practice_Workbench/>

⁴ "Ivar Jacobson International." 2009. 1 Nov. 2015 <<http://www.ivarjacobson.com/default.aspx>>

⁵ *Ibidem*.

3.1.3. Alpha state explorer ⁶

La aplicación Alpha state explorer fue desarrollada por Ivar Jacobson International ⁷, está enfocada para correr en dispositivos móviles como iPad, iPhone o iPod Touch. Plasma diferentes conceptos del núcleo de SEMAT y la visualización de los alfas de una manera bastante acertada y pedagógica a los sets de cartas de los estados de alfas, del mismo modo se modelan componentes como el skinny system, entre otros. “The app is entirely method, process and practice independent, and can be used by teams to understand where they are, and what needs to be addressed to ensure a successful project and improve the team’s way of working”

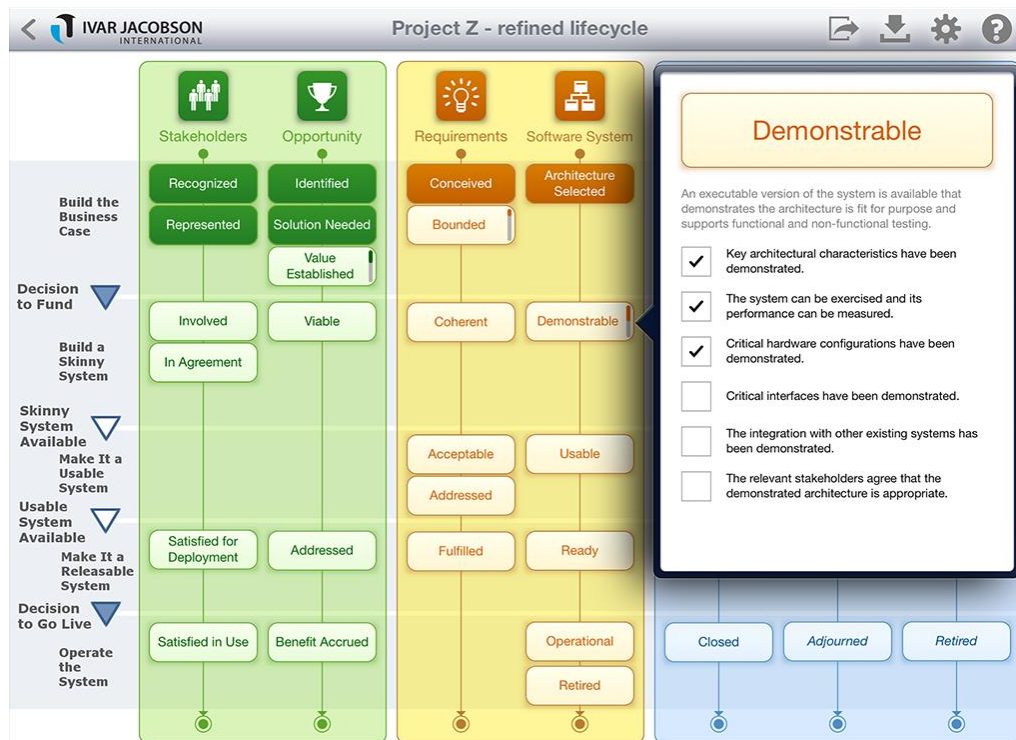


Figura 4. Aplicación Alpha State Explorer

3.2. Hallazgos de la revisión

Al ejecutar una revisión del alcance funcional de cada una de las herramientas para SEMAT, se realizaron algunas pruebas simples con la intención de identificar sus cualidades en el uso de la iniciativa. A continuación se emiten algunos conceptos del uso de las herramientas, evitando tener en cuenta su plataforma de funcionamiento.

⁶ "Alpha State Explorer App - Ivar Jacobson." 2013. 1 Nov. 2015

<http://www.ivarjacobson.com/Alpha_State_Explorer_App/>

⁷ "Ivar Jacobson International." 2009. 1 Nov. 2015 <<http://www.ivarjacobson.com/default.aspx>>

Como punto principal y general, todas ellas se centran en el apoyo a la difusión, aprendizaje y uso de SEMAT, sin embargo se reconoce que algunas de ellas lo hacen desde una perspectiva más amplia, es decir, abordan de una u otra manera una mayor cantidad de conceptos acerca del núcleo.

Algunas características que resaltan para cada una de las herramientas en contextos académicos, industriales y de investigación son:

3.2.1. SematAcc:

Es una herramienta útil para la pedagogía del núcleo y un acercamiento bastante completo para usuarios en proceso de aprendizaje de SEMAT.

- Su principal ventaja es la visualización gráfica del avance del proyecto en la sección 'Status', la primer gráfica divide los alfas y su estado actual, la otra muestra el porcentaje de avance según los segmentos (Customer, Solution y Endeavor) tomando la información suministrada en los *checklist* aprobados.
- Como segunda ventaja principal, se resalta la descripción en el segmento 'Hint box' de cada uno de los alfas, estados e ítems del set de cartas del núcleo.
- Al ser una aplicación web, resalta por su fácil acceso para usuarios nuevos.
- Tiene una sección de registro para acceder a la gestión de usuarios y asociación de proyectos.
- Con una interfaz ligera, y bastante intuitiva permite crear proyectos y administrarlos de manera intuitiva.
- La visualización y la administración del set de cartas de SEMAT está propuesta de una manera simple, lo que le permite al usuario ver sólo los estados de alfa a los que él acceda.

3.2.2. Alpha State Explorer:

Es una herramienta que va de la mano con la teoría de SEMAT, puede ser usada de forma individual o grupal, es una gran ayuda en la enseñanza de teoría y la práctica de la iniciativa.

- Modela el núcleo con gran precisión basado en cómo se define el kernel y SEMAT en la teoría [32].
- Permite la visualización de componentes como el Skinny system [1], los segmentos de SEMAT y el set de cartas.
- Dependiendo de los ítems cumplidos para los checklist, la aplicación muestra en el estado de cada alfa un indicador con el avance.
- Muestra cuatro ejemplos de uso de la aplicación definidos como proyectos (Unified process lifecycle, Plain state board, Essential life cycle, Refined lifecycle).
- Se pueden crear diferentes *State boards* y se tienen opciones para descargar o compartir los *boards* creados en la aplicación.
- Debido a que se implementa en una plataforma para dispositivos iOS, esto limita el acceso solamente a usuarios que dispongan de dispositivos móviles Apple.
- La aplicación puede ser descargada y usada de manera gratuita.

3.2.3. EssWork

EssWork es una herramienta que permite definir diferentes componentes del núcleo con el principal objetivo de hacerlo configurable y extensible. Pese a que posee diferentes configuraciones para ilustrar su funcionamiento, no presenta un ambiente intuitivo para usuarios nuevos en la iniciativa, debido a que el usuario requiere conocimientos previos de SEMAT, por lo que está dirigida a un público objetivo con conocimientos avanzados del núcleo.

- Modela los elementos del núcleo de una manera en que se pueden modificar y ajustar los diferentes componentes a las necesidades de cada organización.
- Se puede instalar en sistemas operativos Windows y IOS.
- Basado en el IDE Eclipse, sirve como espacio de trabajo para la gestión prácticas y configuración del núcleo
- Se pueden descargar 18 prácticas pre-configuradas en las que se puede visualizar el funcionamiento del núcleo.
- Se pueden definir y configurar alfas, estados de alfas, listas de chequeo, actividades, productos de trabajo, patrones y reglas de validación.
- El espacio de trabajo no es tan intuitivo para crear los diferentes componentes, y supone cierto conocimiento de núcleo y de SEMAT por parte del usuario.
- Permite la exportación de las prácticas y sus diferentes configuraciones en lenguaje HTML.
- Una de las desventajas de EssWork es la compatibilidad con Java 6.

3.2.4. Resultados

Desde un punto de vista de usuario se puede decir que SEMAT Accelerator y Alpha State Explorer son herramientas muy útiles en un contexto de aprendizaje de SEMAT y EssWork además de presentar características similares a las herramientas anteriores, soportan partes específicas del núcleo, principalmente entorno a las prácticas. Sin embargo EssWork requiere conocimientos previos para gestionar adecuadamente sus funcionalidades, en contraste con las otras dos herramientas que son de manejo intuitivo.

SEMAT Manager

4.1. Introducción

La herramienta SEMAT Manager nace de la necesidad de socializar la iniciativa y presentar al núcleo de SEMAT de una manera fácil y manejable en la gestión de proyectos de software. Entre sus principales funcionalidades está la administración de las actividades de un equipo de trabajo, perfiles de usuario, iteraciones y el avance de un proyecto basado en el conjunto de alfas. Su principal objetivo es facilitar y acelerar el desarrollo de un proyecto de software y se enfoca en dar una gestión integral del proceso de desarrollo de un proyecto de software, proporcionando un servicio rápido, seguro y eficaz para la implementación de métodos iterativos.

En el siguiente capítulo se presenta una visión global de la herramienta, se definen las características de sus funcionalidades, tecnologías usadas y elementos de diseño y arquitectura, incluidos en la construcción de SEMAT Manager.

Adicionalmente, se resalta que las secciones a continuación comprenden la base de uno de los artículos presentados como producto del desarrollo de la investigación llamado “SEMAT Manager, Construction And Initial Assessment”, el cual fue presentado ante la Revista Ingeniería e investigación⁸ de la Universidad Nacional de Colombia y describe tanto la construcción y funcionalidad de la herramienta como una corta evaluación de uso académico, a su vez, sirve como acompañamiento y contribución a la investigación.

4.1.1. Descripción

SEMAT Manager es una aplicación web para la gestión de proyectos software desarrollada con base en la iniciativa SEMAT. La herramienta está diseñada para apoyar a los equipos de desarrollo en la gestión de sus proyectos.

La herramienta es uno de los productos generados por la presente tesis y se constituye en una alternativa a las aplicaciones en el mercado que apoyan la iniciativa SEMAT. En su estado actual ofrece las funcionalidades fundamentales requeridas para el uso de SEMAT en un proyecto ágil.

⁸ "Revista Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia" 2005. Nov. 2015
<<http://www.revistaingenieria.unal.edu.co/>>

4.1.2. Desafíos

Dentro de los principales desafíos está el modelar el núcleo de manera adecuada para fomentar su enseñanza y apoyar el crecimiento de la iniciativa en entornos académicos. Debido a que el modelado del núcleo conlleva un riesgo conceptual para la comprensión adecuada de SEMAT por parte de los usuarios, se requiere depurar adecuadamente las funcionalidades, pues de su experiencia de uso se puede derivar el concepto que emitan sobre la utilidad de SEMAT y, sobre todo, la correcta o incorrecta utilización en proyectos futuros.

Por otra parte, SEMAT Manager puede ser un excelente canal de comunicación entre la industria del software y la teoría que sustenta SEMAT, y será útil para crear una retroalimentación para la iniciativa.

4.1.3. Problema a resolver

El aumento de seguidores de la iniciativa SEMAT ha sido constante en los últimos años, esto ha generado la necesidad de desarrollar nuevas herramientas que se ajusten, en mayor medida, al manejo de SEMAT en los proyectos de software. En particular, esta herramienta busca hacer una contribución a la industria, la academia y la investigación para la enseñanza, utilización, y evaluación del núcleo.

Actualmente hay un número limitado de herramientas en el mercado que dirigen su funcionalidad hacia el núcleo de SEMAT, buscando de diferentes formas fomentar la enseñanza y uso de la iniciativa. Debido a que no existe ningún gestor de proyectos que tome como marco de trabajo la iniciativa, SEMAT Manager busca convertirse en una herramienta que permita la gestión operativa de los proyectos usando el núcleo.

Para los usuarios actuales, la experiencia de uso de una aplicación está dada en gran medida por su diseño, por lo que existe un reto no sólo en modelar aspectos de SEMAT y de la gestión de proyectos, si no materializarlo en una herramienta en la que el usuario tenga una experiencia de uso agradable que facilite el aprendizaje de los elementos del núcleo.

4.1.4. Principales características y funcionalidades

Las funcionalidades de la herramienta se encuentran agrupadas en tres módulos principales descritos a continuación, en cada uno se especifican sus características y algunas funcionalidades que se irán integrando a través del tiempo:

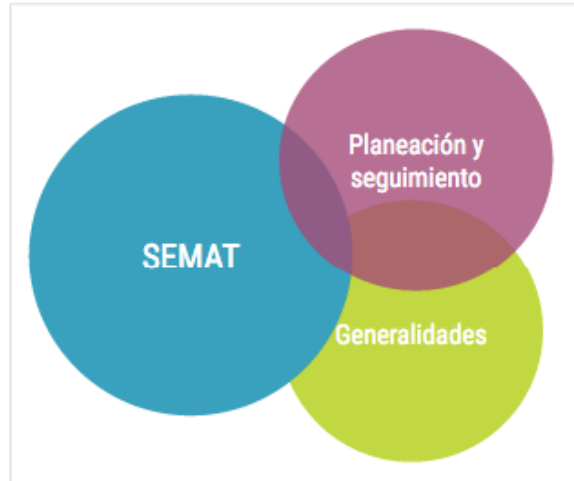


Figura 5. Módulos de SEMAT Manager

- **SEMAT:**

El núcleo de la aplicación está a cargo del módulo de SEMAT. Este gestiona la interacción de los usuarios con el núcleo. Concretamente, se encarga de vincular los estado de alfa que serán objetivo durante las iteraciones del proyecto, la definición de prácticas, productos de trabajo, valores y principios, stakeholders, gestión de los estados de alfa del núcleo y las listas de chequeo, por último, permite visualizar el avance del estado de un proyecto.

Entre las funcionalidades que se incluirán, están la administración de tareas del usuario asociadas a los *checklist* y la visualización del Skinny system, estas no se encuentran implementadas a la fecha de presentación del presente capítulo.

- **Planeación y seguimiento:**

En este módulo se puede realizar la administración de los proyectos, la gestión del equipo de desarrollo, sus roles dentro del proyecto y los perfiles de usuario. En este módulo se recogen los datos constantemente, en cada interacción de un usuario con la aplicación. Se puede visualizar la dedicación de los usuarios al proyecto y la participación de cada uno a través de las iteraciones. También proporciona una wiki grupal para cada proyecto con un editor de texto que sirve para compartir información con los integrantes del proyecto.

Entre las funcionalidades a implementar se encuentra la gestión de las actividades que realiza cada miembro y su respectiva asignación a través de las iteraciones.

- **Generalidades:**

Este módulo presenta diferentes utilidades transversales a toda la aplicación, como la recolección de datos históricos por usuario, gestiona la seguridad de la información, la autenticación de los usuarios, la administración de las credenciales de los usuarios, la autorización a visualización o edición de los módulos de la aplicación.

En un posterior desarrollo, se incluirá la visualización de estadísticas por proyecto e individuales y funcionales para realizar retrospectivas de las iteraciones o *feedbacks* sobre la aplicación.

A continuación se presentan las características principales de cada módulo en la figura 6:



Figura 6. Características y funcionalidades

4.2. Diseño e implementación

4.2.1. Tecnologías y herramientas de desarrollo

La integración de las tecnologías seleccionadas proporciona flexibilidad en el sistema, con algunas ventajas notables como escalabilidad de nuevos módulos o nuevas características, además, admite diferentes niveles de seguridad ajustables.

Por otro lado cabe resaltar la madurez de la tecnología usada, así como la licencia de libre uso, entre otros. La Figura 7 muestra las tecnologías utilizadas:

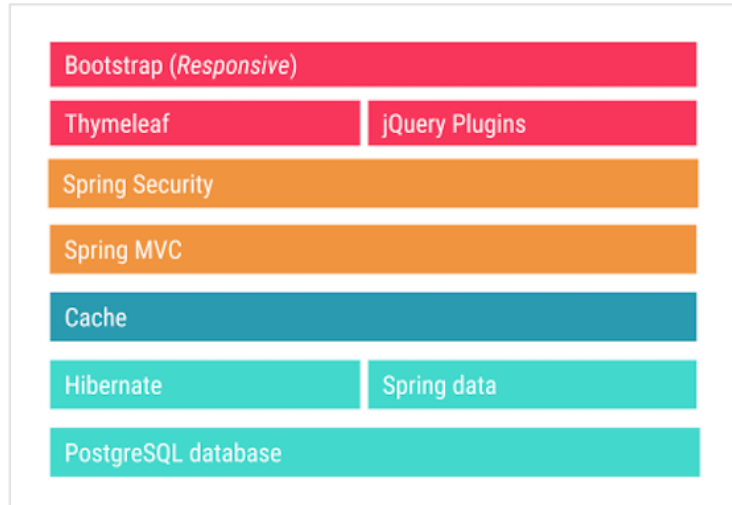


Figura 7. Stack de tecnologías, Frontend y Backend

Para la construcción de SEMAT Manager se usaron diferentes herramientas configuradas en un entorno de desarrollo, unas para el diseño de datos y modelado web, y otras para la escritura del código, manejo de versiones y despliegue de la aplicación. A continuación se agrupan las herramientas usadas:

4.2.1.1. Herramientas de diseño:

- **PgDesigner 2:** Usada para crear el modelo conceptual de la base de datos.⁹
- **PgAdmin 1.8:** Usada para administrar la base de datos PostgreSQL.¹⁰
- **Balsamiq Mockups:** Usado para la creación de los mockups de la herramienta.¹¹
- **Adobe Photoshop CS6:** Para la creación de logotipos y formas de diseño para la interfaz web.¹²

4.2.1.2. Herramientas de desarrollo:

- La herramienta fue desplegada en un servidor web **Apache tomcat 7.0.53.**¹³
- Construida sobre la plataforma **Java EE** (JDK 7 - update 45)¹⁴
- La versión de la base de datos sobre la que se trabajó es **Postgres 9.2.**¹⁵
- El sistema de control de versiones fue **Mercurial**¹⁶
- IDE **Eclipse Mars.**¹⁷
- **Maven 3.2.1** para el empaquetado del proyecto y la administración de librerías.¹⁸

⁹ "PostgreSQL: pgDesigner 1.2.19 Released." 2011. 3 Nov. 2015 <<http://www.postgresql.org/about/news/1325/>>

¹⁰ "pgAdmin: PostgreSQL administration and management tools." 2002. 3 Nov. 2015 <<http://www.pgadmin.org/>>

¹¹ "Balsamiq Mockups - Balsamiq." 2014. 3 Nov. 2015 <<https://balsamiq.com/products/mockups>>

¹² "Adobe Photoshop." 2006. 3 Nov. 2015 <<http://www.photoshop.com/products/photoshop>>

¹³ "Apache Tomcat - Welcome!" 2005. 3 Nov. 2015 <<http://tomcat.apache.org/>>

¹⁴ "Java EE at a Glance - Oracle." 2010. 3 Nov. 2015 <<http://www.oracle.com/technetwork/java/javaeec/overview/>>

¹⁵ "PostgreSQL: PostgreSQL 9.2 released." 2012. 3 Nov. 2015 <<http://www.postgresql.org/about/news/1415/>>

¹⁶ "Mercurial SCM." 2015. 3 Nov. 2015 <<https://www.mercurial-scm.org/>>

¹⁷ "Eclipse Downloads." 2011. 3 Nov. 2015 <<https://eclipse.org/downloads/>>

- Para la administración de componentes de la interfaz web se usó **Bootstrap**¹⁹ y **Thymeleaf**²⁰.
- **Spring framework** para inyección de dependencia y la gestión del ciclo de vida de los objetos Java.²¹
- **Spring data** para la persistencia.²²

4.2.2. Modelo conceptual

El modelo de datos se divide en tres esquemas que coinciden con los tres módulos de la aplicación.

- El esquema *Management* es responsable de la gestión de datos de usuarios, roles y permisos de los usuarios.
- El segundo esquema es *SEMAT* y se encarga de la información de los proyectos basados en el núcleo, las iteraciones, el estado de los alfas y las listas de chequeo de los proyectos, los productos de trabajo y prácticas, entre otros.
- Por último, el esquema *General* almacena el historial de las actividades de usuarios y proyectos, y otros dominios utilizados para el funcionamiento de la aplicación.

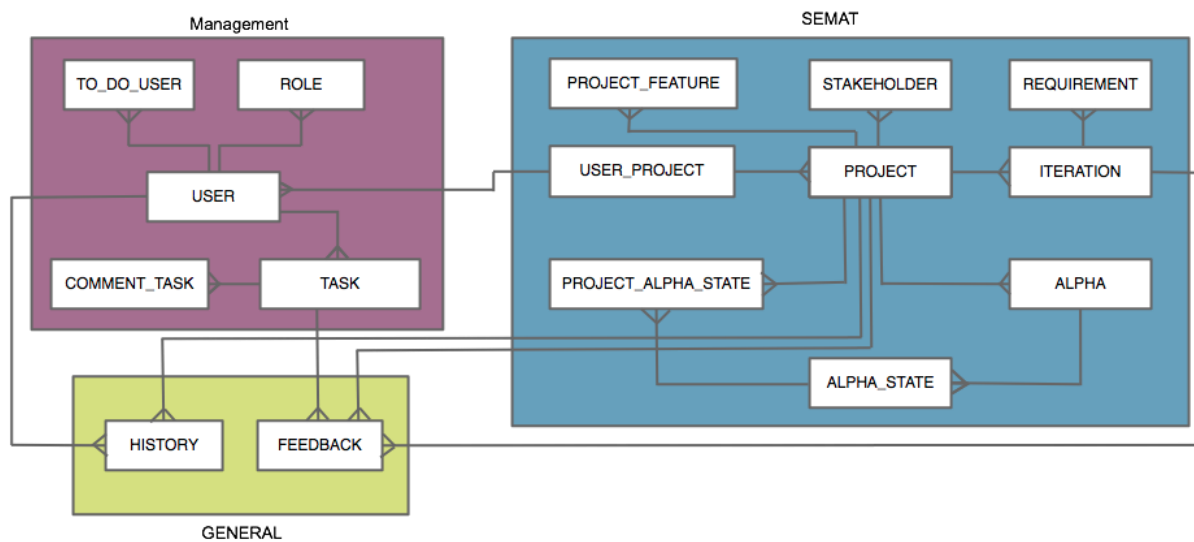


Figura 8. Modelo de datos de SEMAT Manager

El modelo conceptual con la especificación de columnas y tipos de datos para cada una de las tablas se puede consultar en el Anexo A.

¹⁸ "Maven – Release Notes - Maven 3.2.1." 2014. 3 Nov. 2015 <<https://maven.apache.org/docs/3.2.1/release-notes.html>>

¹⁹ "Bootstrap · The world's most popular mobile-first and ..." 2008. 3 Nov. 2015 <<http://getbootstrap.com/>>

²⁰ "Thymeleaf: java XML/XHTML/HTML5 template engine." 2011. 3 Nov. 2015 <<http://www.thymeleaf.org/>>

²¹ "Spring Framework - Projects." 2013. 3 Nov. 2015 <<http://projects.spring.io/spring-framework/>>

²² "Spring Data - Projects." 2013. 3 Nov. 2015 <<http://projects.spring.io/spring-data/>>

4.2.3. Arquitectura

La arquitectura elegida para SEMAT Manager es el modelo cliente-servidor para distribuir el procesamiento entre los diferentes clientes. Los beneficios de este tipo de arquitectura organizacional son principalmente la centralización de la gestión de la información y claridad del diseño del sistema. A continuación en la figura 9 se visualiza el diagrama de componentes que muestra los componentes implicados en la aplicación y sus respectivas dependencias desde una vista arquitectónica de alto nivel.

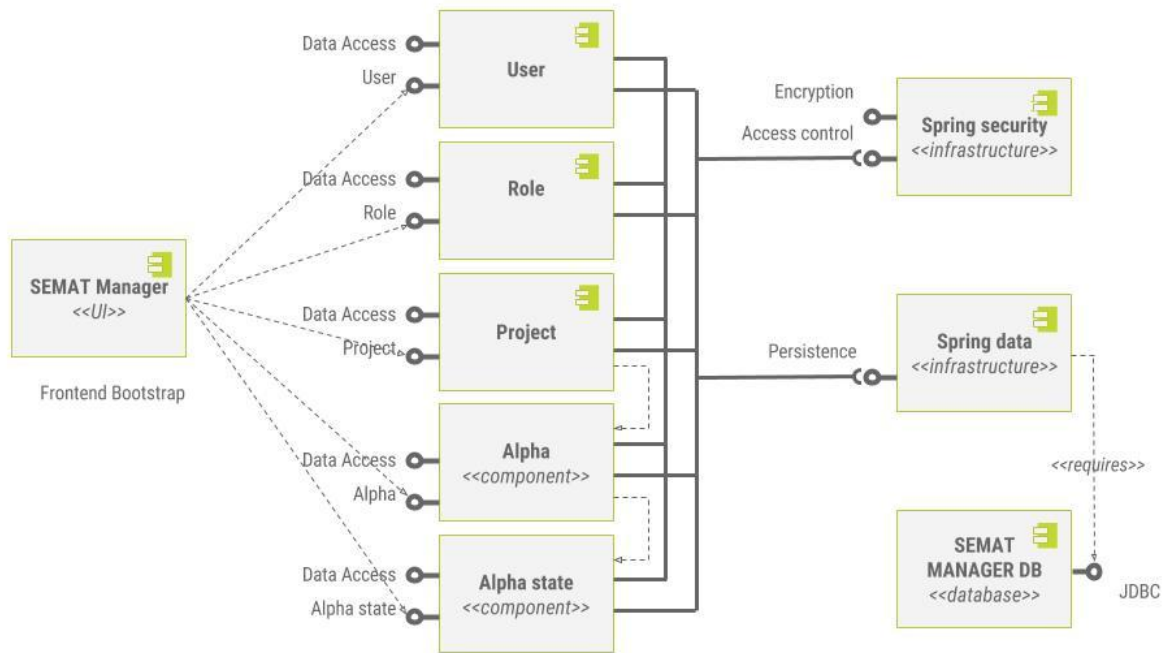


Figura 9. Diagrama de componentes

En la figura 10 se puede visualizar el diagrama de despliegue que permite visualizar la disposición física y topológica de la aplicación.

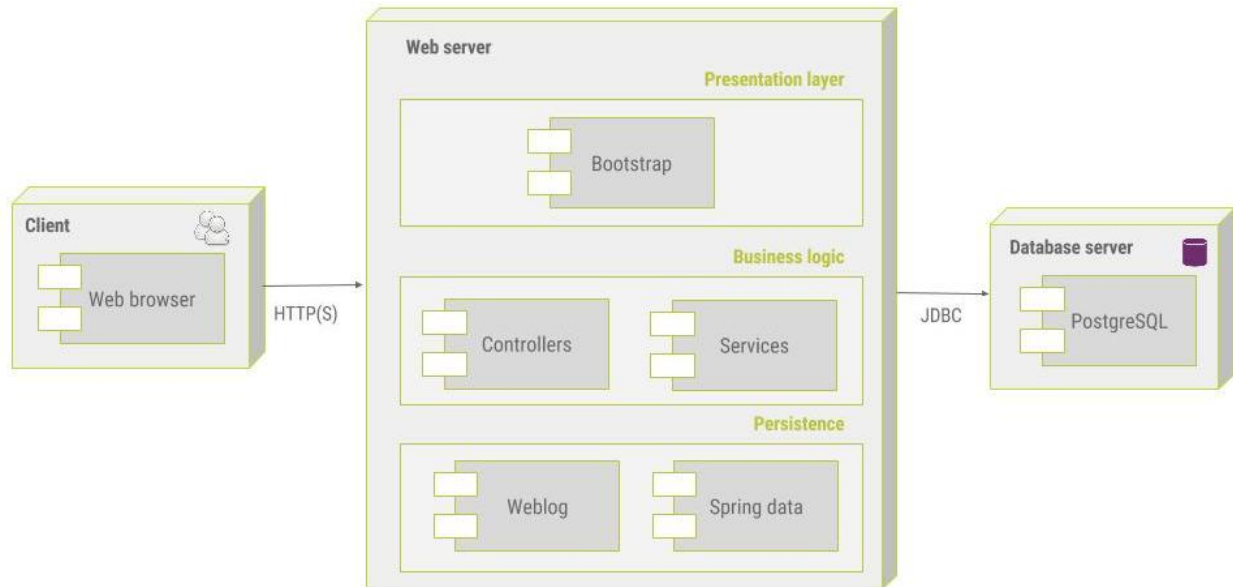


Figura 10. Diagrama de despliegue

La aplicación será usada por diferentes usuarios, por lo que en una posterior fase de pruebas se llevarán a cabo pruebas de robustez, dirigidas a soportar la carga de diferentes proyectos empresariales y académicos simultáneamente. Una de las ventajas que ofrece esta arquitectura es su escalabilidad y capacidad para apoyar el trabajo colaborativo de un grupo de desarrollo.

4.3. Interfaz de usuario

SEMAT Manager ofrece un aspecto agradable para el usuario, debido a una serie de menús de tamaño ajustable según las preferencias del usuario, con lo que se posibilita maximizar el espacio de trabajo. A continuación se describen los elementos principales de la interfaz de usuario de la herramienta.

- Login de la aplicación:

Para el ingreso de la aplicación el usuario debe tener un nombre de usuario y contraseña que puede ser creado por cualquier usuario administrador. Los datos de registro pueden ser modificados en cualquier momento por el usuario o reiniciados por parte de un usuario administrador.

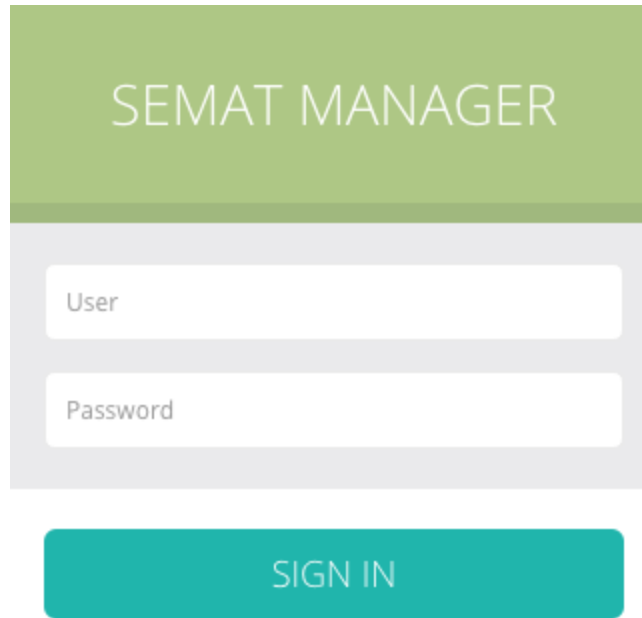


Figura 11. Login de la aplicación

- Espacio de trabajo:

Al ingresar a SEMAT Manager se visualiza el espacio de trabajo y los diferentes menús de la aplicación. El espacio de trabajo puede ser maximizado tanto como quiera el usuario o como el dispositivo desde donde acceda a la aplicación se lo permita. Una de las ventajas de usar Bootstrap es el ajuste de los componentes para que visualmente responda a las características del dispositivo, desde el cual se interactúa con la aplicación. Esta ventaja permite acceder desde dispositivos móviles con una visualización agradable sin importar el tamaño.

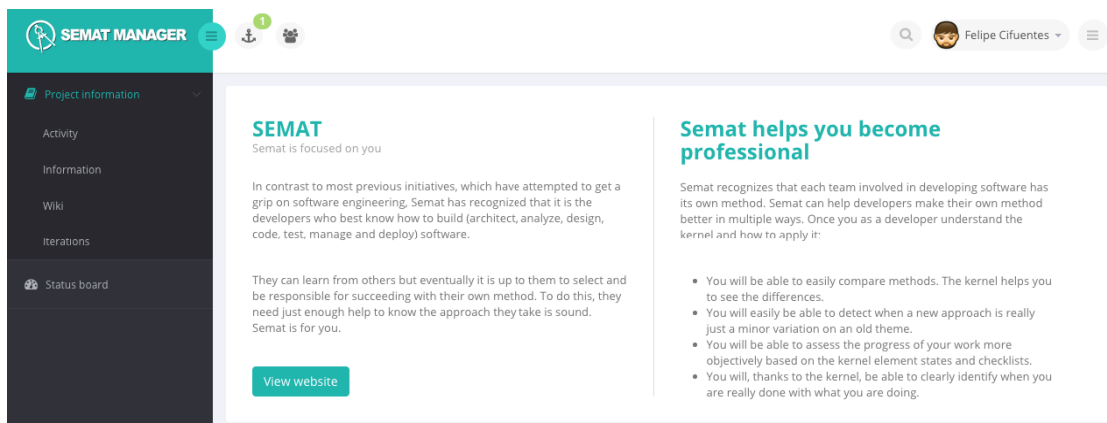


Figura 12. Espacio de trabajo

- Opciones de Menú:

Existen tres menús en el entorno de la aplicación ubicados en la parte superior y lateral del espacio de trabajo. Los usuarios se diferenciarán entre usuarios comunes y usuarios con privilegios de administración. Estos últimos tendrán acceso a los menús para la gestión de roles, proyectos y usuarios.

- Menú de usuario:

Presenta las opciones para la administración de su perfil de usuario, configuración de su cuenta para cambiar su contraseña y el cierre de la sesión.

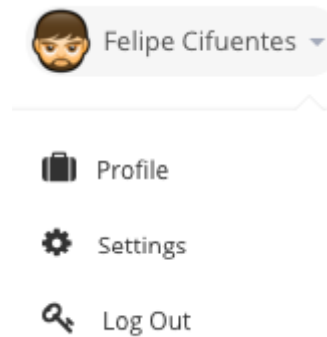


Figura 13. Menú de usuario

- Menú de administración:

El menú de administración será visible para los usuarios con privilegios de administrador, está pensado principalmente para el gerente o coach de un proyecto.

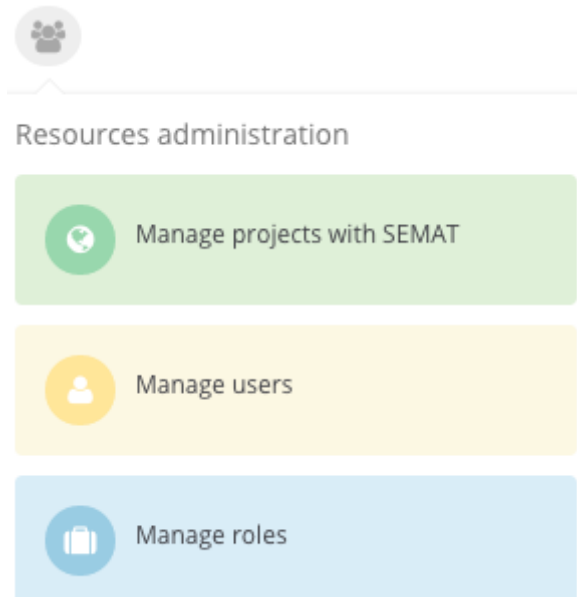


Figura 14. Menú de administración

- Menú de proyecto:

Los usuarios asociados a un proyecto seleccionado podrán visualizar opciones como la actividad de un proyecto, información general del proyecto, una wiki y la planeación de las iteraciones. Del mismo modo, se podrá acceder al *Status board* para visualizar el avance del proyecto.

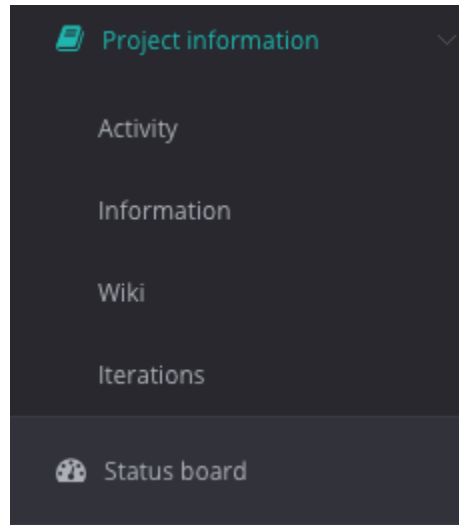


Figura 15. Menú del proyecto

- Perfil de usuario:

El perfil de cada usuario puede ser personalizado e incluye la información de contacto de los miembros de un equipo de desarrollo, selección de un avatar dentro de la aplicación, e incluye una pestaña que muestra la actividad reciente del usuario dentro de la aplicación entre otras opciones.



Figura 16. Perfil de usuario

La herramienta busca dar al usuario una experiencia agradable de uso; por ello cada usuario tendrá la opción de personalizar su avatar o publicar sus conocimientos y habilidades. Este perfil será público para otros usuarios con el fin de facilitar la asignación de tareas con base en sus conocimientos.

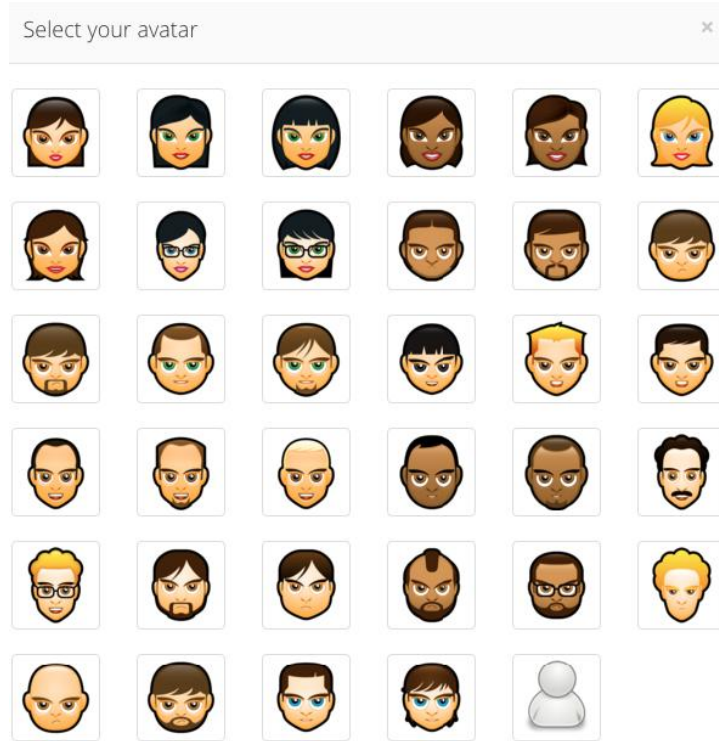


Figura 17. Selección de avatar de usuario

- Log de actividad de un usuario:

Durante la interacción del usuario con la aplicación se registrará automáticamente sus acciones en un log de actividades con la finalidad de dar seguimiento a sus tareas.

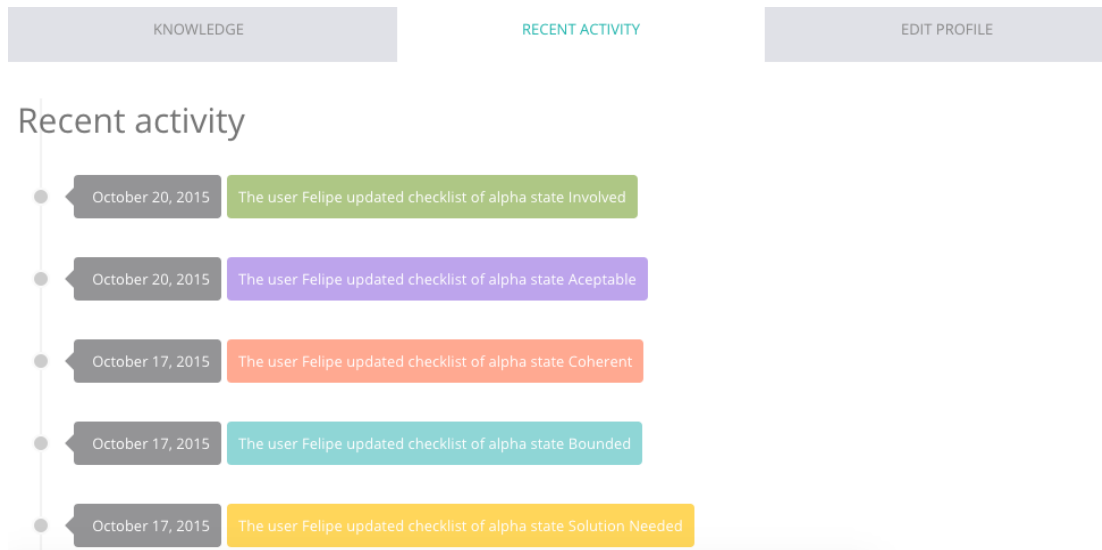




Figura 18. Log de actividad de un usuario

- Administración de proyectos:

Permite que los usuarios con privilegios creen y gestionen los proyectos dentro de la aplicación; esto incluye diferentes opciones propias de la configuración de proyectos con el núcleo de SEMAT.

Manage Projects

5 records per page Search: SEMAT Manager

Name	Description	Actions
SEMAT Manager	SEMAT Manager is a tool based in the, that enables comprehensive management of software project providing a quick, safe and effective service for the iterative solutions implementation. The tool will support the software teams for the development of their projects, and will allow them to manage their requirements, tasks, and project status over time. The idea of creating this tool arises due to the lack of applications on the market for supporting the SEMAT initiative.	 

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 8 total entries) ← Prev 1 Next →

[Add new +](#)

Figura 19. Administración de proyectos

- Configuración de un proyecto:

Permite la administración de diferentes elementos de un proyecto. Esta configuración se divide en diferentes secciones las cuales se recomienda sean acordadas por el equipo de trabajo y guiadas por el manager o coach a través del ciclo de desarrollo. Entre los elementos se encuentran:

- Información básica:
La única información requerida para la creación de un proyecto es su nombre, descripción, y fecha estimada de terminación. Se espera que durante el progreso del proyecto, en etapas iniciales, se complemente las demás secciones.

- Stakeholders:
Nombres de los interesados del lado del cliente, sus responsabilidades e intereses en el proyecto.

- Equipo de trabajo:
Selección de los usuarios que serán parte del equipo de trabajo entre los usuarios existentes, asignación de roles, especificación de las características de su ordenador y tiempo de dedicación en el proyecto.

- Valores y principios:
Acciones y compromisos sobre las que se regirá el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, crear software funcional en cada iteración, colaboración, respeto, humildad, confianza, respuesta al cambio, etc.









- Prácticas:
En esta sección se administrarán las prácticas de software acordadas por el equipo de trabajo. Ejemplo: Desarrollo iterativo, integración continua, programación en pares, pruebas unitarias, etc.

- Tecnología y herramientas:
Se indican las herramientas a usar en el entorno de desarrollo y sus respectivas versiones, como puede ser el IDE, la base de datos a utilizar, la herramienta de control de versiones, etc. Se recomienda documentar el entorno tecnológico de forma detallada, de tal manera que los integrantes nuevos puedan identificar el entorno de desarrollo y acoplarse de manera rápida al ritmo de trabajo del proyecto.

- Productos de trabajo:
Finalmente, en la sección de productos de trabajo se podrán administrar los productos a generar durante el desarrollo del proyecto de software. Ejemplo: entregables, manuales, documentación, etc.

VIEW BASIC INFORMATION STAKEHOLDERS TEAM VALUES AND PRINCIPLES **PRACTICES** TECHNOLOGY AND TOOLS ARTIFACS

Practices

Name	Description	Actions
Scrum	The development methodology is based on the kernel and we adopted some of the practices of Scrum.	 
Iterative development	Project development will be an iterative development, iterations between two and three weeks agreed with the stakeholder.	 
Continuous integration	Integrating each of the code modules made by developers will continuously. For continuous integration initially is proposed with Jenkins.	 
Unit testing	The framework chosen for unit testing is JUnit. The unit tests will be performed by the developer when kind of functionality is developed.	 

Add new +











Figura 20. Configuración inicial de un proyecto, sección de prácticas.

- Administración de roles:

La definición y gestión de roles dentro de un proyecto dependerá de la organización del equipo. También se podrá habilitar quienes tienen acceso a las opciones de administración en un proyecto y limitar a los roles que no. Cada usuario podrá tener asignado uno o más roles según las necesidades del proyecto.

Manage Roles

5 records per page Search:

Name	Description	Administration	Actions
Coach	Coach	<input checked="" type="checkbox"/>	 
Developer	Developer	<input checked="" type="checkbox"/>	 
Scrum Master	Scrum Master	<input checked="" type="checkbox"/>	 
Stakeholder	Stakeholder	<input checked="" type="checkbox"/>	 
Tester	Tester del proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	 

Showing 1 to 5 of 6 entries ← Prev 1 2 Next →

Add new +

Figura 21. Administración de roles

- Administración de usuarios:

Se podrán crear, editar y eliminar usuarios, así como visualizar el perfil de cada uno de ellos, modificar la configuración de login, o restablecer su password.

Manage Users

5 records per page Search:

Name	Login	Projects	Actions
Alejandro Arias	alejandro.arias	<ul style="list-style-type: none"> UNCake - Developer UNCake - Tester 	✎ ✖ 🔍 🔍
Alejandro Recaman	alejandro.recaman	<ul style="list-style-type: none"> UNCake - Coach 	✎ ✖ 🔍 🔍
Alvaro Rodriguez	aldriguezca	<ul style="list-style-type: none"> APPet - Developer SEMAT Manager - Developer 	✎ ✖ 🔍 🔍
Ana Maria Rodriguez	anamaria.rodriguez	<ul style="list-style-type: none"> UNCake - Tester UNCake - Developer 	✎ ✖ 🔍 🔍
Andres Felipe Acevedo Monroy	afacedom	<ul style="list-style-type: none"> SeguriDog - Tester SeguriDog - Developer 	✎ ✖ 🔍 🔍

Showing 1 to 5 of 43 entries ← Prev 1 2 3 4 5 Next →

[Add new +](#)

Figura 22. Administración de usuarios

- Log de actividades de un proyecto

Todos los usuarios podrán ver las tareas o acciones de otros usuarios que se haya hecho en SEMAT Manager. El registro de actividades para un proyecto es automático, lo que se constituye en una herramienta para los *coaches*, con la cual pueden hacer seguimiento a las tareas de los miembros de sus equipos.

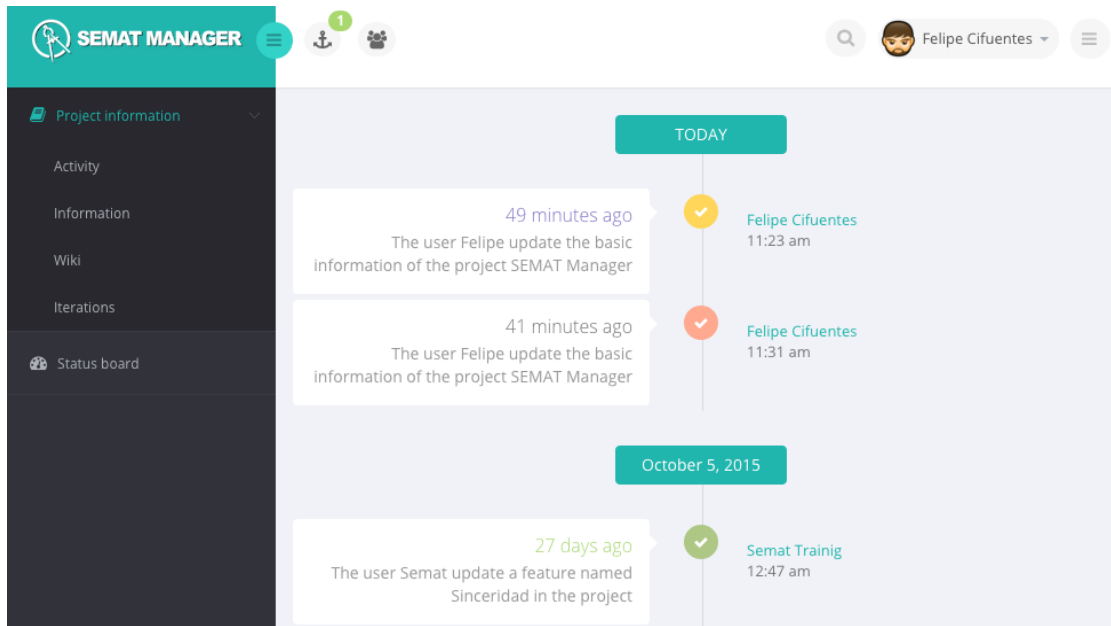


Figura 23. Log de actividades de un proyecto

- Información de un proyecto

En la opción de información se podrá ver la definición de un proyecto, sus diferentes componentes e información relevante para los integrantes de un equipo. Está orientado a aspectos que deben tenerse en cuenta en la planificación y la organización del equipo.

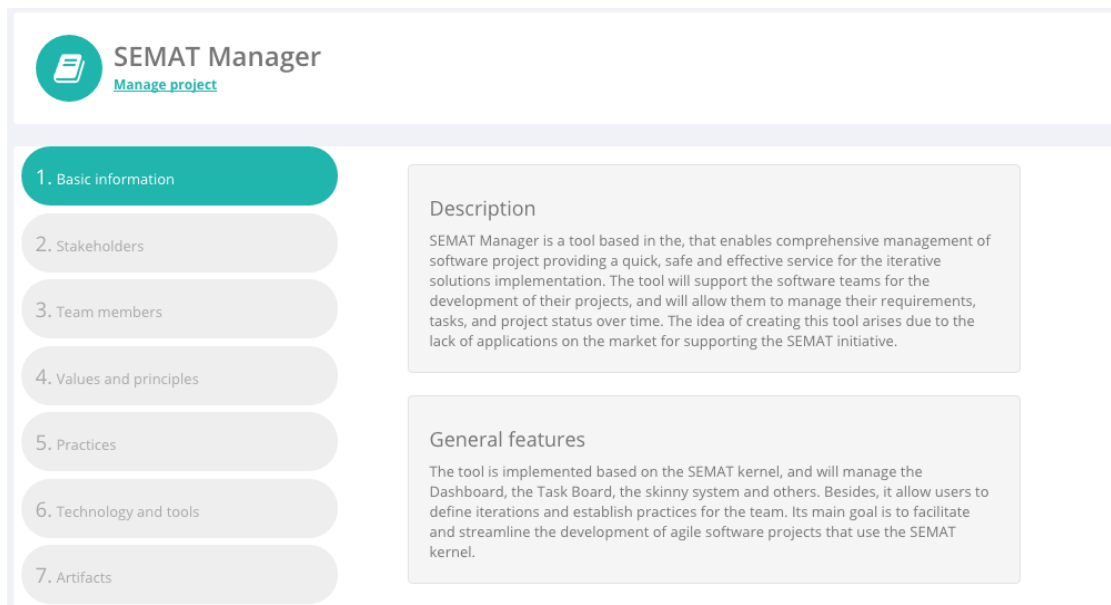


Figura 24. Información pública de un proyecto

- Iteraciones

En la administración de las iteraciones se podrá dar una descripción de las funcionalidades o generalidades a implementar, del *timebox* de duración y de los objetivos del núcleo que se quieren satisfacer.

Iteration 1

Name *

Description *

Timebox To
Select timebox

Figura 25. Información básica de una iteración.

Objectives

OPPORTUNITY	STAKEHOLDERS	REQUERIMENTS	SOFTWARE SYSTEM
<input checked="" type="checkbox"/> Identified <input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Recognized <input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Conceived <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Architecture Selected <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Solution Needed <input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Represented <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Bounded <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Demonstrable <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Value Established <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Involved <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Coherent <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Usable <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Viable <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> In Agreement <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Acceptable <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Ready <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Addressed <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Satisfied for Deployment <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Addressed <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Operational <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Benefit Accrued <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Satisfied in Use <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Fullfilled <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Retired <input type="text"/>

TEAM	WORK	WAY OF WORKING
<input checked="" type="checkbox"/> Seeded <input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Initiated <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Principles Established <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Formed <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Prepared <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Foundation Established <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Collaborating <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Started <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> In Use <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Performing <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Under Control <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> In Place <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Adjourned <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Concluded <input type="text"/>	

Figura 26. Objetivos de una iteración

- Wiki

La wiki de un proyecto se puede usar para propósitos diversos, desde documentación de componentes desarrollados, notificaciones, etc. Está compuesta por un editor de texto que permite el manejo de tablas, imágenes y componentes html. La wiki será visible y se podrá editar por todos los miembros del equipo.

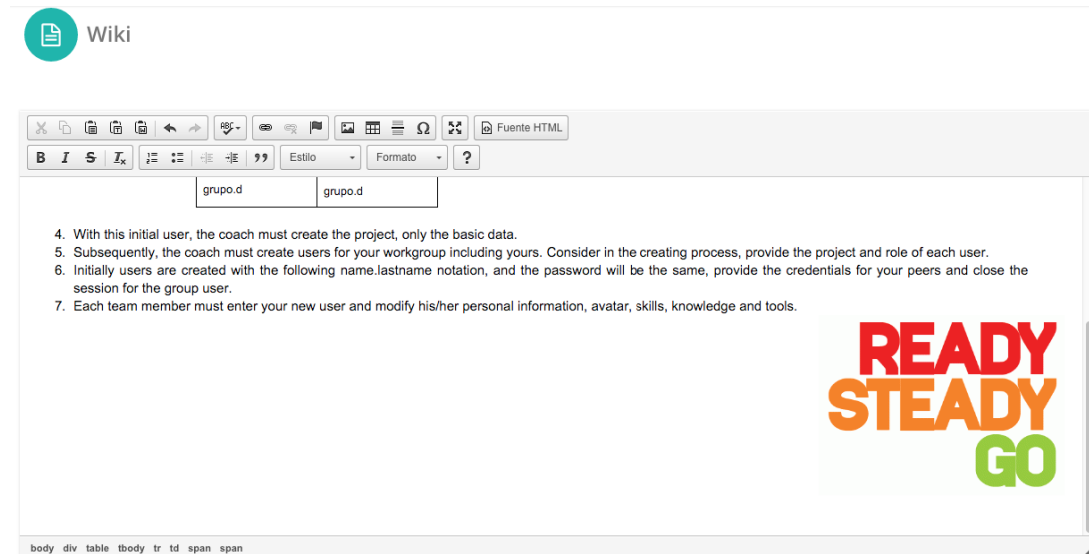


Figura 27. Wiki del proyecto

- Tablero de estado (Status board)

En el *Status board* se muestra el progreso de un proyecto basado en los estados de los alfas satisfechos y los que se encuentran pendientes. El comportamiento del *status board* se refleja al ir chequeando los ítems del estado de un alfa en particular, de manera que al cumplir todos los ítems del checklist se mueve automáticamente el estado de alfa de derecha a izquierda.

En la Figura 28 se muestra del lado izquierdo los estados cumplidos a la fecha y en el lado derecho, los estados pendientes. Estos dos conjuntos de estados se encuentran separados por un espacio.

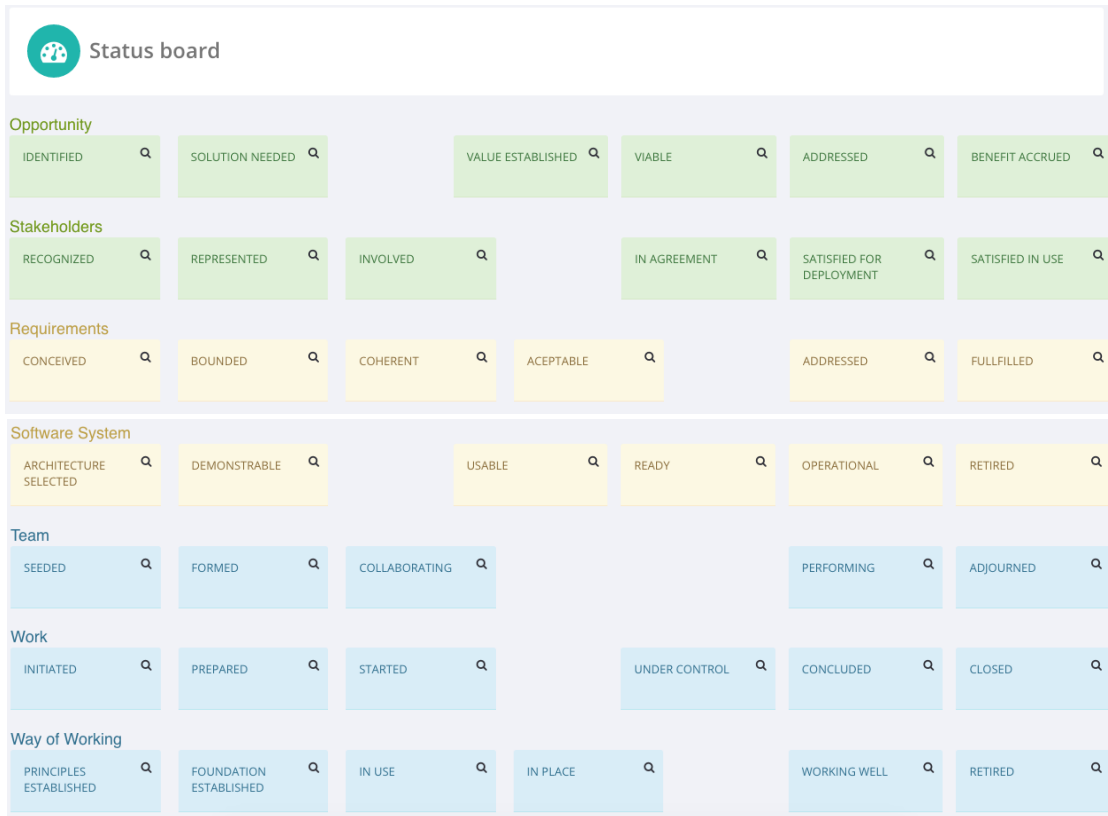


Figura 28. Tablero de estado del proyecto

Cada estado de un alfa tiene asociada una lista de chequeo en la que los diferentes ítems se deben satisfacer con el fin de indicar cuándo ese estado de alfa se ha cumplido.

SOLUTION NEEDED
×

- Need for software-based solution confirmed
- Stakeholders needs identified
- Underlying problem and root causes identified
- At least 1 software-based solution proposed

Save

Figura 29. Tarjeta del estado *Solution Needed* del alfa *Opportunity*

Los estados de alfa se encuentran divididos de manera implícita en tres colores: el verde que indica el segmento *Customer*, el amarillo que indica los alfas asociados al segmento *Solution* y, finalmente, en azul los alfas asociados al segmento *Endeavor*.

4.4. Fase de pruebas

Esta sección describe las técnicas de prueba utilizadas para controlar periódicamente la calidad del producto SEMAT Manager. Las pruebas realizadas fueron una guía durante el proceso de desarrollo para la ejecución organizada de diferentes actividades a realizar durante la construcción del software.

El hecho de que la calidad suele medirse después de elaborada la aplicación ha implicado un mayor costo en la detección de problemas. Por esta razón, la metodología de prueba permitió evaluar aspectos como el modelado SEMAT, seguridad de la información, apoyo conceptual, plataforma tecnológica y usabilidad de la herramienta, de forma iterativa durante las diferentes etapas definidas para la construcción de SEMAT Manager.

4.4.1. Funcionalidades a probar

A continuación se muestra una lista de las funcionalidades implementadas que se pusieron a prueba durante la ejecución del plan de pruebas:

Módulos implementados
Autenticación y administración de la sesión
Gestión del perfil y ajustes del usuario
Administración de usuarios, roles y proyectos
Gestión de la información de un proyecto y su wiki
Log de historial de un usuario y un proyecto
Administración de SEMAT en el proyecto, tablero de estados e iteraciones

Tabla 1. Módulos de SEMAT en fase de pruebas

La totalidad de las funcionalidades se puede visualizar en el Anexo B donde se listan las funcionalidades implementadas y las pendientes, en el historial de usuario. Del mismo modo, en el Anexo C pueden visualizarse los *mockups* web de todos los módulos de la herramienta.

4.4.2. Tipos de pruebas

Se ejecutaron diferentes pruebas durante la construcción hasta la liberación funcional de la herramienta, esto con el fin de abarcar la mayor cantidad de escenarios de uso y atenuar los problemas de software lo más temprano posible.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes tipos de pruebas para llevar a cabo:

Tipo de prueba	Herramienta
Pruebas unitarias	TestNG
Pruebas funcionales	Selenium

Tabla 2. Tipos de pruebas

También se usaron otras herramientas para mejorar la calidad del código fuente. Concretamente, se usaron los siguientes *plugins* integrados al entorno de desarrollo usado durante el proyecto.

- PMD²³:

Analiza el código fuente para encontrar defectos de programación como bloques *catch* vacíos, creación de objetos innecesarios, duplicidad de secciones código, etc.

- Checkstyle²⁴:

Ayuda a validar el código escrito con base a un estándar de codificación, para el caso de SEMAT Manager dicho estándar es el de Java.

Al revisar las herramientas anteriores integradas en el entorno de prueba, se analizaron las diferentes secciones de código y funcionalidades de la herramienta. Posteriormente se llevan a cabo pruebas manuales emulando un usuario final, con el fin de tener un estimativo de la facilidad de uso y de la curva de aprendizaje.

4.4.3. Ejecución de pruebas

4.4.3.1. Clasificación de la severidad de los bugs

Al encontrar un incidente durante la ejecución de las pruebas, se utilizan los siguientes niveles de gravedad para documentar el bug:

²³ "PMD." 2015. 8 Nov. 2015 <<https://pmd.github.io/>>

²⁴ "Eclipse Checkstyle Plug-in | SourceForge.net." 2003. 8 Nov. 2015 <<http://sourceforge.net/projects/eclipse-cs/>>

Severidad	Descripción	Ejemplo
Crítica	Fallo en la herramienta. No se puede continuar	Se ha encontrado un error crítico y no permite que la aplicación continúe funcionando
Mayor	Fallo en la funcionalidad	El módulo o funcionalidad no está disponible o es incorrecta
Normal	Funcionalidad restringida, pero el caso de prueba puede continuar	El componente no funciona correctamente, o necesita ajustes
Menor	Ajustes de presentación	Errores de usabilidad, de pantalla o errores que no afectan el uso o la funcionalidad de la herramienta. Por ejemplo, ajustar una etiqueta en un mensaje.

Tabla 3. Clasificación de la severidad de los errores

4.4.3.2. Validaciones

Las pruebas deben considerar lo siguiente:

- Los datos de entrada son consistentes con la información de salida
- Los componentes se adhieren a la uniformidad del diseño en SEMAT Manager.
- Los campos obligatorios se distinguen claramente y se realizan validaciones sobre estos
- Los mensajes que se presentan a los usuarios son claros
- Hay marcas de agua con ejemplos de la forma en que deben llenar los campos.
- Existen validaciones de longitud sobre los campos de los formularios.

4.4.3.3. Casos de prueba

Los casos de prueba se crearon basados en los requerimientos iniciales de SEMAT Manager. Dichos requerimientos fueron especificados como historias de usuario y coinciden con el listado a continuación de los casos de prueba:

QA-ID	Caso de prueba
SM-1	Como usuario puedo iniciar sesión en la aplicación
SM-2	Como usuario puedo visualizar el 'Home' de la aplicación
SM-3	Como usuario puedo visualizar/editar mi información personal
SM-4	Como usuario puedo cambiar mi contraseña
SM-5	Como usuario administrador puedo crear/editar un proyecto

SM-6	Como usuario administrador puedo definir los stakeholders de un proyecto
SM-7	Como usuario administrador puedo definir las prácticas de un proyecto
SM-8	Como usuario administrador puedo definir los valores y principios de un proyecto
SM-9	Como usuario administrador puedo definir las tecnologías y herramientas a usar en un proyecto
SM-10	Como usuario administrador puedo definir los productos de trabajo a generar en un proyecto
SM-11	Como usuario puedo definir mi participación en un proyecto
SM-12	Como usuario administrador puedo definir las iteraciones de un proyecto
SM-13	Como usuario administrador puedo actualizar la información de un usuario
SM-14	Como usuario administrador puedo asociar un proyecto a un usuario
SM-15	Como usuario administrador puedo crear/editar un rol
SM-16	Como usuario administrador puedo asociar un rol a un usuario dentro de un proyecto determinado
SM-17	Como usuario administrador puedo reiniciar la contraseña de otro usuario
SM-18	Como usuario puedo ver la lista de los proyectos de los que soy miembro
SM-19	Como usuario puedo ver la información básica de un proyecto
SM-20	Como usuario puedo ver el Status board de un proyecto
SM-21	Como usuario administrador puedo actualizar el Status board de mis proyectos
SM-22	Como usuario puedo ver las iteraciones de mis proyectos
SM-23	Como usuario administrador puedo actualizar las iteraciones de mis proyectos
SM-25	Como usuario puedo ver las prácticas de mi proyecto
SM-26	Como usuario administrador puedo modificar las prácticas de mis proyectos

Tabla 4. Casos de prueba

Los casos de prueba fueron definidos con base en las funcionalidades implementadas, en el Anexo B se pueden consultar las funcionalidades pendientes por implementar, discriminadas por módulos.

4.4.4. Resultados de las pruebas

Las pruebas unitarias con TestNG y funcionales con Selenium se ejecutaron conforme se realizaba la liberación funcional de cada historia. Dichas pruebas fueron realizadas por el desarrollador y corregidas en una etapa de retroalimentación continua.

Durante los diferentes Sprint realizados para la construcción de la herramienta se realizaron fases de revisión de diseño y de código, cada una se ejecutaba posteriormente en la fase de diseño y codificación. Esto con el fin de mejorar la calidad del código fuente y su escalabilidad ante posibles funcionalidades futuras.

Luego de implementar gran parte de la funcionalidad de SEMAT Manager, se procedió a realizar un ciclo de pruebas funcionales con un *tester*. Los resultados que se muestran a continuación son la evaluación durante el primer ciclo de pruebas.

El primer ciclo de prueba se realizó con un 61% de la implementación de la herramienta. El despliegue de la aplicación se realizó en un ambiente de pruebas controladas, en la que el *tester* podía acceder desde cualquier dispositivo con conexión a internet. La realización de las pruebas se realizó de manera manual simulando el usuario final y se documentan los incidentes encontrados al avanzar en los casos de prueba.

La siguiente tabla resume los resultados y da una breve retrospectiva del *tester* encargado de realizar las pruebas:

Ítem	Resultado
Tipo de test	Funcionales, manuales
Fecha de inicio	8 de Dic / 2014
Fecha de finalización del ciclo	8 de Dic / 2014
Horas usadas	4h
Total de casos de prueba	26
Satisfactorios	12 (46%)
Defectuosos	2 (15%)
Sin ejecutar	10 (39%)
Número de bugs reportados	14
Críticos	6
Mayor	0
Normal	8
Menor	0

Tabla 5. Resumen del resultado del primer ciclo de pruebas

La documentación y solución de los incidentes se realizó después de la finalización del ciclo de pruebas, se verificó que los problemas detectados estuvieran correctamente solucionados. Después de la realización del ciclo de pruebas por parte del *tester*, se hizo una primera retroalimentación de la interacción de un usuario con conocimientos técnicos sobre SEMAT Manager.

A continuación, se muestran los resultados de un cuestionario realizado al *tester* acerca de la usabilidad de SEMAT Manager.

Pregunta	Criterios de evaluación
1. ¿Hay términos en idiomas diferentes mezclados?	1 = Se encuentran en todo el sistema 2 = Se encuentra en algunas partes del sistema. 3 = No se encuentran en ninguna parte del sistema.
2. ¿Es simple el vocabulario utilizado?	1 = El vocabulario es demasiado técnico. 2 = El vocabulario presenta algunas dificultades de comprensión. 3 = El vocabulario es completamente comprensible.
3. ¿Hay algún tipo de asistencia para los usuarios que hacen uso del sistema por primera vez?	1 = No existe ninguna ayuda. 2 = Se encuentra ayuda en algunas partes. 3 = Existen ayudas en todo el sistema.
4. ¿El sistema es fácil de operar para alguien que no recibió capacitación en su operación? 3	1 = El sistema es de difícil comprensión. 2 = El sistema es fácil de operar en algunas de sus funcionalidades. 3 = El sistema es completamente fácil de operar.
5. ¿Se entienden la interfaz y su contenido?	1 = No se entiende su interfaz. 2 = La interfaz se entiende en algunas partes. 3 = La interfaz es completamente entendible.
6. ¿Resulta fácil identificar un objeto o una acción?	1 = Es difícil identificar los objetos o acciones. 2 = Se pueden identificar los objetos y acciones en algunas partes del sistema. 3 = Todos los objetos y acciones son fácilmente identificables.
7. ¿Resulta fácil entender el resultado de una acción?	1 = Los resultados de las acciones no son entendibles. 2 = Los resultados de las acciones son entendibles en algunas partes o la mayor parte del sistema. 3 = Todos los resultados de las acciones son entendibles.
8. ¿Está diseñada la interfaz para facilitar la realización eficiente de las tareas de la mejor forma posible?	1 = La interfaz es difícil de usar. 2 = La interfaz es difícil de usar en algunas partes del sistema. 3 = La interfaz es completamente sencilla de usar.
9. ¿Son apropiados los mensajes presentado por el sistema?	1 = Los mensajes no son apropiados. 2 = Los mensajes son apropiados en algunas partes del sistema. 3 = Todos los mensajes son apropiados y

	fáciles de comprender.
10. ¿Actúa el sistema en la prevención de errores?	1 = El sistema no previene errores del usuario. 2 = El sistema previene algunos o la mayoría de los errores del usuario. 3 = El sistema previene cualquier error que pueda cometer el usuario.
11. ¿El sistema informa claramente sobre los errores presentados?	1 = El sistema no informa de manera adecuada sobre los errores cometidos. 2 = El sistema informa de manera adecuada algunos o la mayoría de los errores cometidos por el usuario. 3 = El sistema informa de forma adecuada todos los errores cometidos por el usuario.
12. ¿Se utiliza mensajes y textos descriptivos?	1 = Los mensajes de texto no son descriptivos. 2 = La mayoría de los textos son descriptivos o fáciles de interpretar 3 = Todos los textos son descriptivos o fáciles de interpretar.
13. ¿Permite una cómoda navegación dentro del sistema y una fácil salida de éste?	1 = La navegación no es sencilla. 2 = La navegación presenta algunas dificultades. 3 = La navegación es sencilla, requiere de pocos vínculos para acceder a las funcionalidades del sistema.
14. ¿Se permite al usuario personalizar la interfaz?	1 = La interfaz no es personalizable. 2 = La interfaz es personalizable con algunas restricciones. 3 = La interfaz es completamente personalizable.
15. ¿Se proporciona información visual de dónde está el usuario, qué está haciendo y qué puede hacer a continuación?	1 = No se presenta ninguna información visual ni otro tipo de ayuda. 2 = Presenta ayudas en algunas partes del sistema. 3 = Las ayudas son apropiadas y están distribuidas a lo largo del sistema.
16. ¿Se presenta al usuario la información que sólo necesita?	1 = La información presentadas es más de la que necesita y tiende a ser confusa. 2 = En algunas partes se presenta mayor información a la necesaria. 3 = La información es estrictamente la necesaria según el perfil.

Tabla 6. Cuestionario de usabilidad de SEMAT Manager realizado al tester

El reporte del primer ciclo de pruebas se encuentra en el Anexo D de manera más detallada.

Caso de estudio

5.1. Motivación

El rápido crecimiento en los últimos años de seguidores de la iniciativa hace pertinente el desarrollo de nuevas tecnologías para permitir la apropiación de SEMAT por parte de la comunidad, así como posibilitar una retroalimentación constante de su uso. Tales tecnologías contribuirían a la mejora de la industria, la enseñanza en la academia y la investigación, al momento de ejecutar proyectos de software con el núcleo SEMAT. De esta necesidad, surge la idea de construir una herramienta para la gestión de proyectos de software, que permita el control de las tareas de desarrollo, la evolución y el mantenimiento de un proyecto basado en el núcleo.

La productividad y la competitividad que actualmente requieren las organizaciones de software generan mayores desafíos para la academia, ya que el proceso de formación se lleva a cabo allí y, en última instancia, tendrá un impacto en la solución a los retos actuales del mercado. Estos desafíos son una de las razones por las que los procesos de aprendizaje en el desarrollo de software también deben estar evolucionando constantemente y adoptando nuevas prácticas y formas de hacer software en pro de su crecimiento.

Con el fin de fortalecer la enseñanza de la ingeniería de software y evaluar el uso, la flexibilidad y la adaptabilidad de SEMAT, este estudio se apoya de prácticas de desarrollo de software ágil en un ambiente académico. Su objetivo es promover la iniciativa en los equipos de desarrollo conformados por estudiantes y, al mismo tiempo, plantea la evaluación de la misma, con base en algunas variables de valoración aplicados en los estudiantes desarrolladores de diferentes proyectos.

Los participantes en el estudio son estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia quienes, durante su formación, cursan la asignatura de ingeniería de software II y desarrollan diferentes proyectos de software como parte de su proceso de aprendizaje.

Un caso de estudio es una estrategia empírica clave en el campo de la ingeniería que permite obtener evidencia en contextos reales de implementación de nuevas prácticas. El presente caso de estudio fue una investigación en un contexto académico particular, con un conjunto pequeño de desarrolladores que no es representativo del conjunto de estudiantes de ingeniería de software a nivel nacional; sin embargo, permitirá evaluar empíricamente la iniciativa SEMAT tratando de anticipar y acortar el camino hacia la adopción de prácticas ágiles e innovadoras en ambientes académicos.

Finalmente, se espera que el caso de estudio pueda contribuir al cuerpo del conocimiento existente en la academia sobre la adopción de SEMAT en la enseñanza de la ingeniería de software, para, de esta manera, identificar y mostrar los resultados del uso y apropiación de SEMAT en cursos de ingeniería de software en un contexto nacional.

5.2. Objetivos

El objetivo principal del caso de estudio es analizar el uso del núcleo de SEMAT en un contexto académico para el desarrollo de proyectos de software. Se hará uso de la aplicación SEMAT Manager, la cual es un prototipo desarrollado y pensando para facilitar la gestión de proyectos, también en evaluar el uso de la iniciativa e identificar su impacto en un ambiente académico.

Cada fase del estudio lleva consigo un objetivo particular que apoyará la construcción de conocimientos y el logro de los objetivos de la tesis. Dentro de estos se encuentran la importancia de caracterizar los equipos de desarrollo participantes para entender las características específicas del grupo de desarrolladores con los cuales se realiza el estudio. También se observa y recoge información generada durante el transcurso de los proyectos de software utilizando la iniciativa SEMAT, con el fin de determinar sus impactos positivos o negativos, teniendo en cuenta los objetivos BHF²⁵ (Better, Happier, Faster) durante la realización del estudio [4]. La información recogida podrá ser una referencia para la planeación de proyectos de software en el futuro, desde el punto de vista académico.

5.3. Definición del estudio

Los métodos ágiles de desarrollo buscan incrementar la productividad de un equipo para adaptarse a los cambios constantes en el contexto académico, por lo tanto, es importante influir en la eficiencia y eficacia de la ejecución de las tareas para obtener una ventaja competitiva y un tiempo de desarrollo más corto.

Para evaluar el éxito de SEMAT junto con un método ágil, se utilizaron métricas BHF (Better, Happier, Faster) relacionadas con la percepción de qué tan bien se están haciendo las cosas, qué tan rápido y la satisfacción que está generando hacerlas. La captura de estas métricas se realizó durante el desarrollo del caso de estudio mediante la recopilación de datos. La importancia de la captura de los BHF en el ámbito académico se describe de una forma muy acertada en [4] “For academia better education means competent students equipped with solid concepts and theory meeting industry needs and instructor’s employing a consistent teaching roadmap independent of fads but open to innovations. Faster means faster learning and faster transition of students to industry. Happier means more motivated students and a more enjoyable education experience”²⁶

En la Figura 30, se describe un conjunto de atributos agrupados para dar una percepción del significado de cada uno de los objetivos BHF. El estudio propone medir estos atributos mediante el uso de diferentes técnicas y herramientas especificadas en las etapas I y II.

²⁵ SEMAT- THREE YEAR VISION, Section 3.3 Success Factors for Users, pp7 [4]

²⁶ *Ibidem.*

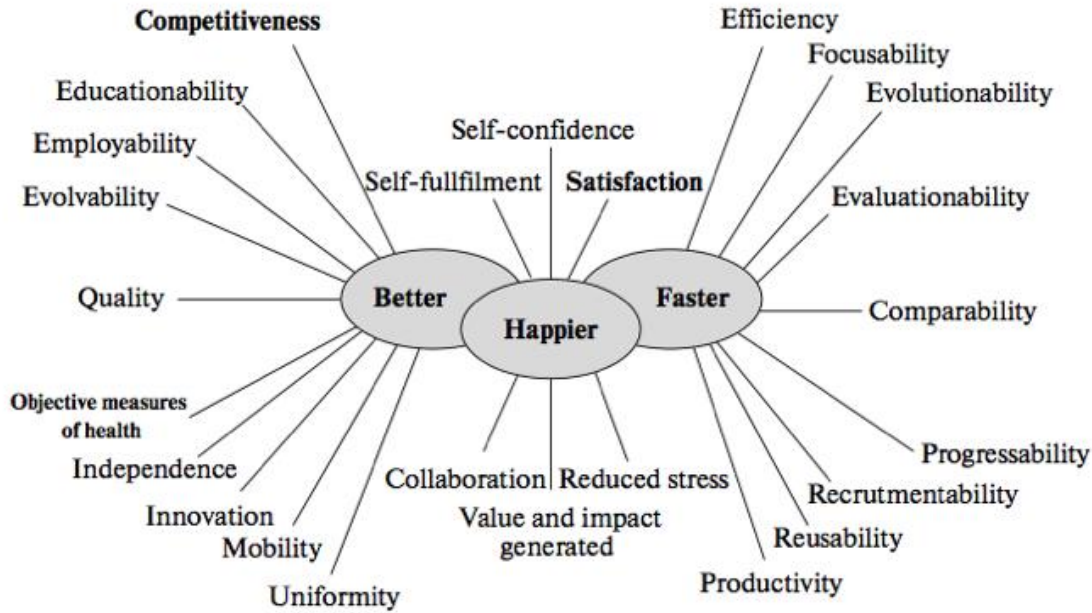


Figura 30. Objetivos BHF ilustrados con atributos potenciales que los describen²⁷

Durante la implementación de la solución de software SEMAT Manager y el uso de SEMAT en los proyectos de software, constantemente se ejecutaron tareas de revisión del proceso de forma iterativa para verificar la evolución del grupo de trabajo y su adaptación a SEMAT durante la experiencia de desarrollo.

5.3.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio que se utilizó en la investigación fue principalmente un caso de estudio basado en la observación y el apoyo de recolección de datos mediante encuestas. El método de investigación de campo (encuesta) fue elegido con el objetivo de apoyar a los datos cualitativos resultantes de la fase de observación directa.

5.3.2. Participantes

En la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, la enseñanza de la ingeniería de software para los estudiantes de pregrado se concentra en dos cursos consecutivos, uno prerrequisito del otro: Ingeniería de Software I e Ingeniería de Software II. El primer curso abarca varios temas, incluyendo los fundamentos de la ingeniería de software, una breve introducción a la gestión de proyectos, diseño orientado a objetos utilizando UML y una breve revisión de métodos ágiles de desarrollo. El segundo curso es sobre todo una experiencia práctica, por lo tanto, se centra en el desarrollo de un sistema de software desde cero, por lo general una aplicación web, siguiendo un método ágil elegido por el equipo y usando los alfás fundamentales de la iniciativa SEMAT.

²⁷ *Ibidem*, Imágen tomada de [4] Section 3.3 Success Factors for Users, pp8

Los participantes del estudio fueron los estudiantes de Ingeniería de Software II, quienes recibieron una formación previa sobre los fundamentos de SEMAT, la cual fue reforzada por la retroalimentación continua durante el desarrollo de sus proyectos.

5.3.3. Características del contexto

El contexto del caso de estudio se llevó a cabo en participantes con conocimientos básicos de programación, lo cual se evidencia mediante un proceso de autoevaluación realizado al comienzo del caso de estudio. Los estudiantes cumplían con los siguientes requisitos mínimos:

- Haber aprobado el curso de ingeniería de software I.
- Haber recibido la formación sobre los conceptos básicos de SEMAT y su uso previo a la iniciación del caso de estudio.
- Tener conocimientos básicos de la utilización de métodos ágiles.
- Tener la disposición de utilizar métodos ágiles de desarrollo en la ejecución de sus proyectos.
- Pertener a uno de los grupos de trabajo para el desarrollo de las actividades previstas durante los proyectos.
- Tener la disposición para utilizar las herramientas suministradas para el estudio.

Durante el desarrollo del caso de estudio se realizó un acompañamiento continuo por parte del investigador y del docente con el fin de verificar el uso apropiado de herramientas y de conceptos relacionados con la adopción de prácticas ágiles por parte los estudiantes sujetos del estudio.

5.3.4. Preguntas de investigación

Con el propósito de capturar la información teniendo en cuenta los objetivos BHF, el caso de estudio se enfocó en responder las siguientes preguntas generales:

- ¿Cómo ha cambiado la perspectiva del equipo de desarrollo en relación con SEMAT?
- ¿Cómo ha evolucionado el desempeño de los grupos a través de las iteraciones?
- ¿Qué impacto ha tenido el marco de trabajo SEMAT en el proyecto?
- ¿Cuáles son los principales beneficios y lecciones aprendidas percibidos por los participantes del estudio?
- ¿Cuáles son los aspectos positivos de SEMAT, teniendo como contexto los métodos ágiles conocidas?

5.3.5. Metodología de trabajo

Para responder a las preguntas de investigación, se capturaron diferentes variables asociadas con los objetivos de BHF. El período de observación duró alrededor de 4 meses, entre marzo y junio de 2015, fue durante este período cuando se recopilaron notas e información de trabajo de campo asociado al progreso en las iteraciones de los proyectos de software desarrollados por cada uno de los equipos de trabajo.

La captura de la información cualitativa se realizó principalmente a través de encuestas a cada uno de los participantes al final de cada iteración. Las preguntas de cada una se orientaron a recoger datos sobre los objetivos BHF y se convirtieron en la base para el análisis posterior.

5.4. Recopilación de datos

La captura de información de los proyectos de desarrollo de software que utilizaron SEMAT es el insumo de esta sección, para la que se definieron una serie de experimentos y técnicas con el fin de recopilar la información. Al final del proceso de análisis, se buscaba identificar las oportunidades y los desafíos que enfrenta SEMAT en contextos académicos.

En el avance de la investigación, se recopiló información directamente asociada con el rendimiento del equipo, para evaluar la gestión del proyecto durante el desarrollo, teniendo en cuenta su organización y los productos generados como parte de su solución de software, en este sentido se buscó responder a algunos aspectos, tales como:

- ¿Se cumplieron los objetivos de las iteraciones?
- ¿El balance entre lo que se quiso hacer y lo que se desarrolló es el adecuado?
- ¿Se ha acelerado el desarrollo y la ejecución de las tareas mediante la adopción de SEMAT?
- ¿Qué piensa el equipo de desarrollo de su propio desempeño?
- ¿Qué tanto esfuerzo han requerido los desarrolladores en la aplicación de SEMAT?

Finalmente, cada participante de la muestra experimental evaluó su percepción sobre la iniciativa. Esto con el fin de recopilar información descriptiva para valorar la satisfacción personal con SEMAT y las opiniones con respecto a actividades específicas encaminadas a la consecución de los objetivos de sus proyectos. El propósito de esta evaluación final es tener una idea de las ventajas de la iniciativa y los problemas en caso de que existiesen a los que ésta se debe enfrentar.

Cabe señalar que durante la ejecución del caso de estudio, la captura de la información se realizó con cuestionarios, encuestas y la misma herramienta desarrollada SEMAT Manager. Esta recopilación y desarrollo del caso de estudio no busca, en ninguna medida, lograr una calificación o evaluación de la herramienta SEMAT Manager, puesto que el estudio está dirigido exclusivamente a evaluar el impacto de la iniciativa SEMAT en el desarrollo del proyecto y su influencia en el equipo.

A continuación se describen por etapas las técnicas y herramientas para la recopilación de datos:

5.4.1. Etapa I: Caracterización del grupo de estudio

La metodología propuesta consiste en recopilar información previa y durante el proyecto de investigación. En este sentido, la primera etapa buscaba identificar el conocimiento de ingeniería de software, métodos ágiles y SEMAT que poseía cada participante del estudio a través de una encuesta de autoevaluación. La revisión se llevó a cabo a través de una encuesta incluida en el anexo E y se dividirá en dos partes descritas a continuación:

5.4.1.1. Uso de métodos ágiles

La primera parte de la encuesta buscaba identificar el conocimiento de los participantes en programación y métodos ágiles, para ello se necesitaba saber:

- ¿Qué métodos ágiles conoce cada miembro, y cuál es su experiencia usándolas?
- ¿Qué herramientas han usado como apoyo en la implementación de un proyecto de software desarrollado con métodos ágiles?

5.4.1.2. Visión de SEMAT

En la segunda parte de la encuesta se buscaba identificar la percepción que tienen los participantes sobre la iniciativa. Trataba de responderse las siguientes preguntas:

- ¿Qué conocimiento tienen los estudiantes sobre SEMAT ?
- ¿Qué percepción tienen del uso del núcleo?
- ¿Cuáles son sus expectativas al desarrollar un proyecto con SEMAT?

5.4.2. Etapa II: Gestión de proyectos a través SEMAT Manager

SEMAT Manager es una herramienta basada en el núcleo que permite la gestión integral de proyectos de software, proporcionando un servicio rápido, seguro y eficaz para la implementación de soluciones iterativas.

Para los efectos del proyecto de investigación, la herramienta utilizada por los estudiantes implementa funcionalidades para capturar la información de su participación, que, junto con las encuestas incluidas en los anexos F, G, H e I, permitía evaluar la percepción de la utilización de SEMAT basado en los objetivos BHF (Mejor, más feliz, y más rápido). A continuación se especifican los temas capturados en las diferentes etapas del desarrollo de proyectos.

5.4.2.1. Retroalimentación por iteración

Al final de cada iteración se realizó una evaluación grupal con la intención de identificar, lo que se ha ejecutado bien, mal, y qué puede mejorarse. Debido a que los estudiantes eligieron apoyarse en prácticas de Scrum como método ágil para desarrollar sus proyectos, al finalizar cada uno de los Sprints, se evaluaron diferentes aspectos.

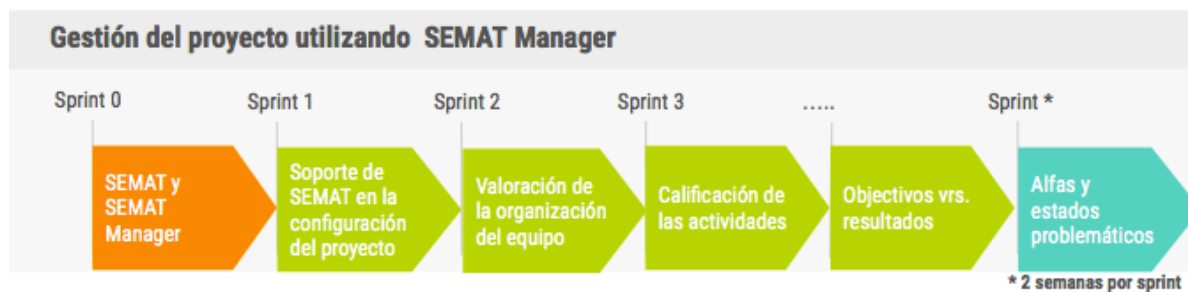


Figura 31. Temas tratados en la retroalimentación por iteración

La retroalimentación de cada una de las etapas se realizó mediante encuestas electrónicas al finalizar cada una. Dichas encuestas se pueden encontrar en los anexos E a J. El propósito era capturar la siguiente información:

- Percepción de su aprendizaje en SEMAT
- Percepción del esfuerzo dedicado
- Calificación de la comunicación
- Gestión de prácticas definidas
- Percepción de los objetivos propuestos vs. resultados logrados
- Valoración general de las iteraciones

5.4.2.2. Calificación de actividades

Cuando los participantes definen una lista de actividades a desarrollar en el transcurso de una iteración, con frecuencia, sucede que algunos integrantes se interesan más al realizar algunas actividades y pierden el interés por realizar otras que no se consideran de su total agrado. Para valorar esto, se realizó una evaluación con el fin de estimar la satisfacción de los usuarios al ejecutar sus tareas. En esta evaluación se capturó una calificación de su desempeño, comentarios conforme a la organización del grupo y percepciones basadas en los objetivos BHF. Dicha encuesta puede ser consultada en el Anexo G. La información capturada en este anexo está relacionada directamente con la calificación de las tareas asignadas, también se pueden consultar la calificación dada a los objetivos BHF durante el transcurso de todas las iteraciones.

5.4.3. **Culminación de la experiencia con SEMAT**

Al terminar el proyecto de software se realizó una encuesta final con el fin de tener una percepción de las contribuciones de SEMAT al proyecto y al individuo. Esta se encuentra en el anexo J y buscó indagar las siguientes cuestiones:

- ¿El participante utilizará SEMAT en el desarrollo de otros proyectos académicos?
- ¿Cuáles son las principales ventajas de SEMAT?
- ¿Cuáles son los principales inconvenientes o deficiencias de SEMAT?
- ¿SEMAT satisfizo las expectativas de los participantes?
- ¿Qué sugerencias o aportes de SEMAT se generaron?

5.4.4. Enfoque y línea de tiempo del caso de estudio



Figura 32. Cronología de desarrollo del caso de estudio

5.5. Análisis de resultados

Para realizar el análisis de resultados se hizo un estudio estadístico, con el cual se trataron de resolver las preguntas de investigación conforme con los resultados encontrados para los datos capturados durante el estudio. El análisis inicial es un estudio estadístico descriptivo, debido a la naturaleza de algunos de los datos capturados.

En este sentido, es importante resaltar que la muestra no es representativa si se considera el conjunto de estudiantes de Ingeniería de Software a nivel nacional. Sin embargo, está pensada para estudiantes que recibieron la misma formación durante su proceso académico, es decir, los estudiantes participantes son una muestra del conjunto de estudiantes de ingeniería de software de la Universidad Nacional de Colombia.

El análisis presentado a continuación proviene principalmente, aunque no en forma exclusiva, de los resultados de las encuestas hechas a los estudiantes. También se han tomado en cuenta los registros de actividades provenientes de herramientas usadas en el desarrollo como Trello y SEMAT Manager, y para algunas particularidades se observó la evolución del código fuente con su herramienta de control de versiones.

5.5.1. Caracterización del grupo de estudio

El grupo de estudio está conformado por 24 estudiantes de ingeniería de sistemas y computación de la Universidad Nacional de Colombia, quienes aprobaron la asignatura Ingeniería de Software I y cursaron la asignatura Ingeniería de Software II durante el desarrollo del estudio.

Debido a los diferentes procesos académicos que usualmente se presentan en las universidades, no todos los estudiantes toman el curso en la misma etapa de su carrera, a continuación se muestra en la Tabla 8, el semestre en el cual se encuentran los estudiantes sujetos del estudio.

	Media	Varianza	Desviación estándar
¿Cuál es el semestre actual de los estudiantes del grupo de estudio?	8 (7,65)	3,5	1,87

Tabla 7. Semestre actual de los estudiantes

Teniendo en cuenta que el promedio de terminación de la carrera de ingeniería de sistemas se encuentra entre 10 y 12 semestres, se puede inferir que la gran mayoría de estudiantes se encuentra cursando la segunda mitad de su carrera, algunos finalizando la misma. La captura de estas variables fue de tipo numérica cuya escala de medición es a partir de un intervalo.

Al revisar su experiencia en programación, se encuentra que la totalidad de estudiantes han estado en contacto con la programación más de un año, algunos con más experiencia que otros. En este caso, la experiencia de uso de lenguajes fue una variable capturada de tipo categórica y su tipo de escala es ordinal.

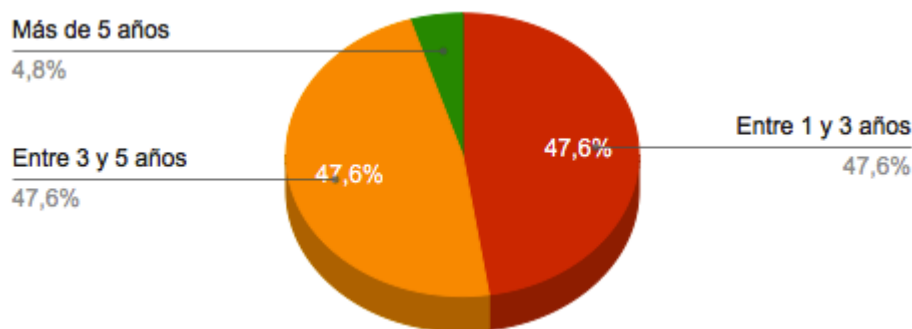


Figura 33. Experiencia usando lenguajes de programación

Los lenguajes más conocidos por los estudiantes son Java, C++ y Python, debido a que durante los cursos anteriores son los lenguajes utilizados. Cabe resaltar que algunos de los lenguajes y herramientas elegidas por los estudiantes para realizar sus proyectos fueron propuestos por ellos mismos, cuando se organizaron en el grupo de trabajo.

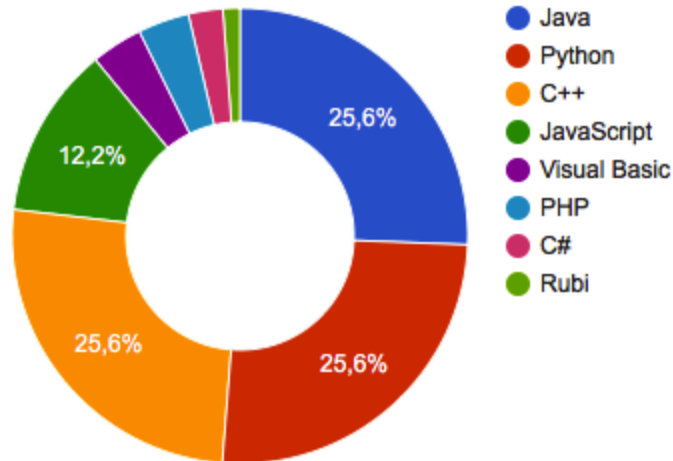


Figura 34. Lenguajes de programación conocidos por los estudiantes

Sin embargo, el lenguaje más usado es Java con un 62,5%, seguido de Python con un 16,6% y el restante 16,6% distribuido entre los otros lenguajes.

Al realizar una revisión sobre el conocimiento y uso en métodos ágiles de desarrollo, se identifica que se tiene baja experiencia. El 94,7% de los estudiantes tiene menos de un año de experiencia en estos métodos, y el 5,3% entre 1 y 3 años. Posiblemente, esto se deba a que la mayor parte de su experiencia en programación ha sido de manera individual, por lo que no se genera la necesidad de la organización de grupos de trabajo para la planeación de un proyecto.

Aunque gran parte de los estudiantes tienen entre 1 y 5 años de experiencia en programación, se puede intuir que sólo recientemente se les han asignado actividades en torno al trabajo de software en equipos.

Sin embargo, pese a que el uso de métodos ágiles no ha sido alto, los estudiantes conocen de algunas de ellas como podemos ver en la Figura 35.

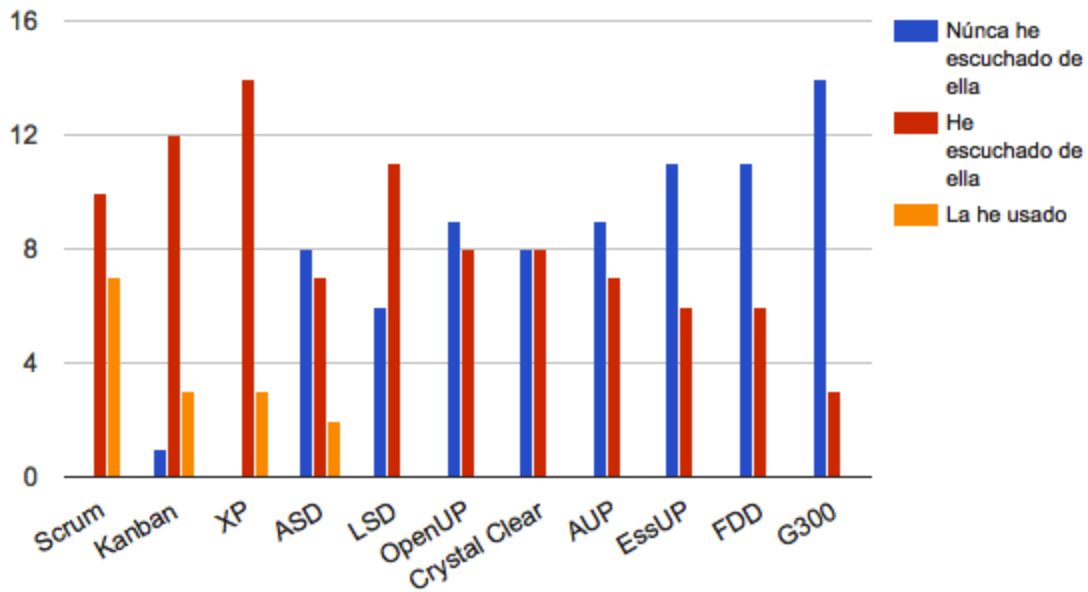


Figura 35. Métodos ágiles conocidos por los estudiantes

Respecto al uso de herramientas de software para la implementación de sus proyectos, los estudiantes indicaron principalmente la inclinación por herramientas que permitan el seguimiento de las actividades de un proyecto y el registro de errores. No obstante, ninguna de estas incluye la gestión de un método ágil.

Una vez realizada la primera capacitación sobre SEMAT con el uso de presentaciones y lecturas, los estudiantes conocieron la iniciativa basada en ejemplos prácticos. Posteriormente, se procedió a hacer una autoevaluación sobre los conceptos aprendidos y el uso del núcleo, en la que fueron muy acertados con las respuestas dadas respecto a definiciones puntuales de partes del núcleo y SEMAT.

Antes de iniciar el proyecto con la iniciativa, la percepción de haber adquirido las bases del conocimiento para el uso del núcleo fue positiva. A continuación, en la figura 36 se puede observar que la mayoría de los estudiantes se consideraban capacitados para usar el marco de trabajo, aunque no habían tenido ninguna experiencia de uso.

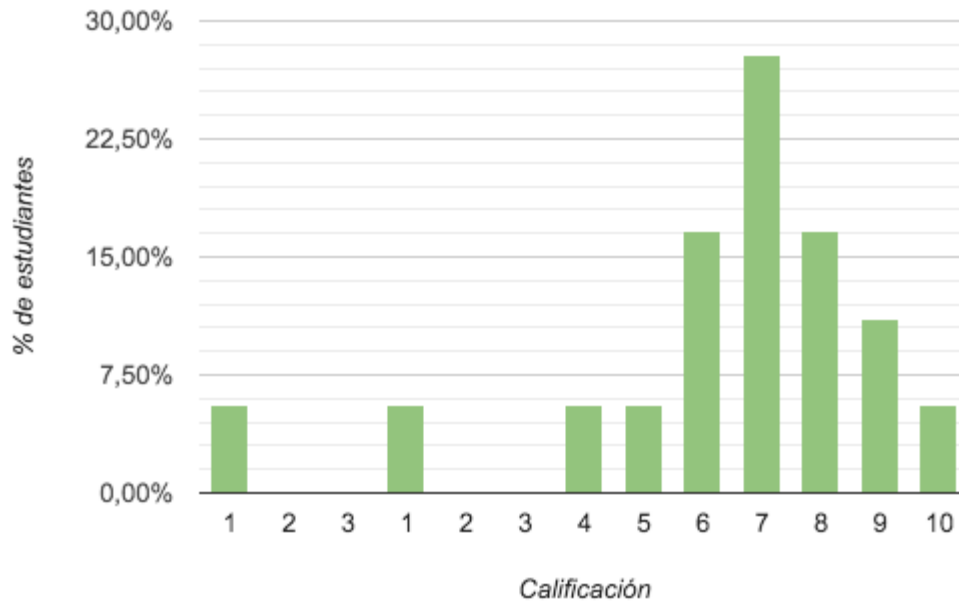


Figura 36. Auto-evaluación de percepción sobre aprendizaje en SEMAT

Desde un punto de vista teórico los estudiantes tienen claros varios conceptos del núcleo, principalmente el de los segmentos de Esfuerzo, Solución y Cliente; pero, con frecuencia, confunden conceptualmente la iniciativa SEMAT como una metodología en sí, con prácticas propias. Por otro lado, otros hablan de ella como una herramienta que sirve para la planeación de proyectos. Estas definiciones, en una etapa temprana en el caso de estudio generan ambigüedades, pero con el transcurrir del uso del núcleo se tornan más precisas, como se evidencia al finalizar la experiencia.

5.5.2. Definición y configuración del proyecto usando SEMAT Manager

La temática de los proyectos de software a implementar durante la asignatura de Ingeniería de Software II fue propuesta por los grupos de trabajo formados por los estudiantes, según sus preferencias e ideas de aplicaciones.

Para dar apoyo a la organización y definición del proyecto de software propuesto por los equipos de desarrollo, se usó la herramienta SEMAT Manager con miras a orientar los aspectos principales a tener en cuenta al inicio de un proyecto de software.

Una de las particularidades del contexto académico es que durante el proceso de desarrollo el rol de *Stakeholder* estaba representado, por un lado, por el profesor de la asignatura, por otro, por los mismos integrantes del equipo de trabajo, pues son ellos quienes definieron la propuesta de su proyecto y plantearon las necesidades de la temática del mismo. En esta medida, las prioridades de cada funcionalidad y los objetivos en las entregas estarían dados por acuerdos con el profesor, esto se aceptaba siempre y cuando fueran de manera iterativa y el intervalo de desarrollo del proyecto no excediera el tiempo delimitado de la duración del semestre.

Teniendo en cuenta lo anterior y a la naturaleza del proyecto académico, se dio prioridad al criterio de los estudiantes en la definición del proyecto y al apoyo del mismo con herramientas de software y el set de cartas del SEMAT. Por esta razón también se resalta la importancia de tener herramientas de software adecuadas

que faciliten la definición del proyecto, enfocándose en aspectos relevantes en la planeación inicial del grupo. Para ello, SEMAT Manager modela en la sección de Administración de proyectos descrita en la sección 3 del capítulo 3 de la presente tesis, algunos de los aspectos principales que se deben tener en cuenta en la configuración inicial del proyecto.

Algunos de los conceptos modelados fueron evaluados una vez se definieron en su proyecto. En la figura 37 se visualiza con más detalle las secciones que permiten la configuración inicial de un proyecto, así como la claridad que tuvo para los estudiantes al momento de definirlos.

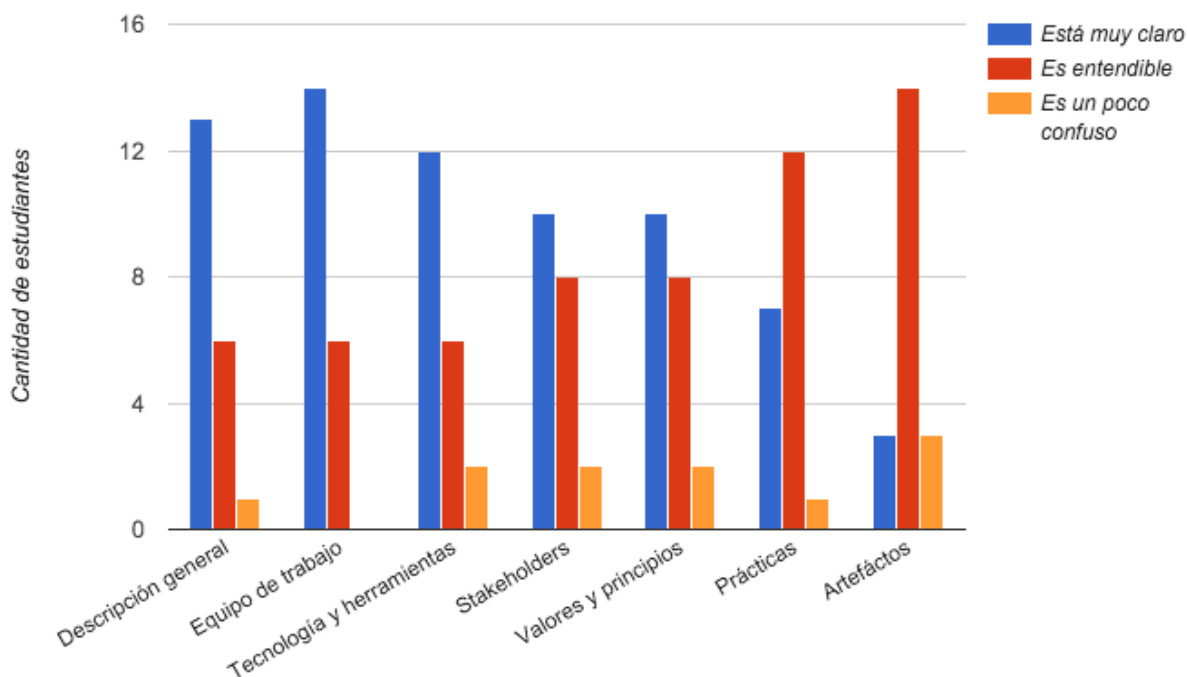


Figura 37. Claridad de temas en la definición del proyecto

Si bien predomina la claridad en los conceptos de la configuración de un proyecto, también es evidente que aspectos como la definición de los productos de trabajo, valores y principios, quienes son los *stakeholders* y sus responsabilidades, tienden a generar confusión para algunos estudiantes.

Respecto a la percepción del rendimiento que tuvieron los estudiantes en esta etapa del proyecto tenemos que es satisfactoria a nivel general. En la tabla 9 se observan los resultados, teniendo en cuenta un intervalo de calificación de 0 a 10.

Media	Varianza	Desviación estándar
8,4	2,1	1,45

Tabla 8. Percepción del rendimiento en la definición inicial del proyecto

Finalmente, los estudiantes evaluaron los objetivos BHF inmersos en mayor medida en la etapa inicial del proyecto. La selección de los objetivos más destacados la podemos encontrar a continuación en la figura 38.

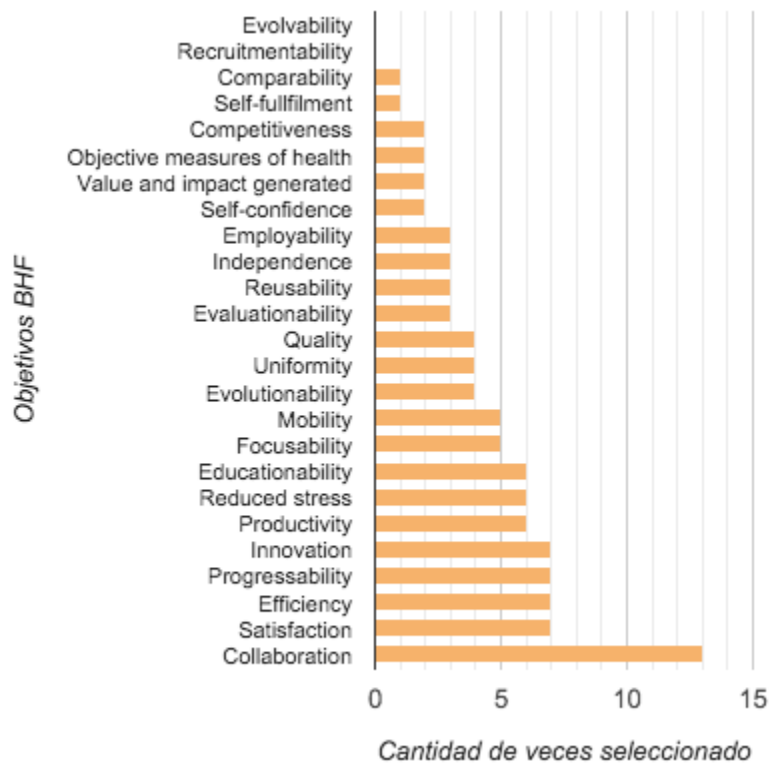


Figura 38. Objetivos BHF destacados en la configuración inicial del proyecto

Adicionalmente, como se mencionó, dada la naturaleza del proyecto y que no hay un rol de *Stakeholder* totalmente definido, las reuniones con el grupo de trabajo son de mucha importancia. En este sentido, se evidencia en la figura 38 que el objetivo BHF que con mayor frecuencia se da en esta etapa es el de colaboración.

5.5.3. Organización y comunicación del equipo

Hay muchos factores que pueden afectar la satisfacción y motivación del equipo, en su mayoría vinculados a la organización del grupo y, en ocasiones, a la planificación por parte de los líderes. La organización y la comunicación son aspectos críticos para el éxito en la ejecución de las actividades de cada miembro.

Al realizar una revisión de los datos, el 64,2% estaban muy satisfechos o de acuerdo con las tareas asignadas para cumplir los objetivos de la iteración. Un 10,5% de los estudiantes manifestó no estar de acuerdo con sus asignaciones. El 10,5% de estudiantes estaba en desacuerdo, se realizó una revisión de la percepción que se tiene de la comunicación dentro del equipo, a fin de identificar dicha insatisfacción. Como resultado de ello, se encontró que el 78,9 de los estudiantes consideran que la comunicación dentro del equipo siempre o casi siempre es efectiva mientras que un 21,1% manifestó que sólo algunas veces lo es.

Debido a que en el contexto académico los estudiantes no siempre están sujetos a compartir un espacio de trabajo para las actividades fuera de las clases, la gran cantidad de tareas que se realizan, se ejecutan de manera individual, apoyadas por herramientas de comunicación elegidas durante la etapa de definición del proyecto.

Las herramientas más usadas para la comunicación y coordinación en los equipos están detalladas en la figura 39.

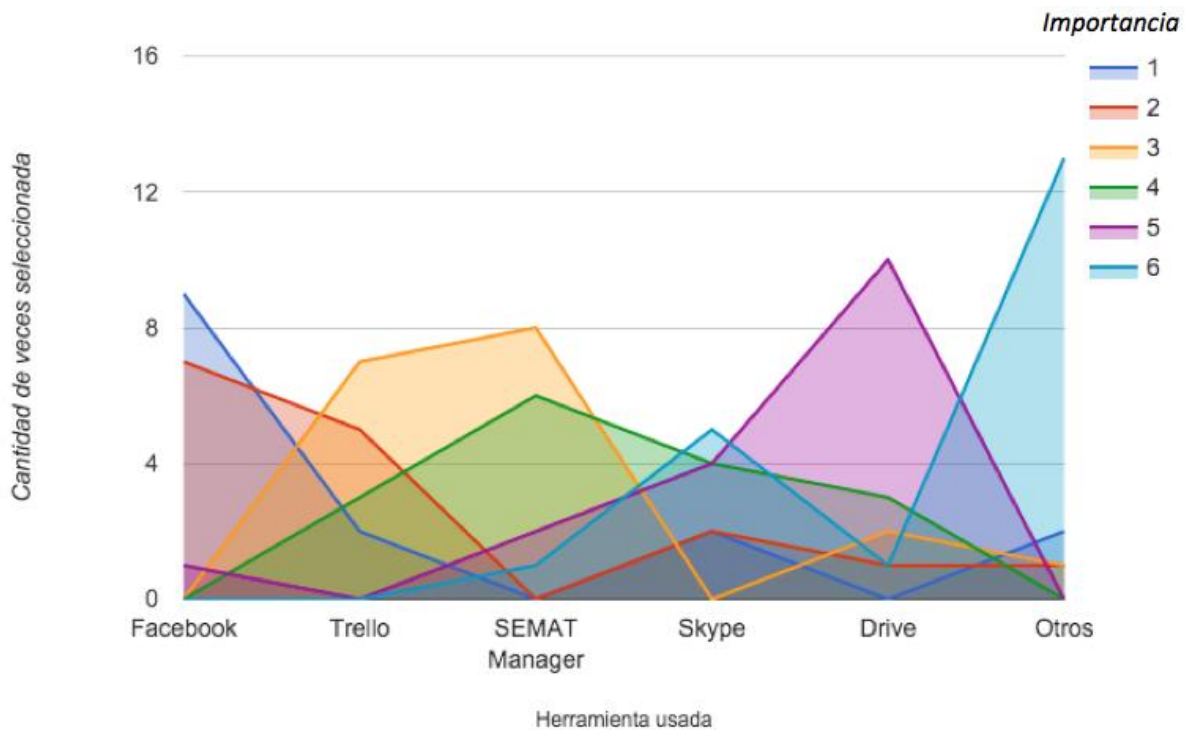


Figura 39. Importancia de las herramientas usadas para cumplir los objetivos de las iteraciones

En la figura 39 se destaca Facebook como la principal herramienta de ayuda en el cumplimiento de los objetivos. Esta herramienta es usada para la comunicación del equipo, que como ya se resaltó, en el entorno académico es vital. Por otro lado, herramientas como Trello y SEMAT Manager usadas para la planeación son las segunda y tercera más importantes respectivamente.

Respecto a la consistencia de las tareas asignadas con respecto a los roles definidos en el inicio de cada iteración, el 68,5% de las tareas asignadas a los miembros del equipo estaban relacionadas con las responsabilidades definidas para cada rol, mientras que un 31,5% opinó que algunas veces las tareas difirieron de su responsabilidad para la iteración.

De lo anterior, se puede decir que otra de las particularidades del contexto académico es que el mismo entorno requiere de la dedicación equilibrada de tiempo entre todos los miembros del equipo. Debido a que durante el inicio de cada iteración se definieron roles y responsabilidades entre los miembros como lo son Coach, Desarrollador, Analista, DBA, tester, entre otros, estas no siempre son consistentes con una carga equilibrada entre los integrantes. Frecuentemente, los integrantes definían más de un rol para cada integrante, o distribuían las tareas sin que estas necesariamente fueran consistentes con el rol asignado con el fin de cumplir los objetivos de la iteración.

Al revisar la satisfacción general con respecto a la organización y comunicación del equipo se mantiene levemente por encima, así como el rendimiento en las dos primeras iteraciones. A continuación, en la tabla 10 se observa la satisfacción de los integrantes del equipo conforme con los resultados obtenidos en las dos primeras iteraciones de sus proyectos teniendo en cuenta un intervalo de calificación de 0 a 10.

Media	Varianza	Desviación estándar
8	2,6	1,61

Tabla 9. Satisfacción con respecto a los resultados obtenidos en las dos primeras iteraciones

Los objetivos BHF que hicieron parte de la segunda evaluación en una etapa próxima a la finalización de las segundas iteraciones en los proyectos y el comienzo de las terceras, se enfocaron en evaluar la organización y comunicación dentro del equipo. Los resultados se muestran a continuación en la figura 40.

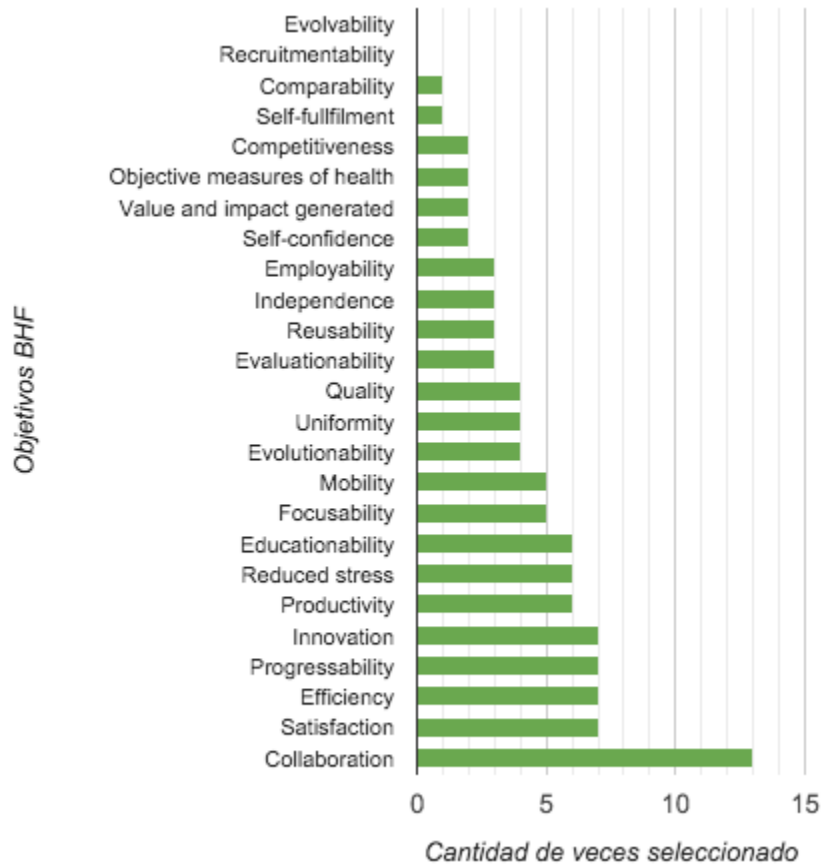


Figura 40. Objetivos BHF destacados en la organización y comunicación del equipo

Para la evaluación de la organización y comunicación del equipo se observa en la figura 40 que los estudiantes volvieron a destacar fuertemente el atributo de colaboración, aunque particularmente el desempeño general fluctuó un poco debido a algunas diferencias entre los resultados de los grupos. Se pueden notar dos situaciones notorias al transcurrir las dos primeras iteraciones, la primera es respecto a uno de los equipos que resaltó por su buen progreso, esto basado en la revisión de sus avances en el *Status board* de SEMAT Manager y las actividades ejecutadas y reportadas en Trello, en este grupo hubo algunos comentarios como “*Hemos contado con una líder dedicada al trabajo*”, resaltando la importancia del liderazgo del Coach en un equipo. Por otro lado, la segunda situación es respecto a uno de los equipos que no ha tenido mayor progreso en sus actividades, uno de sus participantes menciona “*La motivación personal no es la misma entre los miembros del equipo*”, razón por la cual la participación en la realización de las tareas fue poco productiva.

5.5.4. Ejecución de actividades

El comportamiento y la eficiencia en la ejecución de las actividades dependen de varios factores como la distribución equitativa en la carga de tareas, las competencias de cada integrante, los esfuerzos del equipo, las expectativas del grupo de trabajo, etc. Esto conforma el entorno competitivo en el que un proyecto se desarrolla y crea una percepción del desempeño de los miembros en proceso de desarrollo, de manera que a menudo basadas en datos recolectados durante la ejecución de las actividades se puede determinar el futuro de un proyecto.

Revisando la información respecto a la planeación de las tareas, encontramos que algunas no necesariamente están dadas por los estados de los alfas. A continuación en la figura 41 se observa la percepción de los estudiantes conforme dicha planeación con el núcleo de SEMAT.

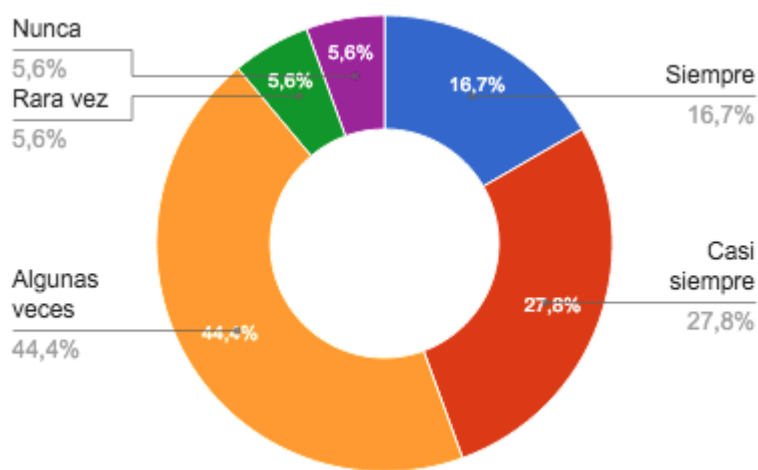


Figura 41. Porcentajes de planeación de las tareas de una iteración con base en el núcleo

Si bien en general la planeación de las tareas es guiada con base en los objetivos de cada iteración, es decir, en los estados de los alfas seleccionados, como lo muestra la figura 41 con el segmento rojo y azul, en ocasiones la planeación pierde cierto foco por diferentes aspectos, como cambios en los requerimientos, reestructuración del grupo o cambio de prioridades.

Como se observa en la figura 41, no siempre la planeación de las tareas estuvo directamente relacionada con la selección de los Alfas, pues para un 44,4% sólo algunas veces está relacionada directamente con los estados de los alfas del núcleo. Esto se puede deber posiblemente a que existan tareas que no están claramente asociadas a un ítem de *checklist* de los estados de Alfa, y por tal motivo pareciese no estuvieran contempladas en el núcleo del SEMAT según la percepción de los estudiantes.

Por otro lado, resulta interesante que al avanzar en las iteraciones, se observa que el aprendizaje sobre SEMAT se cualifica y, a su vez, el progreso de las tareas reportadas en SEMAT Manager o Trello se vuelve más lento. Revisando los datos capturados asociados a qué tan bien se sienten los participantes del estudio usando SEMAT al ejecutar sus actividades y qué tan rápido lo hacen, finalizando la iteración 3, se observa que hay un progreso menor en el avance de las tareas basado en el avance reportado en las herramientas y como se ve en la figura 42 la percepción de algunos estudiantes respecto al impacto que tiene SEMAT sobre la ejecución de sus tareas puede mejorar.

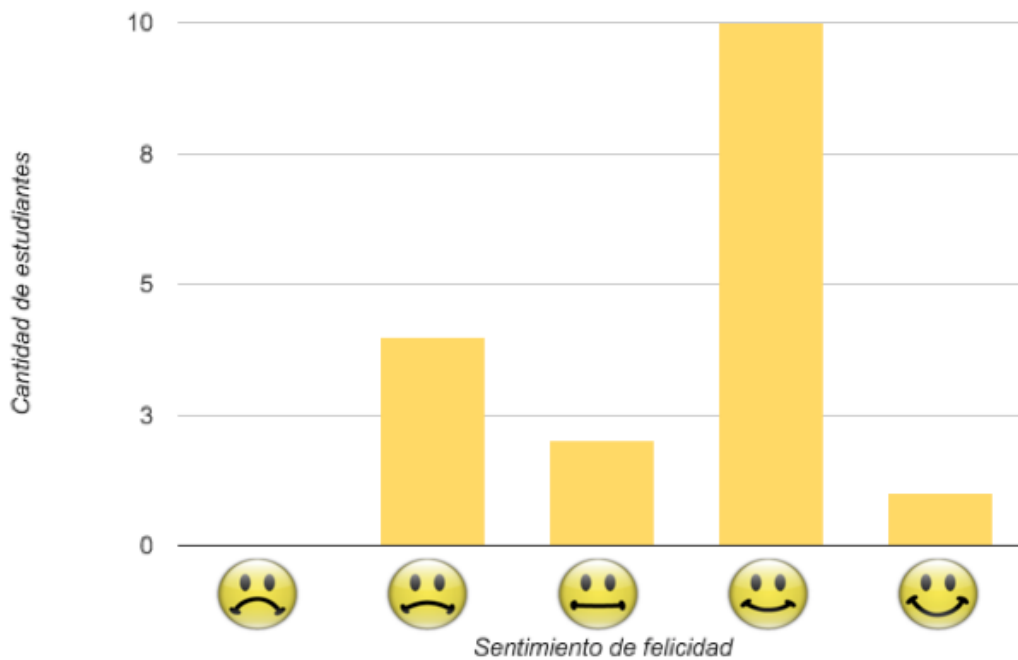


Figura 42. Sentimiento de Felicidad usando el núcleo en la tercera iteración

Revisando el log de actividades de SEMAT Manager para visualizar la participación de los integrantes de cada grupo, en promedio el 30%, se considera un usuario activo dentro de la aplicación, generalmente los roles asociados corresponden al Coach y a Desarrolladores. Al visualizar el log de actividades en Trello podemos evidenciar que la participación es un poco más uniforme.

Respecto a la rapidez de la ejecución de sus tareas con el uso del núcleo de SEMAT, la respuesta de los estudiantes en una escala de 1 a 10 se presenta en la tabla 11. Allí podemos ver que con respecto a las iteraciones 1 y 2, su percepción de avance en la ejecución de tareas ha decaído. Al revisar las tareas asignadas para identificar el porqué de dicha percepción, se encuentra que la mayoría de tareas son de programación, como por ejemplo la construcción de una funcionalidad, o el diseño de una interfaz que tarde más de lo planeado.

Media	Varianza	Desviación estándar
5,5	4,3	2,01

Tabla 10. Satisfacción con respecto a la rapidez en la ejecución de las tareas

Al realizar un seguimiento a las prácticas definidas en cada proyecto hasta la tercera iteración, se encuentra que se han cumplido en la mayoría de los casos, salvo algunas excepciones que atañen a la reestructuración de alguno de los proyectos por modificación de la propuesta.

Finalmente, en la figura 43 se observan los objetivos BHF seleccionados para la tercera iteración que los estudiantes consideraron describen de mejor modo los conceptos involucrados en la ejecución y la satisfacción de sus actividades asignadas.

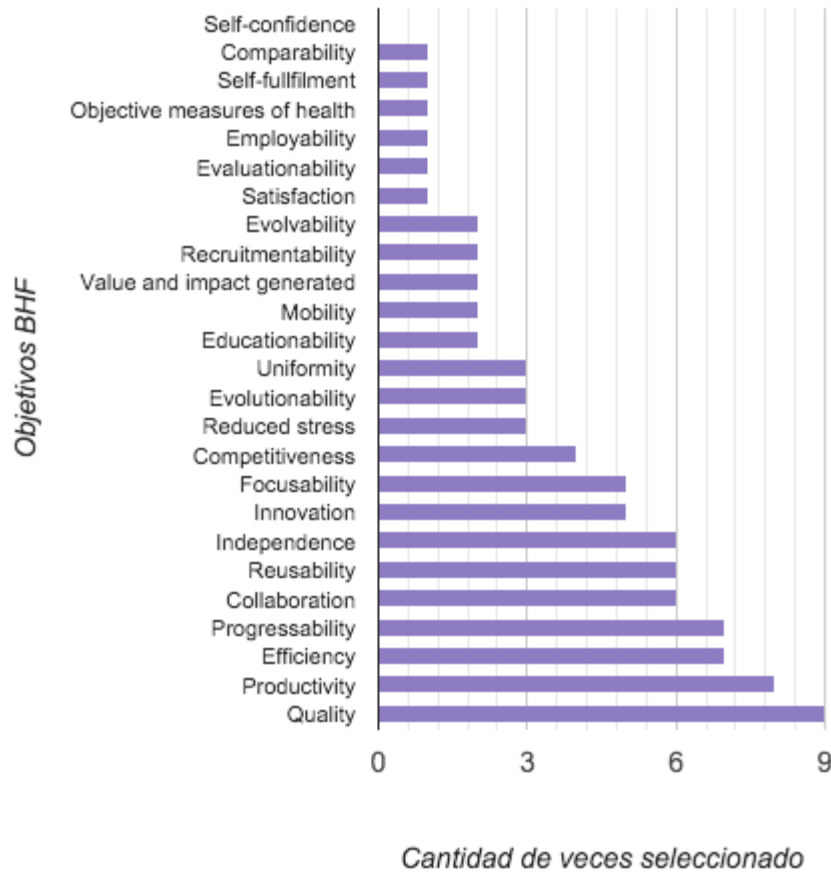


Figura 43. Objetivos BHF destacados en la ejecución y la satisfacción de sus actividades asignadas

5.5.5. Construcción de software con SEMAT

El monitoreo de proyectos de software tiene como objetivo fundamental hacer un seguimiento a las actividades de desarrollo del sistema en construcción. Un control adecuado permite evitar desviaciones en costes y tiempo, o al menos detectar tempranamente procesos equivocados, y así poder atender problemas o retrasos en las entregas.

Al hablar sobre liberación funcional de software, se les preguntó a los estudiantes sobre su percepción en torno a la frase "Se debe generar software funcional en cada iteración". El 50% de los estudiantes dijeron estar de acuerdo, de este grupo, uno manifestó "La utilización de SEMAT es la que permite llevar un control de lo que se desea realizar para tener liberaciones pequeñas de código y así ayudar a tener software funcional al final de cada iteración". Otro estudiante opinó "Es una premisa importante a tener en cuenta como motivación durante las iteraciones"; y finalmente, un estudiante mencionó "Por la forma en que está diseñado SEMAT, no hay problema en cumplir con esta premisa".

Por otro lado, el otro 50% del curso manifestó la imposibilidad de cumplir dicha premisa, por razones en el alcance de las iteraciones, o por aprendizajes en el camino que impiden tener un tiempo total de desarrollo efectivo. Algunas de las opiniones más destacadas: "No es posible en las primeras iteraciones", "En un curso

como este no es aplicable, ya que solo hay software demostrable cuando todo el equipo tiene los conocimientos necesarios para el desarrollo, no cuando se debe aprender en la marcha sobre herramientas y SEMAT”.

El *timebox* para las iteraciones difería según el proyecto, debido a que cada grupo se organiza de formas diferentes, se dio la libertad de establecer sus propios objetivos y alcances durante la iteración según sus respectivas prioridades. Razón por la cual, transcurridas 9 semanas de iniciado el caso de estudio, algunos proyectos se encontraban en la tercer iteración y otros iniciando la quinta.

Sin embargo, independientemente de la cantidad de iteraciones, el promedio de la percepción del progreso de los proyectos era de un 72,19% de avance. Del mismo modo, la percepción del progreso usando el núcleo de SEMAT se ubicaba en una cifra cercana teniendo en cuenta los diferentes alfas, como se muestra en la figura 44.

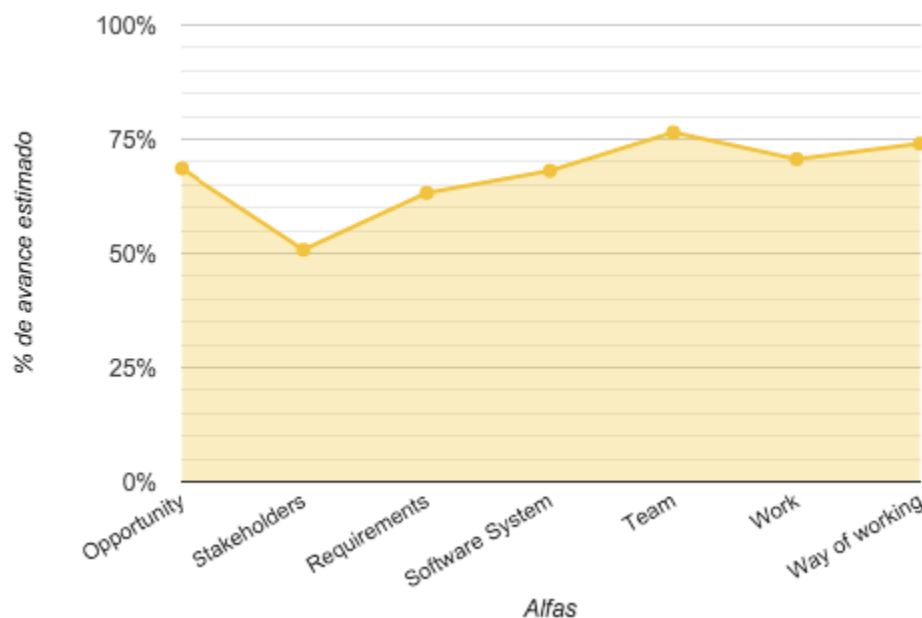


Figura 44. Promedios de estimación del porcentaje de avance en los Alfas

Si comparamos estos datos, con los encontrados en la revisión de lo reportado en la herramienta SEMAT Manager, se identifica que el promedio era similar exceptuando los estados del alfa *Software System*, el promedio se ubicaba por debajo del 50%, es decir, casi un 20% menos de la percepción de los participantes, debido a que la mayoría de proyectos se encontraban en el estado *usable*.

Sin embargo, el registro de la opinión de los estudiantes para saber si las cartas del núcleo del SEMAT reflejaban el estado actual de su proyecto, el 56% manifestó estar de acuerdo con que las cartas SEMAT son un mecanismo adecuado para comunicar el estado real de un proyecto de software, mientras que el restante 44% no estaban de acuerdo con que sean una buena métrica.

Particularmente para el alfa “*Way of working*” y el alfa “*Work*”, el 70% de los estudiantes indicaron que sus respectivos *checklist* les proporcionaban lo necesario para organizar y coordinar el equipo de trabajo, mientras que un 25% opinó que sólo algunas veces pasa esto y un 5% que rara vez los *checklist* son apropiados.

Del mismo modo, la evaluación que se realizó con base en los *checklist* del alfa “*Software system*” resultó positiva, para un 70% de los estudiantes los *checklist* contribuyeron a una implementación exitosa del software,

mientras que un 30% de los encuestados opinó que esto sólo algunas veces era cierto.

Por otro lado, una de las ventajas de SEMAT es su capacidad para ser extensible, dicha propiedad según el 100% de los encuestados no es necesaria, debido a que los *checklist* de los estados de los alfas tienen en cuenta la mayoría de los aspectos importantes en la realización de un proyecto de software.

En relación con la definición de requerimientos nuevos, como objetivos de las diferentes iteraciones, tampoco se evidenció una definición de estos, pues los únicos objetivos en las iteraciones fueron los estados de los alfas. Y las tareas o actividades para satisfacer dichos objetivos durante todo el proceso de desarrollo estaban vinculadas con un alfa, ya sea mediante Trello con el uso de colores o usando SEMAT Manager.

Con respecto al rendimiento general del equipo de trabajo durante las primeras nueve semanas de trabajo, hubo una percepción positiva de los resultados obtenidos, pese a aún no haber culminado su proyecto. En la tabla 12, está la calificación de su satisfacción con respecto al rendimiento dentro de sus respectivos grupos. Dicha calificación está dada en una escala de 0 a 10 y dada la varianza y la desviación estándar de la distribución podemos concluir que la gran mayoría de los participantes opinan estar satisfechos con su rendimiento.

Media	Varianza	Desviación estándar
8,42	1,7	1,3

Tabla 11. Satisfacción con respecto al rendimiento del equipo

Finalmente, en la figura 45 se visualizan los objetivos BHF considerados más relevantes en el logro de los objetivos de cada iteración, previos a llegar a la iteración final.

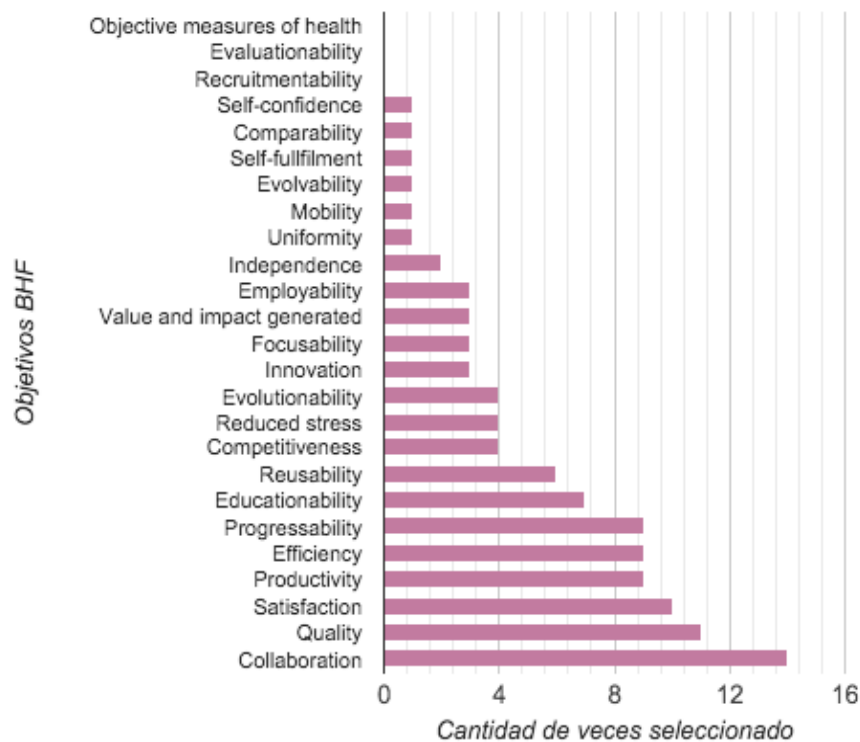


Figura 45. Objetivos BHF destacados en el logro de los objetivos de las iteraciones

Para la evaluación de los BHF en el logro de los objetivos, en la figura 45 sigue siendo común que el atributo Colaboración lidere entre los atributos, sin embargo para esta etapa hay una gran cantidad de estudiantes que coincidieron en la importancia de la Calidad y la Satisfacción. La razón de esto, posiblemente, sea el incremento considerable de funcionalidades implementadas para esta etapa, y la necesidad que se tiene de garantizar la calidad para poder realizar las entregas del software y presentaciones del crecimiento del software.

Sobre lo reportado en Trello y SEMAT Manager vs. el código fuente de los repositorios, otros comentarios evidencian un crecimiento considerable en las líneas de código adicionadas y modificadas para la última iteración de cada uno de los proyectos. Sin embargo, es relevante mencionar que algunos de los estados del alfa “*Software System*” definidos como objetivos se mantuvieron estáticos en el status board durante más de una iteración, detectando una velocidad menor de avance en el cumplimiento de los estados para este alfa, esto en tareas particularmente relacionadas con la escritura de código fuente e implementación de funcionalidades.

5.5.6. Evaluación de SEMAT

El desarrollo de un proyecto de software es satisfactorio si se puede implementar un software que solucione adecuadamente las necesidades del cliente. El núcleo de SEMAT apoya de diferentes modos el desarrollo de esa solución de software con miras a satisfacer al cliente, teniendo en cuenta tanto al equipo como los procesos involucrados para que todo funcione en armonía.

Al realizar una evaluación sobre la iniciativa, se trata de identificar los puntos fuertes y a mejorar dentro de SEMAT, además la forma de validar diversos aspectos dentro de la ingeniería de software asociados al aprendizaje e interacción de los alfas con componentes técnicos, organizacionales, de procesos de negocio, miembros del equipo y de las partes interesadas, entre otros.

Se realizaron algunas preguntas como parte del *survey* final de evaluación de SEMAT, puesto que se pretendía identificar el entendimiento del núcleo. Teniendo en cuenta que el proceso de desarrollo se encontraba en la etapa final, se preguntó a los estudiantes respecto a la claridad de los alfas y sus estados; a lo que, el 54,6% de los estudiantes respondió que era totalmente claro, el 36,3% opinó que era entendible y el restante 9% reconoció tener cierta confusión con algunos de ellos.

Del mismo modo, al preguntar sobre el entendimiento y conocimiento adquirido sobre las listas de chequeo de los estados de los alfas, el 40,9% manifestó que está totalmente claro, un 54,5% afirmó que era entendible y el restante 4,5% que era un poco confuso, particularmente refiriéndose al alfa *Work* y al alfa *Stakeholders*.

Con el fin de identificar la relación entre la claridad de los estados de un alfa y sus respectivas listas de chequeo, se buscó identificar cuáles eran los alfas que avanzaban con mayor rapidez en las iteraciones y cuáles se tardaban un poco más en avanzar. Esto se hizo con el propósito de identificar si los ítems de todas las listas de chequeo correspondían a una misma cantidad de esfuerzo por parte del equipo para poder satisfacerlos. A continuación en la figura 46 se observa la percepción de los estudiantes sobre la rapidez de avance.

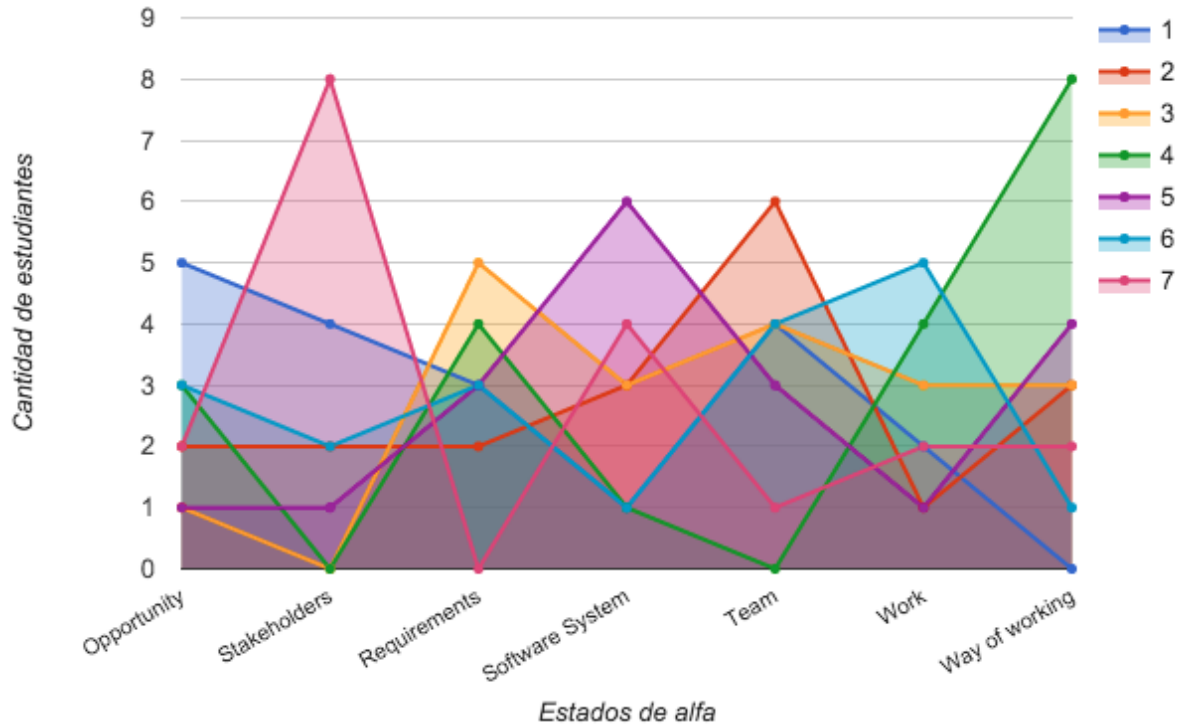


Figura 46. Rapidez de avance en los estados de alfa durante las iteraciones

Si se comparan estos datos, se puede realizar un ranking de los alfas que se mueven más rápido usando las tarjetas del núcleo. Según la percepción de los estudiantes, el resultado fue el siguiente:

1	Opportunity
2	Team
3	Requirements
4	Way of working
5	Software system
6	Work
7	Stakeholders

Tabla 12. Ranking de rapidez de avance de los estados de alfa

Se puede observar, como se señaló anteriormente, que un 4,5% de los estudiantes tenía alguna confusión con respecto a las listas de chequeo de los estados de alfa Work y Stakeholders, lo que coinciden con que estos estados eran los que se movían menor rapidez.

Del mismo modo, para identificar los alfas que requieren mayor esfuerzo al completar las tareas de un *checklist*, se preguntó a los estudiantes la clasificación de los alfas conforme a la dedicación que tuvieron para poder avanzar sus respectivos estados, para el ordenamiento de los alfas en esta categoría se buscó mostrar que alfas se consideraban más pesados y cuales más ligeros en términos de esfuerzo requerido para completar

los *checklist*. Siendo 1 el alfa que requiere menor esfuerzo y 7 el que requiere mayor, los resultados se observan en la figura 47.

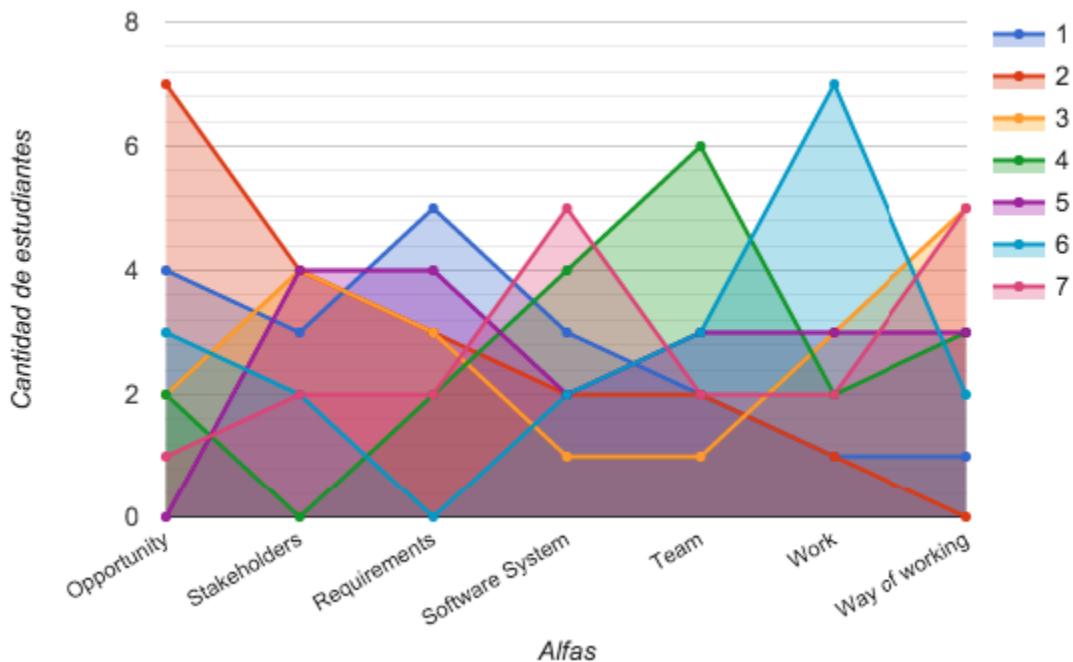


Figura 47. Esfuerzo requerido en el avance de los estados de alfa durante las iteraciones

De la anterior figura podemos visualizar como los estudiantes ordenaron los alfas dependiendo el esfuerzo requerido para avanzarlo. Al visualizar los picos de la gráfica podemos ver como los estudiantes ubicaron a un alfa en una posición asociada al color del pico. Por ejemplo, el color azul está asociado al alfa que los estudiantes consideraron requiere menor esfuerzo para completar los *checklist*, para este la mayoría de estudiantes seleccionó al alfa *Requirements*, para la segunda posición se observa claramente que una mayoría de estudiantes ubicó a *Opportunity* en la segunda posición. En consecuencia, el ranking de los alfas que requieren menor esfuerzo se puede visualizar en la tabla 14.

1	Requirements
2	Opportunity
3	Way of working
4	Team
5	Stakeholders
6	Work
7	Software system

Tabla 13. Ranking del esfuerzo requerido para el avance de los estados de alfa

Finalmente, los objetivos BHF que se destacan en la etapa final de desarrollo y entrega de los proyectos, se

muestran a continuación en la figura 48.

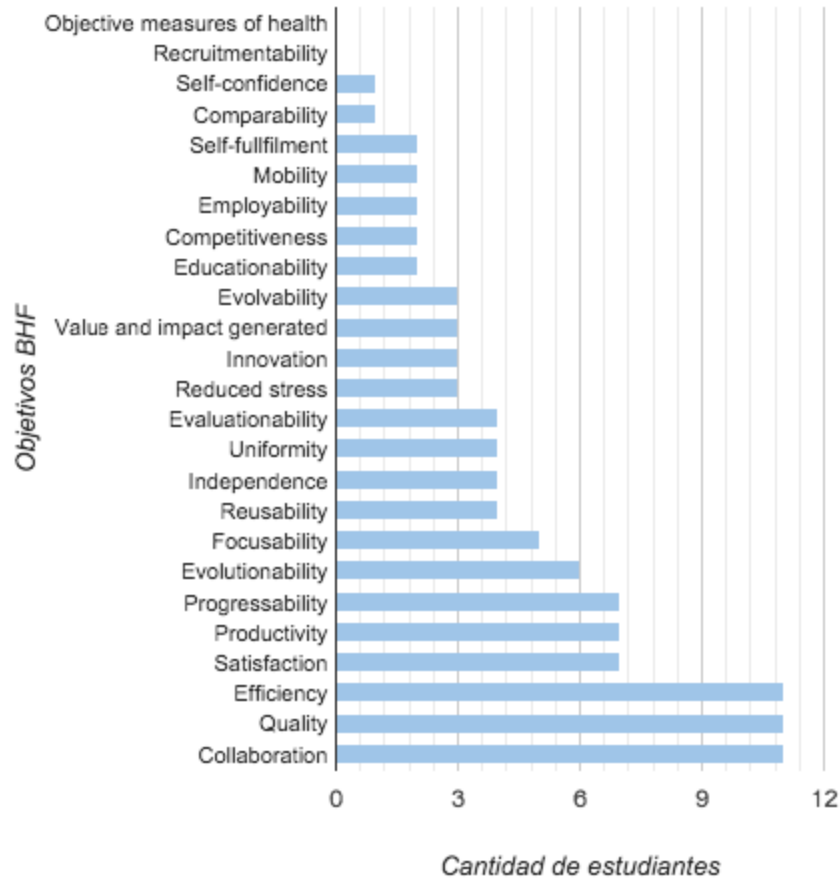


Figura 48. Objetivos BHF destacados en la consecución del proyecto

En la figura 48 se observa que, finalizando el proceso, el atributo de Colaboración esta vez comparte el primer puesto junto con la Calidad y la Eficiencia, dada la cercanía con la entrega de la versión del proyecto, parece coherente el hecho de que se haya dado una prioridad a la calidad. Del mismo modo, la Productividad y Capacidad de progreso fueron consideradas en mayor medida para esta etapa, que usualmente en los proyectos de software suele ser la más crítica y donde hay más actividades acumuladas.

Finalmente, se puede valorar positivamente del desempeño de los estudiantes con respecto al uso de las herramientas y al uso de SEMAT. Al realizar una revisión a través de las iteraciones se ve la evolución en la forma como se organizan los grupos, se definen las tareas y se administran las herramientas. Aunque los resultados y la calidad del software varían entre los grupos, las versiones en las iteraciones finales tenían un avance constante.

Aunque minoritarios, cabe resaltar que algunos de los grupos descuidaron la planeación basada en el núcleo de SEMAT en la etapa final, y se concentraron en la codificación debido al corto tiempo para presentar el software funcional. Esto fue evidente en el poco progreso que tuvo el proyecto en SEMAT Manager y la baja participación de los integrantes en esta etapa. Del mismo modo, al realizar una revisión de las actividades reportadas en Trello, las tareas asignadas no coincidía en su totalidad para el progreso visto en el código fuente.

Este comportamiento se presenta comúnmente en la industria de software, cuando, por la escasez de tiempo

para ejecutar algunas actividades, se obvia el proceso acordado, y se enfocan los esfuerzos en lo que para ese momento genera mayor valor, que usualmente es la entrega de algún producto de software, o el cumplimiento de las fechas. La mayoría de productos que se sacrifican en etapas finales tiende a ser las actividades asociadas a la documentación en términos de desarrollo y al reporte de actividades.

Una vez concluida la entrega de los proyectos, se culminó el caso de estudio con observaciones positivas de los estudiantes entorno al uso de SEMAT en el futuro.

6.1. Contribuciones

La investigación arroja diferentes resultados de la percepción de los desarrolladores con respecto al uso de iniciativa SEMAT, como instrumento para la planificación, seguimiento, y control de un proyecto de construcción de software.

A nivel profesional, la presente experiencia es una primera evaluación de SEMAT en un contexto académico nacional, donde pequeños equipos ágiles de desarrollo de software construyeron un producto de software. La investigación evaluó el impacto y percepción del uso del núcleo del SEMAT en el proceso de construcción. Del mismo modo, los integrantes de cada equipo pudieron conocer y aplicar la iniciativa SEMAT, adquirieron destrezas para administrar un proyecto, desde diferentes dimensiones, y tuvieron la necesidad de identificar sus habilidades como desarrolladores y líderes, extender sus conocimientos, también conocer y considerar las destrezas de sus compañeros. Esta visión amplia de un equipo y su proyecto contribuye significativamente al buen desarrollo del trabajo durante las diferentes iteraciones en que se divide el proceso de construcción.

A nivel tecnológico, la aplicación desarrollada llamada SEMAT Manager es una herramienta web que ofrece apoyo para la gestión y el seguimiento de proyectos de software que usan el núcleo de SEMAT. La herramienta, junto con el núcleo del SEMAT, se usaron tanto para el desarrollo del producto de software como para el aprendizaje de la iniciativa. De hecho, el tema, con el apoyo de la herramienta construida, ya hace parte del curso de Ingeniería de Software II, en la sede Bogotá de la Universidad.

A nivel académico, la experiencia deja una propuesta de cómo organizar un curso de ingeniería de software, a nivel de pregrado, para que el proceso de aprendizaje se dé con realización de un proyecto real y las temáticas combinan la iniciativa SEMAT con métodos ágiles de desarrollo. Concretamente, hay un artículo producto de la tesis publicado en Latin American Symposium of Software Engineering – LASES 2014 –puede consultarse en [26].

A nivel investigativo, los investigadores adquirieron conocimientos y aplicaron técnicas propias de investigación empírica en ingeniería. Con el uso de estas técnicas se diseñó un caso de estudio y se realizó la evaluación la propuesta del SEMAT en el entorno pequeños equipos ágiles. El presente documento describe la investigación empírica desarrollada, y analiza sus resultados. Esta primera evaluación de la iniciativa SEMAT abre la posibilidad de nuevos trabajos investigativos, simultáneamente, muestra evidencias empíricas de la utilidad, y ventajas y desventajas del uso del núcleo de SEMAT en proyectos ágiles. Del mismo modo, al ser una iniciativa innovadora y reciente, esta investigación contribuye a su desarrollo, estudio y adopción por parte de las comunidades que se desempeñan en el área de construcción de software.

Finalmente, teniendo en cuenta la importancia que se ha dado en Latinoamérica, y principalmente en nuestro país, al tema de desarrollo industrial de software y TIC, el presente proyecto de investigación puede ser la base para que tanto los desarrolladores participantes en este estudio, como los investigadores, participen y divulguen SEMAT dentro de sus actividades laborales o sus procesos de emprendimiento académico. Basados en los resultados del estudio, esperamos que los participantes en el estudio apliquen lo aprendido en sus futuros proyectos de construcción de software, y contribuyan desde sus posiciones y entornos a la creación y concreción de ideas innovadoras dentro de la industria de software.

6.2. Limitaciones

El primer limitante de este estudio es que el conjunto de estudiantes participantes de la experiencia, fueron estudiantes de Ingeniería de Software II de la Universidad Nacional de Colombia, con una formación previa particular. Dada la diferencia en la estructura y temáticas de los programas de ingeniería de sistemas a nivel nacional, se considera que la muestra no es representativa para la comunidad de estudiantes de ingeniería de software en Colombia.

El segundo limitante es respecto a los resultados mostrados en el análisis de datos, debido a que no se omitió ninguna variable, a pesar de que algunas tienen poca significancia estadística, simplemente se resaltaron los datos capturados, tanto positivos como negativos con el fin de dar una interpretación sobre la situación de los proyectos a través del tiempo y la forma de percibir el desarrollo por parte de los participantes del estudio.

El tercer limitante se enfoca en el proceso de aprendizaje, dado que durante el proceso de desarrollo se fue consolidando la formación de los conceptos de SEMAT en los participantes durante el desarrollo del proyecto, razón por la cual las mediciones iniciales se limitan al conocimiento que tenían los estudiantes sobre la iniciativa previo al inicio del proyecto y al apoyo con herramientas. Sin embargo, se resalta que se realizaron capacitaciones y lecturas iniciales con respecto a la iniciativa.

6.3. Trabajo futuro

El estudio realizado no proporciona un alcance a nivel nacional para realizar un análisis teórico y estadístico más generalizado sobre los estudiantes de ingeniería de software, en este sentido este podría ser un tema para trabajos futuros y de esta manera dar continuidad a la investigación de SEMAT en entornos académicos a diferentes niveles.

Durante el uso de SEMAT Manager surgieron algunas recomendaciones enfocadas a la integración de nuevas funcionalidades que pueden brindar una mejor experiencia al usuario y que sus esfuerzos no se focalicen en el mantenimiento de diferentes herramientas simultáneamente si no en vez de ello concentrar toda la actividad de un proyecto sobre SEMAT Manager y así orientar el trabajo hacia el producto de software.

Dentro de las consideraciones de los resultados del presente trabajo, se quiere realizar una serie de actividades para apoyar la divulgación de SEMAT en los diferentes espacios que los promotores de la iniciativa disponen para que los actores entorno a SEMAT conozcan el contenido del estudio. Las actividades requieren una

preparación posterior y un esfuerzo efectivo para que los resultados encontrados aporten constructivamente en el ámbito académico nacional e internacional, estas son:

- Divulgar los aportes del estudio con la intención de generar una propuesta sólida para la inclusión de la enseñanza de SEMAT en los pensum de instituciones educativas en carreras profesionales afines a las tecnologías de información.
- Presentar los resultados del estudio realizado y la construcción de la herramienta SEMAT Manager mediante un artículo científico en alguno de los workshop de SEMAT.

El principal producto a presentar en el corto plazo es un artículo científico titulado “SEMAT Manager, Construction And Initial Assessment” que muestra una breve revisión de las herramientas existentes en el mercado dirigidas a su utilización con la iniciativa y describe principalmente el diseño de la herramienta SEMAT Manager desarrollada como fruto del presente trabajo en la abstracción de las características más importantes identificadas por un grupo de estudio, también se quieren mostrar los mecanismos de seguimiento y retroalimentación como los indicadores usados en el presente estudio para futuros proyectos nacionales.

Finalmente, el ajuste realizado al curso de ingeniería de software II de la Universidad Nacional de Colombia es un primer acercamiento a la actualización del programa de ingeniería de sistemas con miras a evolucionar a la par con la industria del software.

6.4. Conclusiones

La implementación del uso de SEMAT en el entorno académico fue flexible y de fácil adaptación para el grupo de trabajo, gracias a su recepción y disposición, lo que facilitó el flujo e intercambio de información que ayudó considerablemente en la captura de datos.

Esta investigación evaluó, de forma empírica, la iniciativa SEMAT (Software Engineering Method and Theory) en el entorno de proyectos ágiles de construcción de software. Las conclusiones se enmarcan en dos perspectivas. Por un lado, respecto a los resultados del caso de estudio en sí, por otro, en relación a los productos obtenidos durante la investigación.

Respecto a los resultados del caso de estudio, una vez realizado el análisis, se pudo evidenciar que el uso del núcleo de SEMAT apoyado en el uso de la herramienta web construida, contribuye favorablemente en la organización, en el seguimiento de un proyecto de software y de su equipo de trabajo.

SEMAT hace explícitas siete dimensiones fundamentales de un proyecto de software, esto induce al equipo de trabajo a considerar, monitorear y controlar aspectos nuevos sobre el entorno del proyecto y del equipo.

Con SEMAT el equipo de desarrollo no se concentra solamente en la construcción del producto de software, sino que otorga la importancia que ameritan otros aspectos como la forma de organización del equipo, la comunicación con los interesados (*stakeholders*) en el proyecto, las relaciones interpersonales y la comunicación

entre los miembros del equipo. En este sentido, SEMAT resultó eficaz y productivo, corroborando lo que afirman sus creadores, sirve para determinar en dónde está el proyecto en un momento dado y determinar cuáles serán los siguientes avances u objetivos de corto plazo, y cómo se lograrán.

El estudio también identifica que en algunos casos las transiciones de estados en algunas de las siete dimensiones propuestas por SEMAT no parecen estar bien calibradas y sus criterios de cumplimiento asociados no son claros para los equipos de desarrollo. El resultado neto de esta evaluación revela aspectos positivos de la iniciativa SEMAT que se evidencian en la disposición favorable generada en los participantes de los equipos, ya sea porque la mayoría manifestó la decisión de continuar utilizándolo, o porque también indicó que aprendió a usarlo sin un gran esfuerzo y que lo recomendaría a otros usuarios de características semejantes.

El proceso de captura de la información fue de vital importancia para el análisis, en mayor medida la retroalimentación eficaz por parte de los desarrolladores y sus criterios para evaluar las tecnologías usadas con una visión crítica. La retroalimentación en todas las fases del proyecto de investigación fue importante para el continuo mejoramiento tanto de SEMAT Manager como para el refinamiento del uso de SEMAT. Además, el caso de estudio permitió recopilar y analizar datos mediante el uso de diferentes técnicas y herramientas, que permitieron la realización de mediciones cualitativas y cuantitativas.

La capacitación se identificó como un componente importante ya que, al proporcionar una transferencia de conocimiento, contribuye a que SEMAT sea utilizado de un modo correcto, eficaz y productivo disminuyendo la curva de aprendizaje de quienes la coloquen en práctica; se puede afirmar que SEMAT Manager es una aplicación web de fácil uso, esto lo corroboran los resultados que indican como los usuarios se sintieron satisfechos empleando la aplicación y usando el Núcleo de SEMAT, por encima del nivel esperado

Las mejoras a la aplicación se evidenciaron al identificar que se requieren desarrollos adicionales para ofrecer nuevas funcionalidades consideradas muy útiles para los usuarios, en este sentido, la información recolectada contribuirá como experiencia de usuario en estudios subsiguientes, para mejoras continuas del producto haciendo uso de benchmarking con productos similares.

Se identificó que la herramienta es muy útil para acercar al grupo de trabajo a los conocimientos en SEMAT de una manera ágil y rápida para el contexto usado, pero requiere complementarse con otras herramientas existentes debido a que por sí sola no cumple con todos los requisitos para soportar el desarrollo de un proyecto, como el manejo de *bugs*, aspectos de comunicación, almacenamiento de documentos, entre otros.

Como conclusión, este estudio ha puesto de manifiesto dos situaciones importantes. Por un lado, la implementación y uso de un software que modela el núcleo de SEMAT, de un modo más abierto y colaborativo, que permite planificar las tareas en un equipo ágil de desarrollo, haciendo seguimiento al proyecto en las siete dimensiones propuesta por la iniciativa SEMAT. Por otro lado, la investigación evidencia la utilidad de la iniciativa SEMAT en la organización de equipos de desarrollo ágil, en su seguimiento y control. En este sentido, los investigadores seguirán promoviendo el uso de SEMAT entre las nuevas generaciones de desarrolladores de software y estarán involucrados en las futuras extensiones de la iniciativa.

Bibliografía

- [1.] Jacobson, Ivar, et al. *The Essence of Software Engineering: Applying the SEMAT Kernel*. Addison-Wesley, 2013.
- [2.] Jacobson, Ivar, et al. *The essence of software engineering: the SEMAT kernel*. Queue, 2012, vol. 10, no 10, pp. 40.
- [3.] Cockburn, Alistair; highsmith, Jim. *Agile software development, the people factor*. Computer, 2001, vol. 34, no 11, pp. 131-133.
- [4.] Jacobson, Ivar, et al. *Semat – Three Year Vision*. Programming and computer software, 2012, vol. 38, no 1, pp. 1-12.
- [5.] Ng, Pan-Wei, and Shihong Huang. *Essence: A Framework to Help Bridge the Gap between Software Engineering Education and Industry Needs*. Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2013 IEEE 26th Conference. 2013, pp. 304 – 308.
- [6.] Graziotin, Daniel, and Pekka Abrahamsson. *A Web Positioning System for SEMAT Essence theory of Software Engineering*. 2013.
- [7.] Ng, Pan-Wei, Shihong Huang, and Yumei Wu. *On the Value of Essence to Software Engineering Research: A Preliminary Study*. 2013.
- [8.] Fowler, Martin, and Jim Highsmith. *The agile manifesto*. Software Development 9.8, 9001, pp. 28-35.
- [9.] Jacobson, Ivar, et al. *Re-founding software engineering--SEMAT at the age of three (keynote abstract)*. Automated Software Engineering (ASE), 2012 Proceedings of the 27th IEEE/ACM International Conference on. IEEE, 2012.
- [10.] Elvesæter, Brian, et al. *Towards an Agile Foundation for the Creation and Enactment of Software Engineering Methods: The SEMAT Approach*. Second Workshop on Process-based approaches for Model-Driven Engineering (PMDE 2012). 2012.
- [11.] Kajko-Mattsson, Mira, et al. *Re-founding software engineering: The Semat initiative (Invited presentation)*. Software Engineering (ICSE), 2012 34th International Conference on. IEEE, 2012.
- [12.] Jacobson, Ivar. *Discover the essence of software engineering*. CSI Communications. 2011, pp. 12-14.
- [13.] Ralph, Paul, Pontus Johnson, and Howell Jordan. *Report on the first SEMAT workshop on general theory of software engineering (GTSE 2012)*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 38.2, 2013, pp. 26-28.
- [14.] Jacobson, Ivar, Ian Spence, and Pan-Wei Ng. *Agile and SEMAT: perfect partners*. Communications of the ACM 56.11, 2013, pp. 53-59.
- [15.] Nerur, Sridhar, RadhaKanta Mahapatra, and George Mangalaraj. *Challenges of migrating to agile*

- methodologies*. Communications of the ACM 48.5, 2005, pp 72-78.
- [16.] Jacobson, Ivar, et al. The Essence of Software Engineering: Applying the SEMAT Kernel. Addison-Wesley, 2013.
 - [17.] Jacobson, Ivar, et al. The essence of software engineering: the SEMAT kernel. Queue, 2012, vol. 10, no 10, pp. 40.
 - [18.] Cockburn, Alistair; highsmith, Jim. Agile software development, the people factor. Computer, 2001, vol. 34, no 11, pp. 131-133.
 - [19.] Jacobson, Ivar, et al. Semat – Three Year Vision. Programming and computer software, 2012, vol. 38, no 1, pp. 1-12.
 - [20.] Ng, Pan-Wei, and Shihong Huang. Essence: A Framework to Help Bridge the Gap between Software Engineering Education and Industry Needs. Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2013 IEEE 26th Conference. 2013, pp. 304 – 308
 - [21.] Graziotin, Daniel, and Pekka Abrahamsson. A Web Positioning System for SEMAT Essence theory of Software Engineering. 2013.
 - [22.] Ng, Pan-Wei, Shihong Huang, and Yumei Wu. On the Value of Essence to Software Engineering Research: A Preliminary Study. 2013.
 - [23.] Fowler, Martin, and Jim Highsmith. The agile manifesto. Software Development 9.8, 9001, pp. 28-35.
 - [24.] Jacobson, Ivar, et al. Re-founding software engineering--SEMAT at the age of three (keynote abstract). Automated Software Engineering (ASE), 2012 Proceedings of the 27th IEEE/ACM International Conference on. IEEE, 2012.
 - [25.] J. Murcia, Guía para la integración de métodos formales de ingeniería de requerimientos en procesos de desarrollo ágil, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014.
 - [26.] Kajko-Mattsson, Mira, et al. Refounding software engineering: The Semat initiative (Invited presentation). Software Engineering (ICSE), 2012 34th International Conference on. IEEE, 2012.
 - [27.] C. Zapata, G. Maturana y L. Castro, Tutorial sobre la iniciativa SEMAT y el juego MetriCC, Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2012.
 - [28.] C. Zapata, R. Arango y L. Jimenéz, Mejoramiento de la consistencia entre la sintaxis textual y gráfica del lenguaje de SEMAT, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2014
 - [29.] Jacobson, Ivar, Ian Spence, and Pan-Wei Ng. Agile and SEMAT: perfect partners. Communications of the ACM 56.11, 2013, pp. 53-59.
 - [30.] Nerur, Sridhar, RadhaKanta Mahapatra, and George Mangalaraj. Challenges of migrating to agile methodologies. Communications of the ACM 48.5, 2005, pp 72-78.
 - [31.] Pierce, K. R. (1992). The benefits of maintenance exercises in project-based courses in software engineering. In , Conference on Software Maintenance, 1992. Proceedings (pp. 324–325). doi:10.1109/ICSM.1992.242527
 - [32.] Gnatz, M., Kof, L., Prilmeier, F., & Seifert, T. (2003). A practical approach of teaching Software Engineering. In 16th Conference on Software Engineering Education and Training, 2003. (CSEE T 2003). Proceedings (pp. 120–128). doi:10.1109/CSEE.2003.1191369
 - [33.] Budd, A. J., & Ellis, H. J. (2008). Spanning the gap between software engineering instructor and student. In Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual (p. S3H–10). IEEE. Retrieved from http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4720516
 - [34.] Razmov, V. (2007). Effective pedagogical principles and practices in teaching software engineering through projects. In Frontiers In Education Conference - Global Engineering: Knowledge Without

- Borders, Opportunities Without Passports, 2007. FIE '07. 37th Annual (pp. S4E-21-S4E-26). doi:10.1109/FIE.2007.4418158
- [35.] Bavota, G., De Lucia, A., Fasano, F., Oliveto, R., & Zottoli, C. (2012). Teaching software engineering and software project management: An integrated and practical approach. In 2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE) (pp. 1155-1164). doi:10.1109/ICSE.2012.6227027
- [36.] Alfonso, M. I., & Botia, A. (2005). An Iterative and Agile Process Model for Teaching Software Engineering. In 18th Conference on Software Engineering Education #x00026; Training (pp. 9-16). doi:10.1109/CSEET.2005.5
- [37.] Muller, M. M., & Tichy, W. F. (2001). Case study: extreme programming in a university environment. In Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering, 2001. ICSE 2001 (pp. 537-544).
- [38.] Shukla, A., & Williams, L. (2002). Adapting extreme programming for a core software engineering course. In 15th Conference on Software Engineering Education and Training, 2002. (CSEE T 2002). Proceedings (pp. 184-191).
- [39.] Rajlich, V. (2013). Teaching developer skills in the first software engineering course. In Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering (pp. 1109-1116).
- [40.] Zapata, C., & Jacobson, I. (2014). A First Course in Software Engineering Methods and Theory. *Dyna*, 81(183), 231-241.
- [41.] Gil, DF Cifuentes, JS Hernández Serrato, and JH Aponte Melo. "On the use of the SEMAT kernel within a software engineering course." *METHODS, MODELING, AND TEACHING, VOL. 3: 77*.
- [42.] Oudshoorn, M. J., & Maciunas, K. J. (1994, November). Experience with a project-based approach to teaching software engineering. In Software Education Conference, 1994. Proceedings. (pp. 220-225). IEEE.
- [43.] M. Piattini, «¿fundamentos la ingeniería del software?» *Innovación y Desarrollo*, pp. 182-183, 2011.
- [44.] Dubakov, Michael, and Peter Stevens. "Agile Tools: The Good, the Bad and the Ugly." Report, TargetProcess, Inc (2008).
- [45.] Graziotin, Daniel, and Pekka Abrahamsson. "A Web-based modeling tool for the SEMAT Essence theory of software engineering." arXiv preprint arXiv:1307.2075 (2013).
- [46.] Zubrow, D. (2004). Software quality requirements and evaluation, the ISO 25000 series. website: <<http://iso25000.com/>>
- [47.] Jacobson, Ivar. Discover the essence of software engineering. CSI Communications. 2011, pp. 12-14.

Historias de usuario de SEMAT Manager

Se realizó una agrupación de historias de usuario con el fin de implementar las de mayor prioridad para el caso de estudio, esta selección se realizó con base en las historias que generan mayor valor en la evaluación de SEMAT durante el caso de estudio, sin embargo se dejaron algunas funcionalidades por implementar por cuestiones de tiempo y viabilidad para el proyecto de investigación. A continuación se muestra la tabla 15 con las historias de usuarios implementadas y evaluadas.

SM-ID	Historia de usuario
SM-1	Como usuario puedo iniciar sesión en la aplicación
SM-2	Como usuario puedo visualizar el 'Home' de la aplicación
SM-3	Como usuario puedo visualizar/editar mi información personal
SM-4	Como usuario puedo cambiar mi contraseña
SM-5	Como usuario administrador puedo crear/editar un proyecto
SM-6	Como usuario administrador puedo definir los stakeholders de un proyecto
SM-7	Como usuario administrador puedo definir las prácticas de un proyecto
SM-8	Como usuario administrador puedo definir los valores y principios de un proyecto
SM-9	Como usuario administrador puedo definir las tecnologías y herramientas a usar en un proyecto
SM-10	Como usuario administrador puedo definir los productos de trabajo a generar en un proyecto
SM-11	Como usuario puedo definir mi participación en un proyecto
SM-12	Como usuario administrador puedo definir las iteraciones de un proyecto
SM-13	Como usuario administrador puedo actualizar la información de un usuario
SM-14	Como usuario administrador puedo asociar un proyecto a un usuario
SM-15	Como usuario administrador puedo crear/editar un rol
SM-16	Como usuario administrador puedo asociar un rol a un usuario en un proyecto
SM-17	Como usuario administrador puedo reiniciar la contraseña de otro usuario
SM-18	Como usuario puedo ver la lista de los proyectos de los que soy miembro
SM-19	Como usuario puedo ver la información básica de un proyecto
SM-20	Como usuario puedo ver el Status board de un proyecto
SM-21	Como usuario administrador puedo actualizar el Status board de mis proyectos
SM-22	Como usuario puedo ver las iteraciones de mis proyectos

SM-23	Como usuario administrador puedo actualizar las iteraciones de mis proyectos
SM-25	Como usuario puedo ver las prácticas de mi proyecto
SM-26	Como usuario administrador puedo modificar las prácticas de mis proyectos

Tabla 14. Funcionalidades implementadas en SEMAT Manager

Las siguientes son las historias que a futuro se implementarán con el fin de complementar SEMAT Manager, y se piensa serán funcionalidades que generarán un valor agregado en la herramienta si en algún momento esta llegase a estar en el mercado.

SM-ID	Módulo	Historia de usuario
SM-27	Web	Como usuario administrador puedo definir el Skinny System de un proyecto
SM-28	Web	Como usuario puedo crear/editar nuevos requerimientos
SM-29	Web	Como usuario administrador puedo crear nuevos alfas en un proyecto
SM-30	Web	Como usuario administrador puedo modificar (Expandir) la listas de chequeo de los estados de un alfa.
SM-31	Web	Como usuario puedo visualizar el tablero de tareas de un proyecto
SM-32	Web	Como usuario puedo crear/modificar tareas en un proyecto
SM-33	Web	Como usuario puedo visualizar mis tareas asignadas
SM-34	Web	Como usuario puedo buscar mediante filtros una tarea existente
SM-35	Web	Como usuario puedo crear/visualizar una lista de actividades por realizar
SM-36	Web	Como usuario puedo visualizar las estadísticas de un proyecto
SM-37	Web	Como usuario puedo realizar un feedback de proyecto, iteración, tarea o aplicación
SM-38	Web	Como usuario puedo visualizar mis estadísticas personales
SM-39	Web	Como usuario puedo cambiar el lenguaje de la aplicación
SM-40	Web	Como usuario puedo definir un modelo CANVAS para mi proyecto
SM-41	Android	Como usuario puedo acceder a la aplicación
SM-42	Android	Como usuario puedo visualizar una lista de mis proyectos
SM-43	Android	Como usuario puedo visualizar la información de un proyecto
SM-44	Android	Como usuario puedo visualizar el status board de un proyecto
SM-45	Android	Como usuario puedo visualizar los detalles de un alfa
SM-46	Android	Como usuario puedo visualizar los detalles del estado de un alfa
SM-47	Android	Como usuario puedo visualizar mis tareas asignadas en un proyecto
SM-48	Android	Como usuario puedo buscar y filtrar tareas existentes en un proyecto
SM-49	Android	Como usuario puedo visualizar una lista de mis actividades
SM-50	Android	Como usuario puedo modificar mi contraseña

Tabla 15. Funcionalidades pendientes de implementar en SEMAT Manager

Mockups web de SEMAT Manager

Los siguientes mockups presentan un modelado inicial basado en el modelo de datos definido y muestran a grandes rasgos el planteamiento de la interfaz de usuario que se quería. Estos están divididos en dos secciones la primera es la implementación sobre la cual se realizó la investigación y el caso de estudio, y la segunda con los mockups de las funcionalidades en desarrollo o futuras.

Funcionalidades implementadas

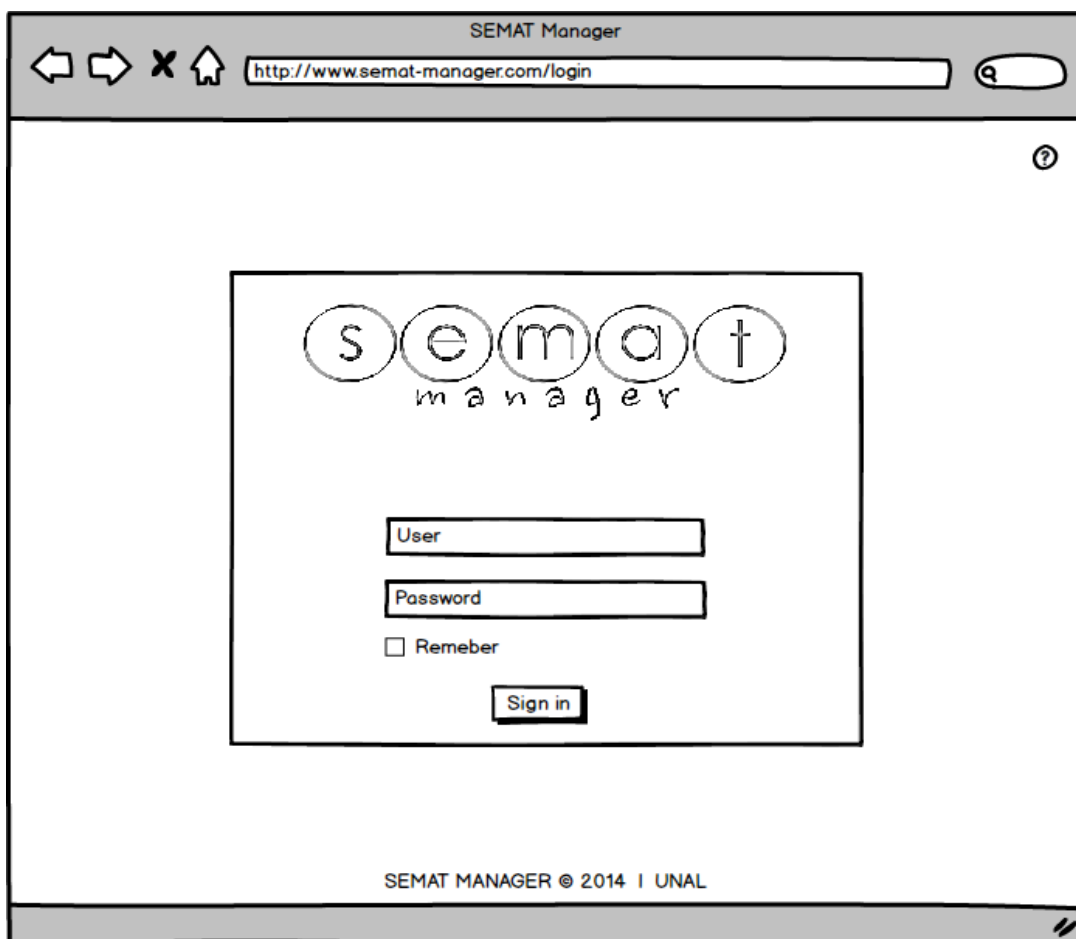


Figura 49. Mockup del Login de SEMAT Manager

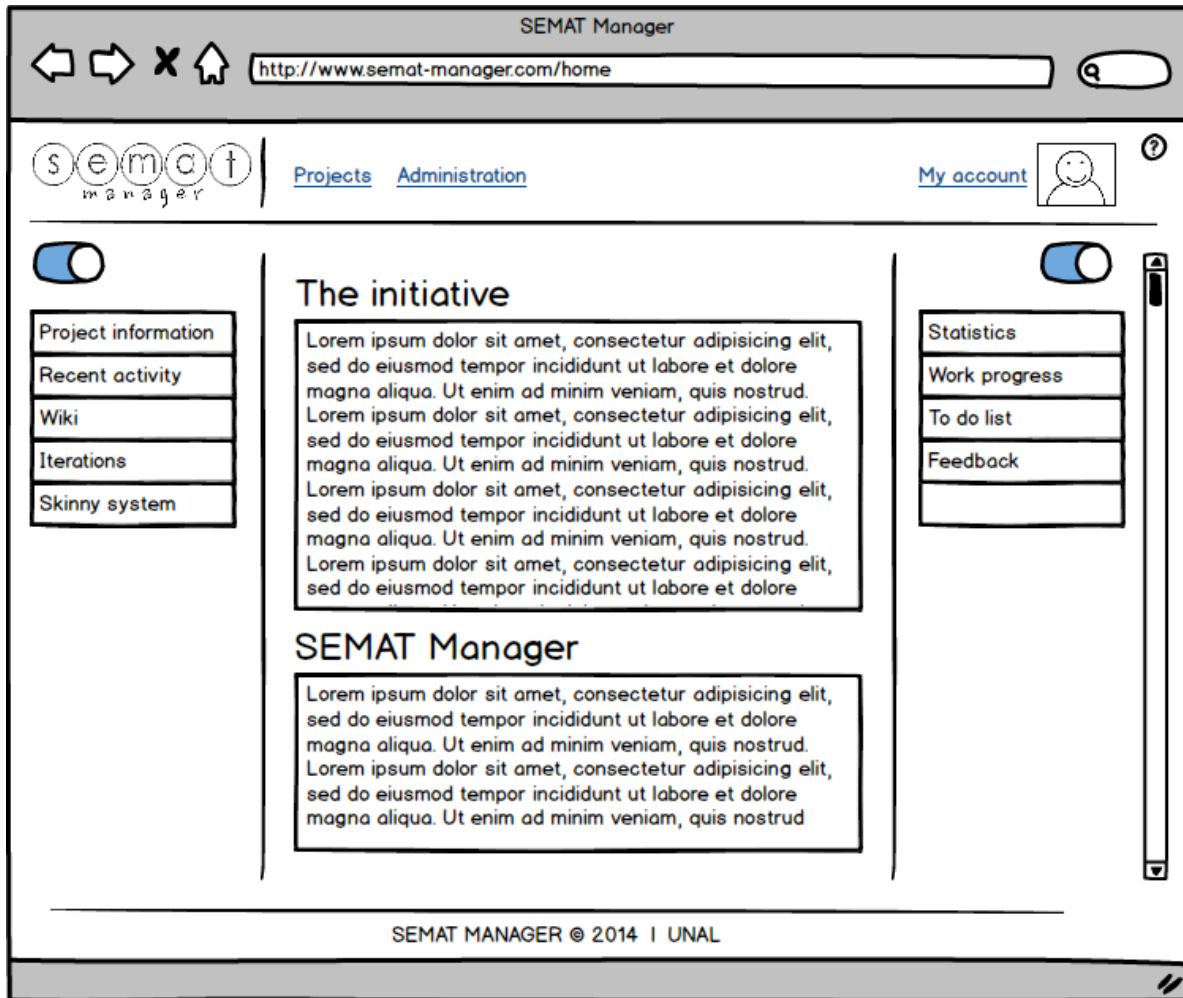


Figura 50. Mockup del Home de SEMAT Manager

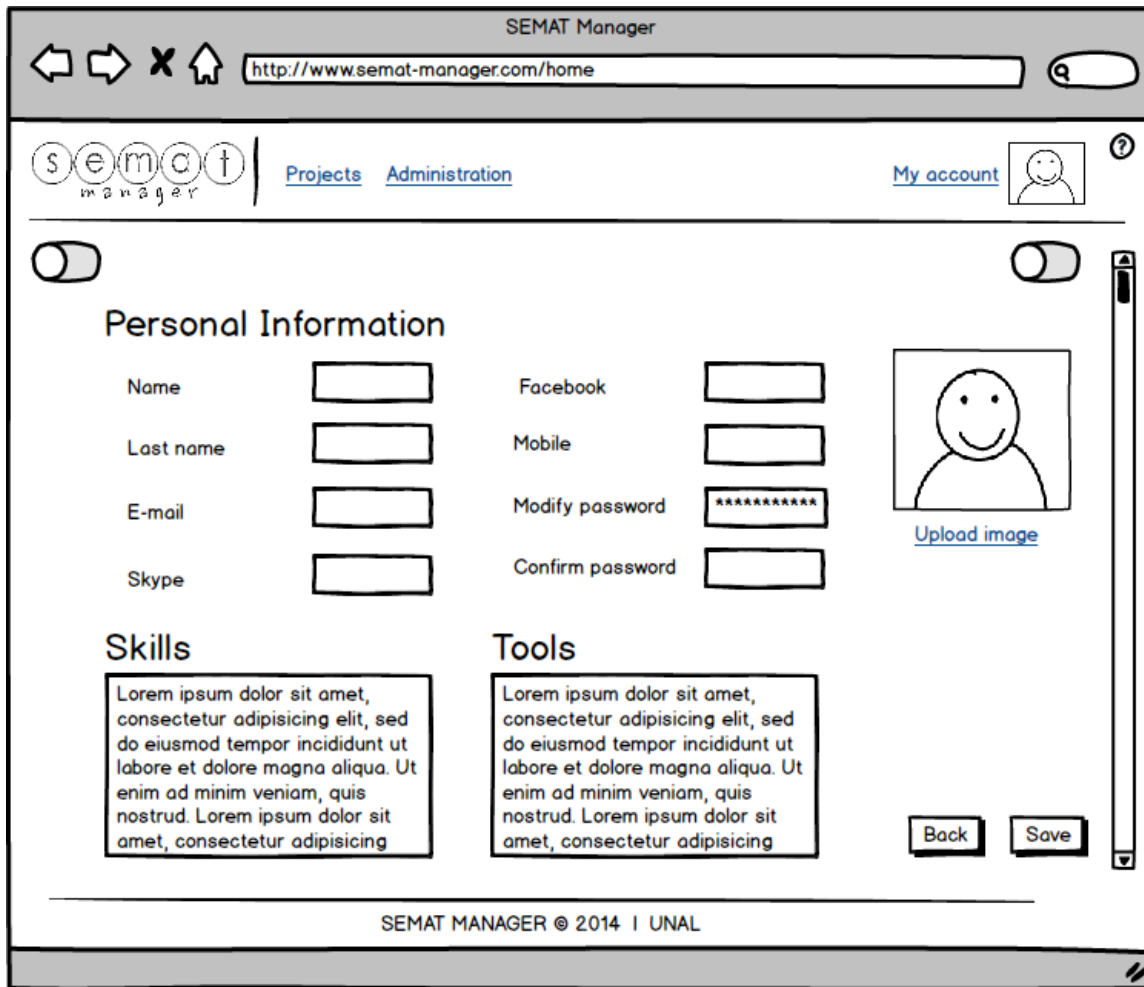


Figura 51. Mockup - Perfil de usuario de SEMAT Manager

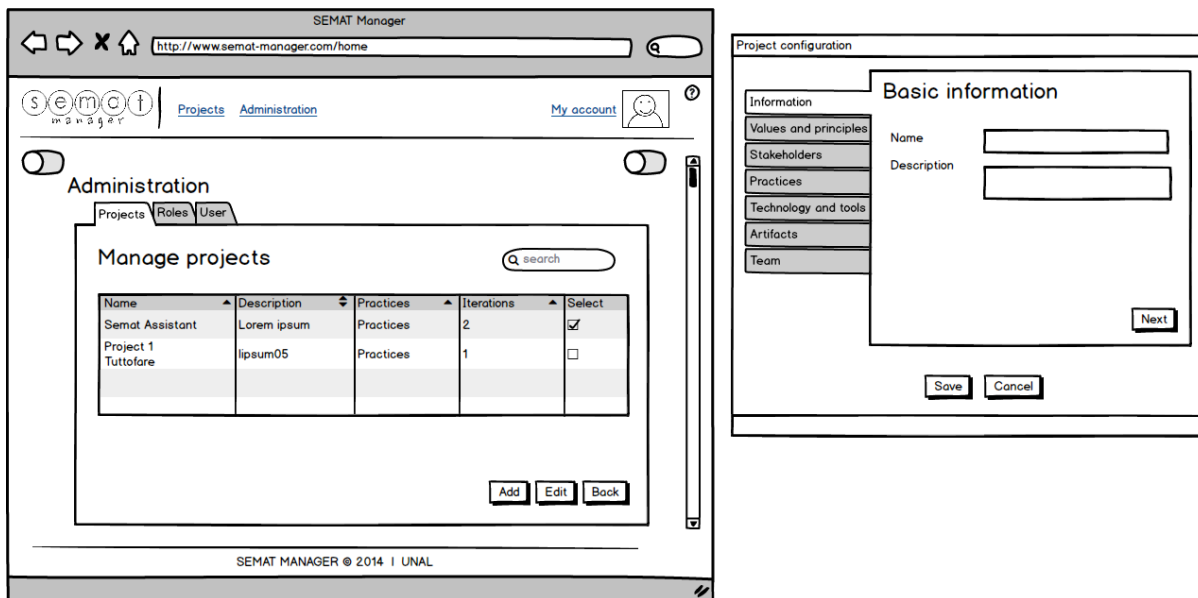


Figura 52. Mockup de la Administración de proyectos

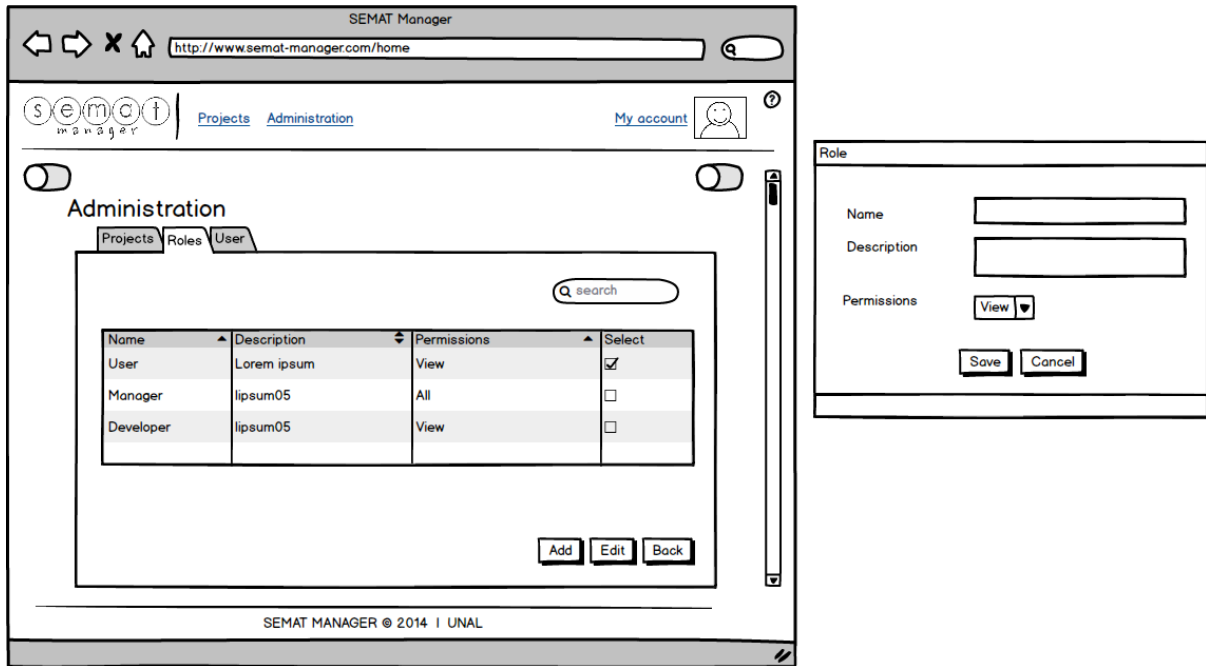


Figura 53. Mockup de la Administración de roles

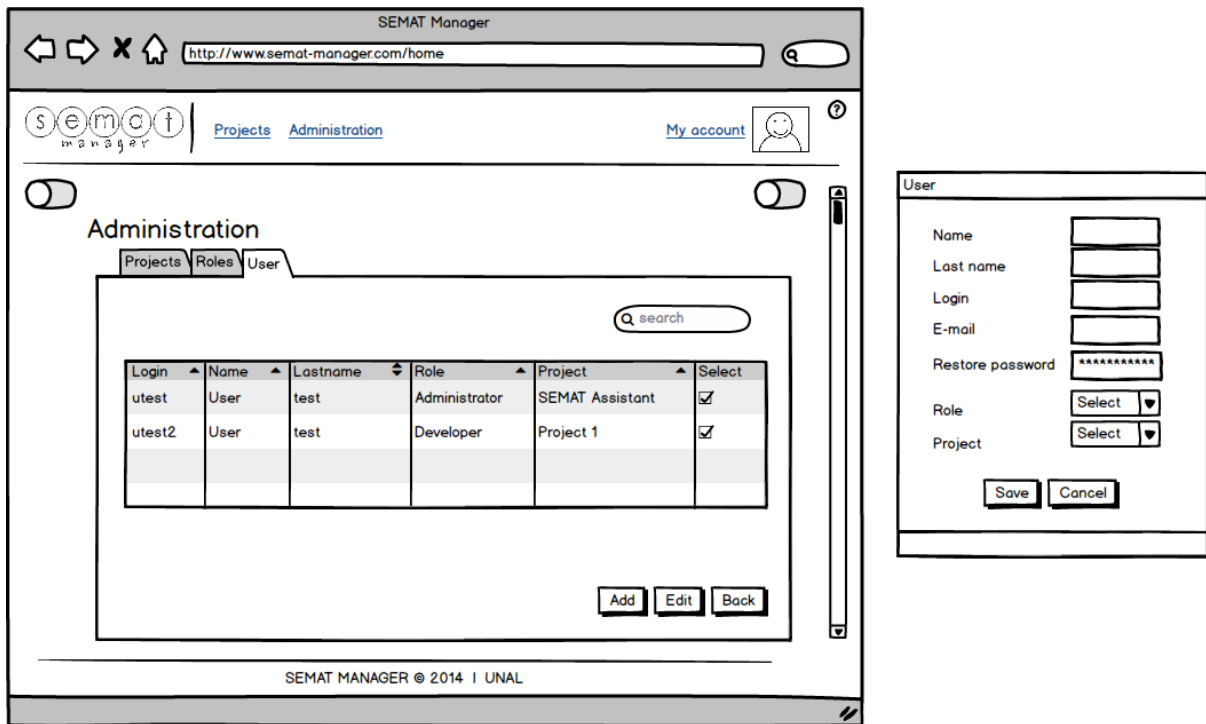


Figura 54. Mockup de la Administración de usuarios

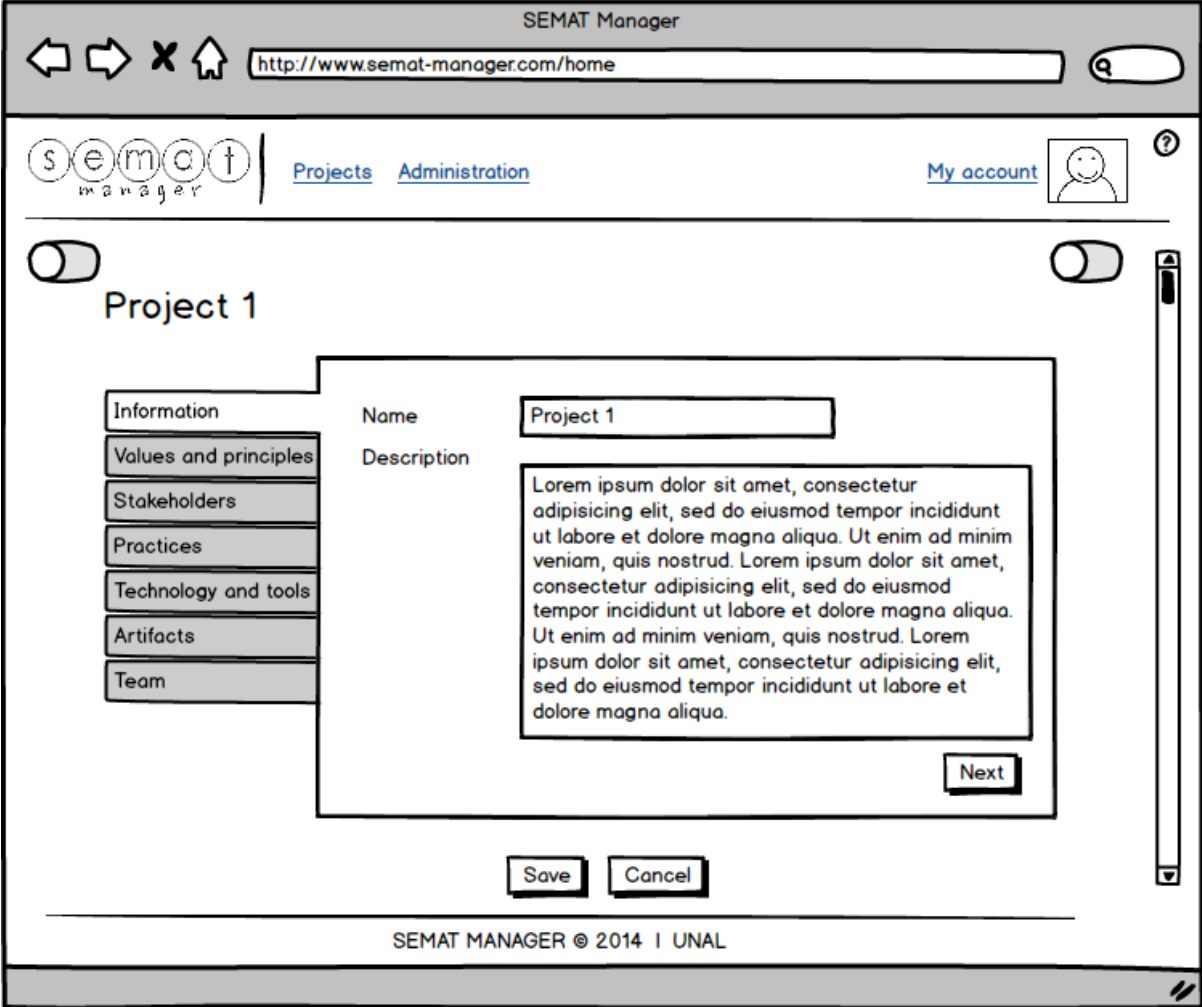


Figura 55. Mockup de la Información de un proyecto

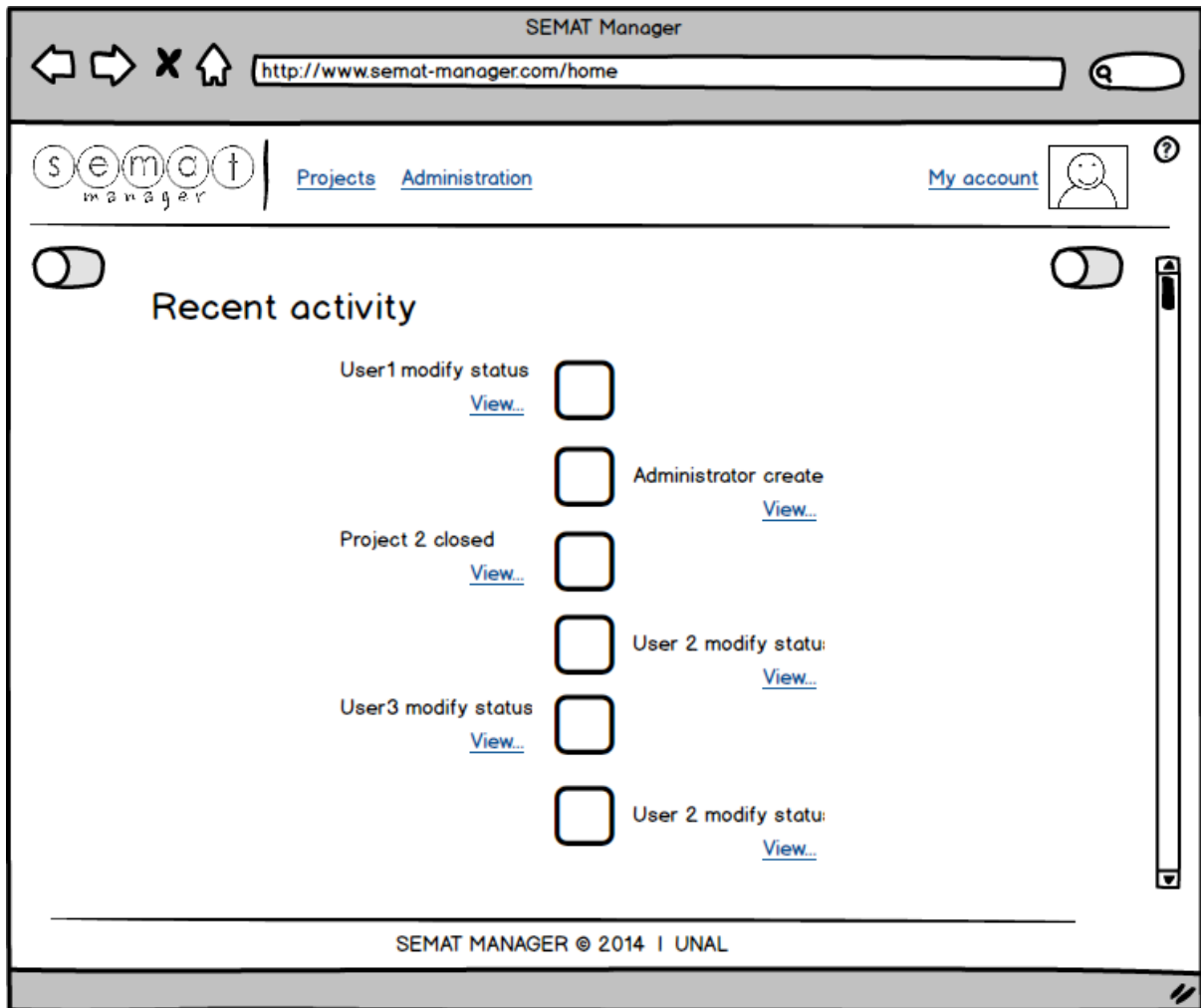


Figura 56. Mockup - Historial de actividad reciente de un proyecto

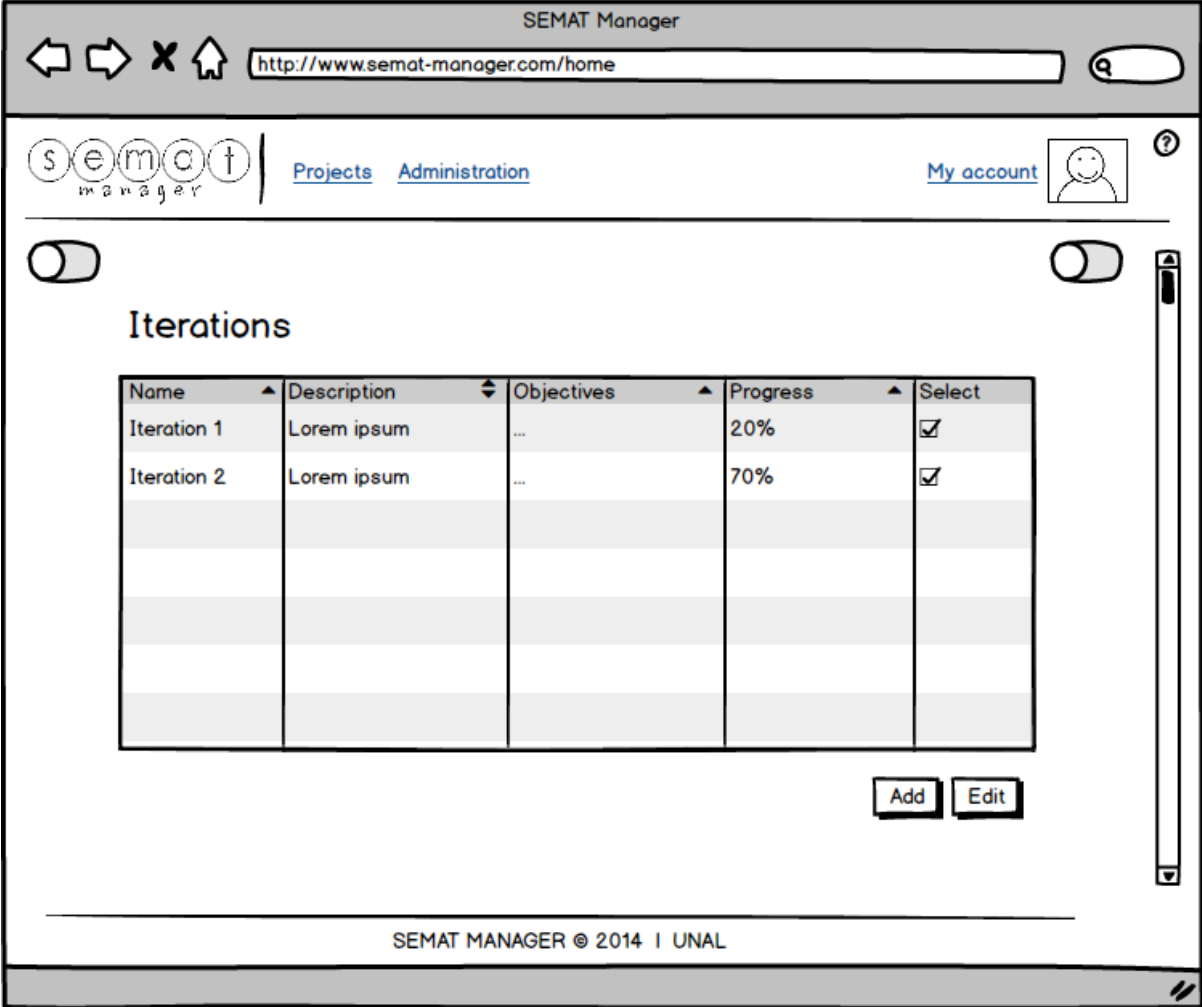


Figura 57. Mockup de las Iteraciones de un proyecto

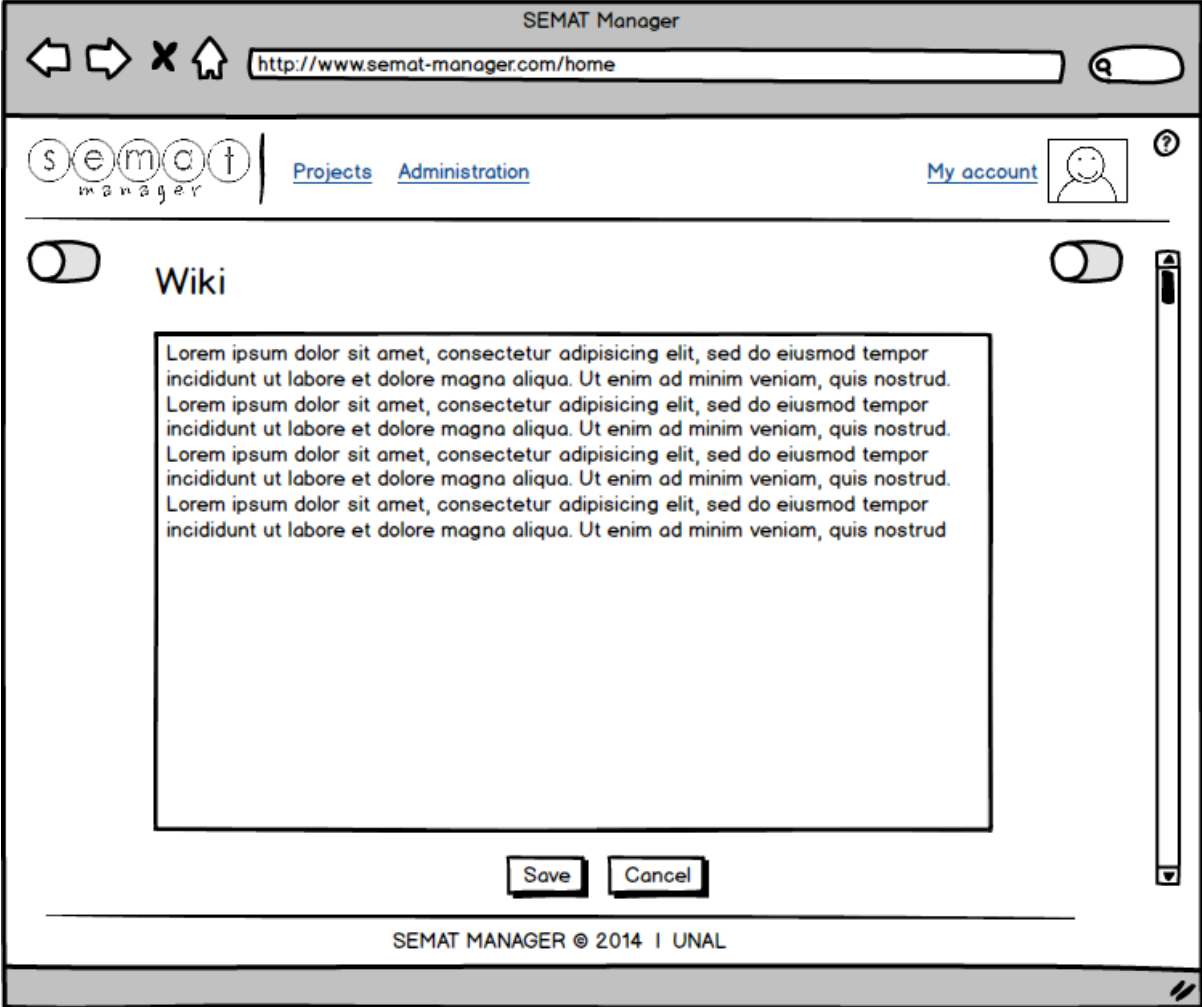


Figura 58. Mockup - Wiki de un proyecto

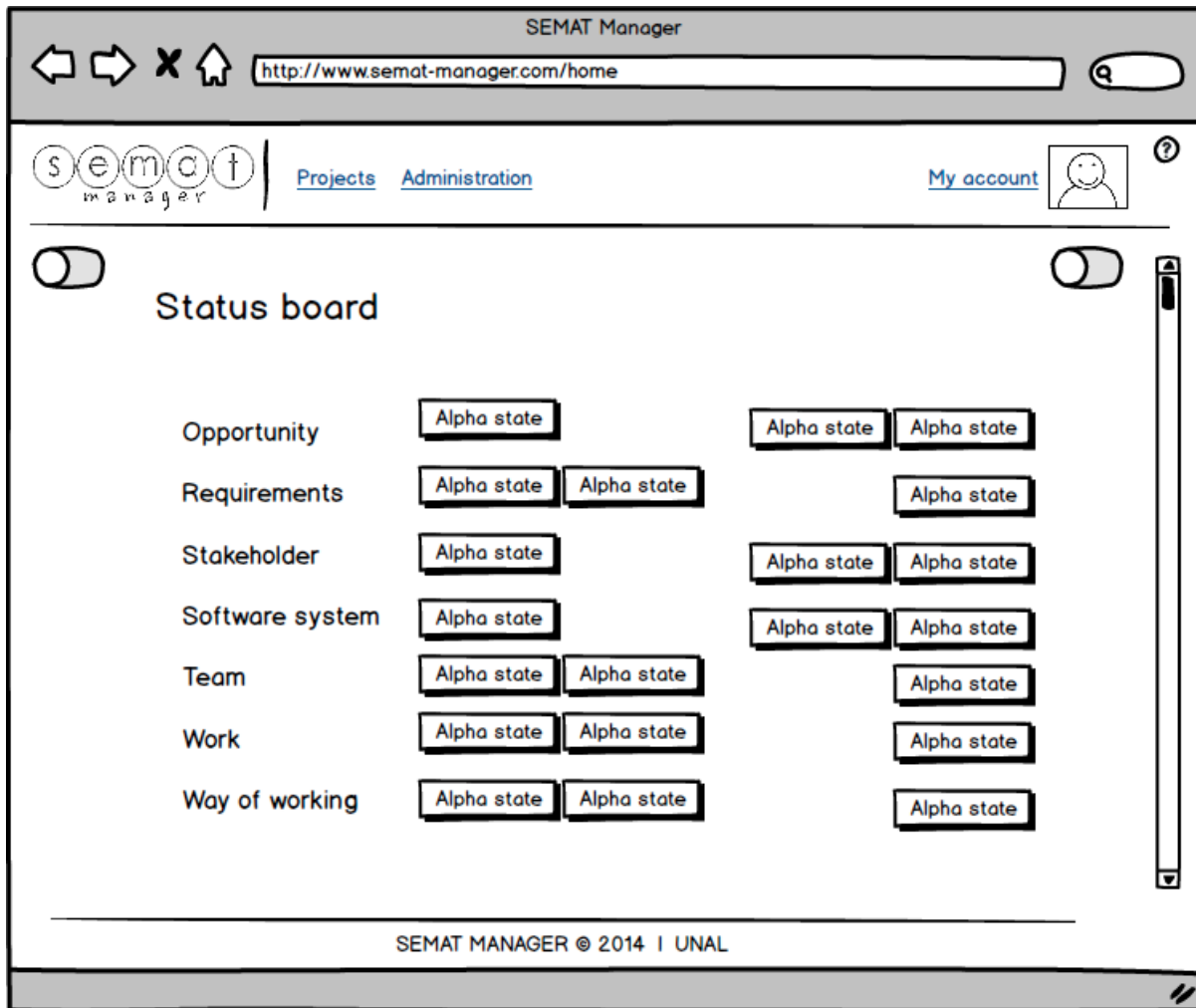


Figura 59. Mockup del Status board de un proyecto

Funcionalidades futuras

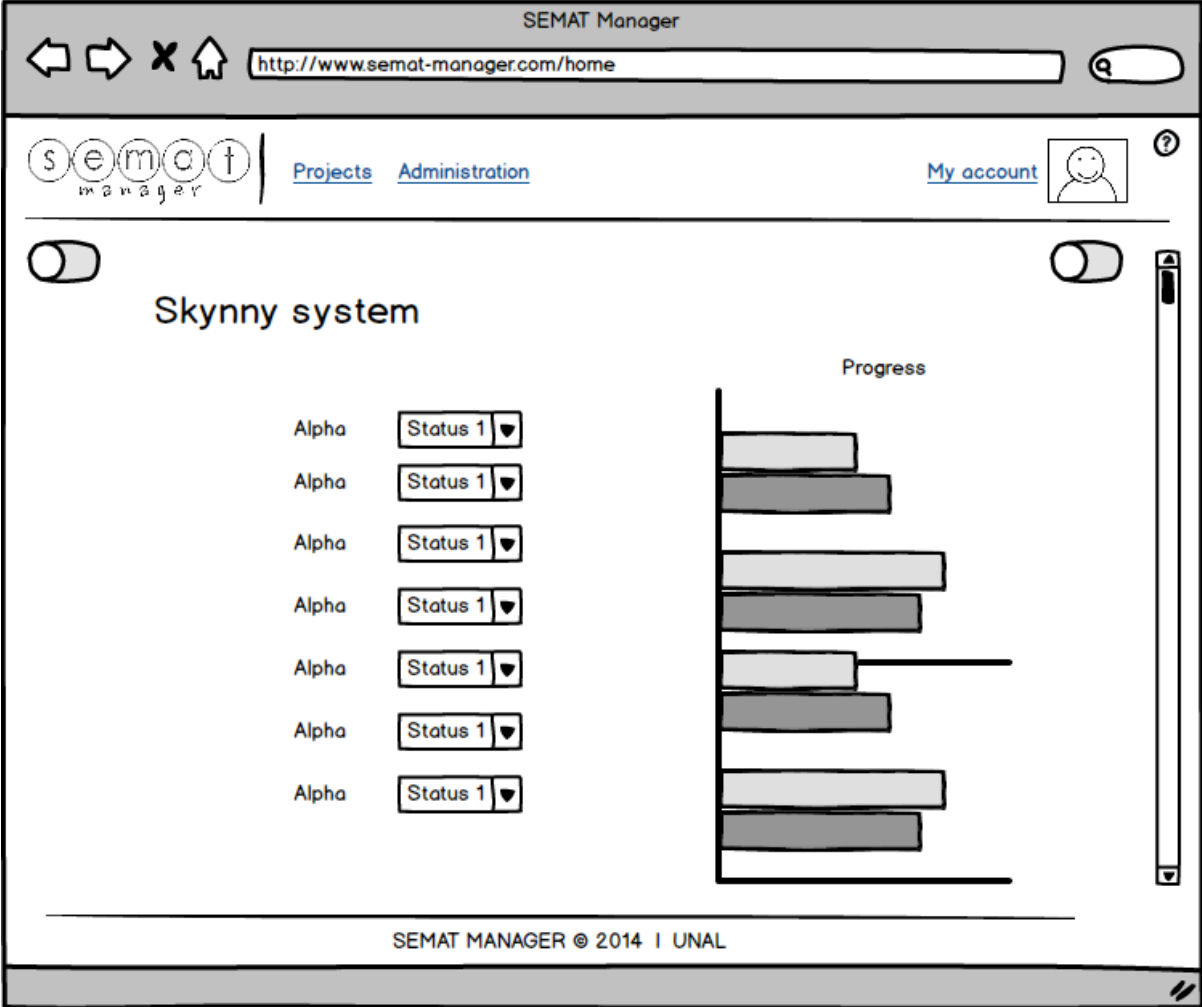


Figura 60. Mockup - Skinny system para un proyecto

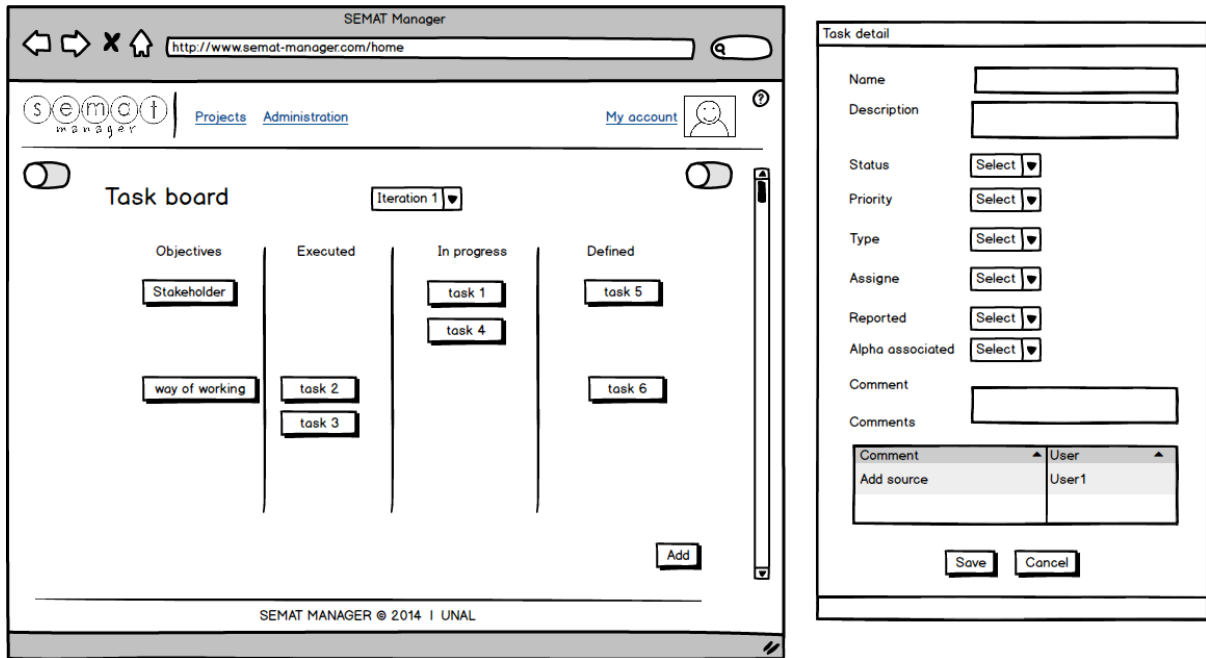


Figura 61. Mockup del Tablero de tareas de un proyecto

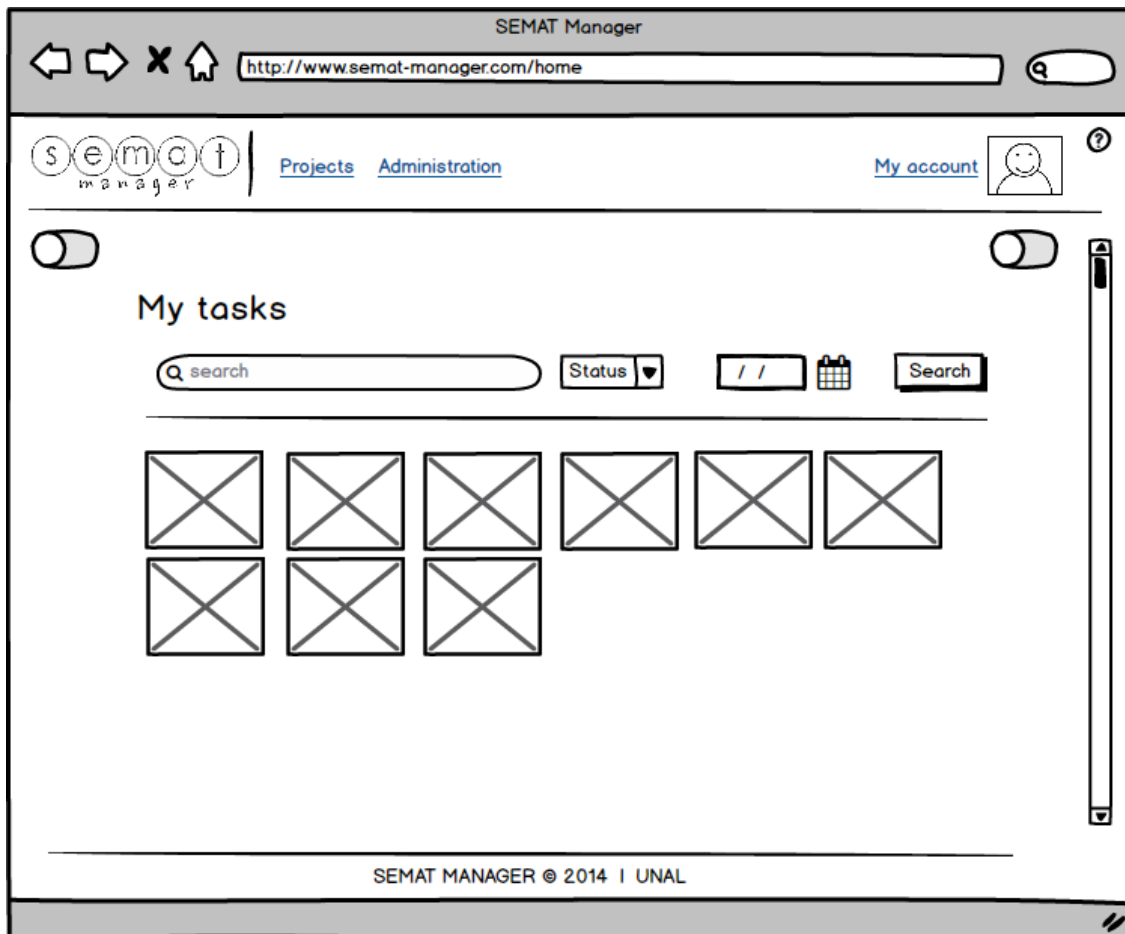


Figura 62. Mockup - Tareas asignadas a un usuario

Ejecución del primer ciclo de pruebas a SEMAT Manager

La realización de las pruebas se realizó de manera manual simulando el usuario final. Dicha ejecución se realizó aproximadamente con un 61% de la implementación de la herramienta. El despliegue de la aplicación se realizó en un ambiente de pruebas controladas, al que el tester podía acceder desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

Este es un resumen de los resultados y una breve retrospectiva del Tester encargado de realizar las pruebas:

Ítem	Resultado
Tipo de test	Funcionales, manuales
Fecha de inicio	8 de Dic / 2014
Fecha de finalización del ciclo	8 de Dic / 2014
Horas usadas	4h
Total de casos de prueba	26
Satisfactorios	12 (46%)
Defectuosos	2 (15%)
Sin ejecutar	10 (39%)
Número de bugs reportados	14
Críticos	6
Mayor	0
Normal	8
Menor	0

Tabla 16. Resultados del primer ciclo de pruebas

Retroalimentación de las pruebas

- ¿Se realizaron las pruebas con alguna herramienta especializada?
R/:No
- ¿En qué porcentaje de desarrollo crees que se encuentra la aplicación?
R/: En un 70%
- Teniendo en cuenta el porcentaje que diste en la anterior pregunta, ¿Cuál crees que fue el porcentaje de cobertura de las pruebas de lo que se encuentra implementado en SEMAT Manager?
R/: 60%
- ¿Existe la necesidad de documentar la realización de las pruebas?
R/: Sí, para llevar una trazabilidad
- ¿Existía una estrategia de ejecución de las pruebas?
R/: Sí, inicialmente se prueban las cosas básicas y luego casos complejos
- ¿Tuviste la necesidad de un plan de pruebas?
R/: Sí, con el fin de validar con el fin de evaluar errores de interfaz, funcionalidades incorrectas o faltantes
- ¿Tuviste la necesidad de conocer cuál iba a ser el alcance final de la herramienta y la totalidad de las funcionalidades que no se han implementado?
R/: Sí, para saber cómo se iban a ejecutar las pruebas

Retroalimentación de usabilidad

Pregunta	Criterios de evaluación
1. ¿Hay términos en idiomas diferentes mezclados? 3	1 = Se encuentran en todo el sistema 2 = Se encuentra en algunas partes del sistema. 3 = No se encuentran en ninguna parte del sistema.
2. ¿Es simple el vocabulario utilizado? 3	1 = El vocabulario es demasiado técnico. 2 = El vocabulario presenta algunas dificultades de comprensión. 3 = El vocabulario es completamente comprensible.
3. ¿Hay algún tipo de asistencia para los usuarios que hacen uso del sistema por primera vez? 1	1 = No existe ninguna ayuda. 2 = Se encuentra ayuda en algunas partes. 3 = Existen ayudas en todo el sistema.
4. ¿El sistema es fácil de operar para alguien que no recibió capacitación en su operación? 3	1 = El sistema es de difícil comprensión. 2 = El sistema es fácil de operar en algunas de sus funcionalidades. 3 = El sistema es completamente fácil de operar.
5. ¿Se entienden la interfaz y su contenido?	1 = No se entiende su interfaz.

3	2 = La interfaz se entiende en algunas partes. 3 = La interfaz es completamente entendible.
6. ¿Resulta fácil identificar un objeto o una acción? 3	1 = Es difícil identificar los objetos o acciones. 2 = Se pueden identificar los objetos y acciones en algunas partes del sistema. 3 = Todos los objetos y acciones son fácilmente identificables.
7. ¿Resulta fácil entender el resultado de una acción? 3	1 = Los resultados de las acciones no son entendibles. 2 = Los resultados de las acciones son entendibles en algunas partes o la mayor parte del sistema. 3 = Todos los resultados de las acciones son entendibles.
8. ¿Está diseñada la interfaz para facilitar la realización eficiente de las tareas de la mejor forma posible? 3	1 = La interfaz es difícil de usar. 2 = La interfaz es difícil de usar en algunas partes del sistema. 3 = La interfaz es completamente sencilla de usar.
9. ¿Son apropiados los mensajes presentado por el sistema? 3	1 = Los mensajes no son apropiados. 2 = Los mensajes son apropiados en algunas partes del sistema. 3 = Todos los mensajes son apropiados y fáciles de comprender.
10. ¿Actúa el sistema en la prevención de errores? 1	1 = El sistema no previene errores del usuario. 2 = El sistema previene algunos o la mayoría de los errores del usuario. 3 = El sistema previene cualquier error que pueda cometer el usuario.
11. ¿El sistema informa claramente sobre los errores presentados? 3	1 = El sistema no informa de manera adecuada sobre los errores cometidos. 2 = El sistema informa de manera adecuada algunos o la mayoría de los errores cometidos por el usuario. 3 = El sistema informa de forma adecuada todos los errores cometidos por el usuario.
12. ¿Se utiliza mensajes y textos descriptivos? 3	1 = Los mensajes de texto no son descriptivos. 2 = La mayoría de los textos son descriptivos o fáciles de interpretar 3 = Todos los textos son descriptivos o fáciles de interpretar.
13. ¿Permite una cómoda navegación dentro del sistema y una fácil salida de éste? 3	1 = La navegación no es sencilla. 2 = La navegación presenta algunas dificultades. 3 = La navegación es sencilla, requiere de pocos vínculos para acceder a las

	funcionalidades del sistema.
14. ¿Se permite al usuario personalizar la interfaz? 2	1 = La interfaz no es personalizable. 2 = La interfaz es personalizable con algunas restricciones. 3 = La interfaz es completamente personalizable.
15. ¿Se proporciona información visual de dónde está el usuario, qué está haciendo y qué puede hacer a continuación? 1	1 = No se presenta ninguna información visual ni otro tipo de ayuda. 2 = Presenta ayudas en algunas partes del sistema. 3 = Las ayudas son apropiadas y están distribuidas a lo largo del sistema.
16. ¿Se presenta al usuario la información que sólo necesita? 2	1 = La información presentada es más de la que necesita y tiende a ser confusa. 2 = En algunas partes se presenta mayor información a la necesaria. 3 = La información es estrictamente la necesaria según el perfil.

Tabla 17. Retroalimentación sobre la usabilidad desde la perspectiva del tester

Comentarios adicionales

- Se sugiere modificar la forma como se cargan documentos y/o imágenes en la Wiki, actualmente al cargarlo no hay forma de hacerlo de una manera sencilla.

Knowledge self assessment - Perception of tools for SEMAT

Self-assessment is a comprehensive and systematic examination of the way in which we make things and the perception of the results, allowing you to identify areas for improvement in the future.

This survey allows self-assessment of knowledge of programming, and agile methodologies in software engineering

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your current semester of study?

1 2 3 4 5 7 8 9 10 11 12

My semester is

Which programming languages do you know?

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Java | <input type="checkbox"/> PHP |
| <input type="checkbox"/> Python | <input type="checkbox"/> Rubi |
| <input type="checkbox"/> Visual Basic | <input type="checkbox"/> C # |
| <input type="checkbox"/> C++ | <input type="checkbox"/> Perl |
| <input type="checkbox"/> .NET | <input type="checkbox"/> Objective-C |
| <input type="checkbox"/> JavaScript | <input type="checkbox"/> Other <input type="text"/> |

Which programming language you develop better?

What is your experience using programming languages?

- Under 1 year
- Between 1 and 3 years
- Between 3 and 5 years
- More than 5 years

If you were in a development team in a project, what role would you like to have?

- Developer
- Coach
- Analyst
- Tester
- DBA
- Architect

How long has been your experience using agile methodologies?

- Under 1 year
- Between 1 and 3 years
- Between 3 and 5 years
- More than 5 years

For each one of the methods below, choose the statement that best describes your knowledge of it.

	I have never heard about it	I have heard about it	I have used it
Adaptive Software Development (ASD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agile Unified Process (AUP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Crystal Clear	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Essential Unified Process (EssUP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Feature Driven Development (FDD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lean Software Development (LSD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kanban	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Open Unified Process (OpenUP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Extreme Programming (XP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Scrum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
G300	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sort the importance of the following categories of activities that should be considered by a tool that support agile methodologies?
(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Team Communications	1
Requirements management	2
Documents management	3
Tasks management	4
Knowledge management	5
Issues management	6

Please, in your own words, write a brief definition of SEMAT

In the list below, choose the five most important features that a tool for supporting the use of SEMAT should have

- | | | | |
|--|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Easy Administration | <input type="checkbox"/> Chat | <input type="checkbox"/> Statistics | <input type="checkbox"/> Avatars Project |
| <input type="checkbox"/> Ample workspace | <input type="checkbox"/> Nice fonts | <input type="checkbox"/> Level Time-Tracking Issue | <input type="checkbox"/> Reports & Charts |
| <input type="checkbox"/> Nice design | <input type="checkbox"/> Intuitive | <input type="checkbox"/> Easy navigation | <input type="checkbox"/> Project Roles |
| <input type="checkbox"/> Good scheme colors | <input type="checkbox"/> Multiple Dashboards | <input type="checkbox"/> Activity Stream | <input type="checkbox"/> Security session |
| <input type="checkbox"/> Availability for mobile | <input type="checkbox"/> Notifications | <input type="checkbox"/> Page User Profile | <input type="checkbox"/> Visualize development |
| <input type="checkbox"/> Availability for web | <input type="checkbox"/> Watch Issues | <input type="checkbox"/> Issue Navigator | <input type="checkbox"/> See project status |
| <input type="checkbox"/> Bug tracking | <input type="checkbox"/> Flexible Layouts | <input type="checkbox"/> Summary & Reports | <input type="checkbox"/> Other <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Collaborate with Wiki | <input type="checkbox"/> Search Filters | | |

Rate your knowledge about SEMAT



Do you believe that with the use of SEMAT will be happier making your work?



How much do you believe that with the use of SEMAT will speed up your work?



Do you have additional comments or ideas about SEMAT or the tools that could be used for supporting its usage?

Encuesta 1 - Support of SEMAT in the project settings

I - Support of SEMAT In the project settings

The proper initial planning of a project greatly influences its success, the right choice of technologies, setting goals, choosing the working group, defining roles, establishing communication channels with the team and stakeholders, are factors that influence transversely during software development.

This survey seeks to identify if SEMAT covers all aspects for initial setup of a software project, based in the modeling of the kernel on SEMAT Manager.

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your UN code?

What was your role in iteration 1?

Sort in descending order of importance, what are the most useful ways to define the initial state of a project:

(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Team dialogues	1
Using the set of cards for SEMAT	2
Research about similar projects	3
Using software tools to guide the definition	4
Meetings with stakeholder	5

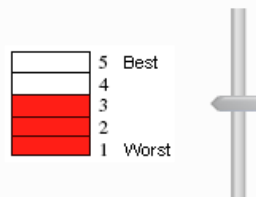
What roles are involved in the initial definition of your project?

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Developer | <input type="checkbox"/> Data Base Administrator |
| <input type="checkbox"/> Analyst | <input type="checkbox"/> Architect |
| <input type="checkbox"/> Coach | <input type="checkbox"/> Other <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Tester | |

Rate the difficulty of describing the following topics when you define your software project

	It is quite clear	It is understandable	It is a bit confusing
General description	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stakeholders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Work team	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Values and Principles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Practices	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Technology and Tools	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artifacts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Is appropriate the modeling of the kernel in SEMAT Manager for initial project definition?



Choose five words that you think describe better the concepts involved in **the initial setting of your project**:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Competitiveness | <input type="checkbox"/> Uniformity | <input type="checkbox"/> Comparability |
| <input type="checkbox"/> Educationability | <input type="checkbox"/> Collaboration | <input type="checkbox"/> Evaluationability |
| <input type="checkbox"/> Employability | <input type="checkbox"/> Reduced stress | <input type="checkbox"/> Evolutionability |
| <input type="checkbox"/> Evolvability | <input type="checkbox"/> Value and impact generated | <input type="checkbox"/> Focusability |
| <input type="checkbox"/> Quality | <input type="checkbox"/> Productivity | <input type="checkbox"/> Efficiency |
| <input type="checkbox"/> Objective measures of health | <input type="checkbox"/> Reusability | <input type="checkbox"/> Self-fulfilment |
| <input type="checkbox"/> Independence | <input type="checkbox"/> Recruitmentability | <input type="checkbox"/> Self-confidence |
| <input type="checkbox"/> Innovation | <input type="checkbox"/> Progressability | <input type="checkbox"/> Satisfaction |
| <input type="checkbox"/> Mobility | | |

How would you rate the performance and group organization to define the initial state of your project?

A+



Rate your knowledge of SEMAT at the end of the first iteration?

A+



Do you have additional comments about SEMAT or initial setup of projects with the kernel?

Encuesta 2 - Rate of team organization

II - Rate of team organization

There are many factors that may affect team satisfaction and motivation, mostly linked to the organization of the group, and sometimes to the planning by the leaders. Organization is a critical aspect for the success during the execution of activities by each member.

This survey seeks to qualify the team organization and the correct use the tools in the preparation for the development of future iterations.

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your UN code?

What is the name of your project?

What was your role in iteration 2?

Are you satisfied with the tasks assigned to meet the goals of the iteration?

- Very satisfied
- According
- Tolerable
- Dissatisfied
- Very dissatisfied

Do you consider that the responsibilities of each role were fulfilled?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

How fast the team has been adapted to the way of working proposed?



Rate your level of satisfaction with the first iteration with respect to teamwork



Is communication fluent and effective in your team?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Sort from highest to lowest the tools' utility around team organization to meet the objectives of this iteration:

(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Trello	1
Facebook	2
SEMAT Manager	3
Skype	4
Drive	5
Other <input type="text"/>	6

How often does your team uses the tools defined?

	More than 1 time per day	1 to 5 times per week	1 to 5 times every 15 days	1 to 5 times per month
Trello	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Facebook	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SEMAT Manager	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skype	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Choose five words that you think describe better the concepts involved in **the organization of your team**:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Competitiveness | <input type="checkbox"/> Uniformity | <input type="checkbox"/> Comparability |
| <input type="checkbox"/> Educationability | <input type="checkbox"/> Collaboration | <input type="checkbox"/> Evaluationability |
| <input type="checkbox"/> Employability | <input type="checkbox"/> Reduced stress | <input type="checkbox"/> Evolutionability |
| <input type="checkbox"/> Evolvability | <input type="checkbox"/> Value and impact generated | <input type="checkbox"/> Focusability |
| <input type="checkbox"/> Quality | <input type="checkbox"/> Productivity | <input type="checkbox"/> Efficiency |
| <input type="checkbox"/> Objective measures of health | <input type="checkbox"/> Reusability | <input type="checkbox"/> Self-fulfilment |
| <input type="checkbox"/> Independence | <input type="checkbox"/> Recruitmentability | <input type="checkbox"/> Self-confidence |
| <input type="checkbox"/> Innovation | <input type="checkbox"/> Progressability | <input type="checkbox"/> Satisfaction |
| <input type="checkbox"/> Mobility | | |

Do you have additional comments about of your team organization?

Encuesta 3 - Qualification of task

III - Qualification of task

The behavior and organizational efficiency depend on various factors like the topic of the project, the quality of implementation of tasks, the skills and knowledge of the working group, etc. This shapes the competitive environment in which a project is developed and creates a perception of individuals towards the development process in which you can analyze the performance expectations of the members, the team's efforts, the group's expectations and often based on these analyzes can determine the future of a project.

This survey allows you to self-assess the efficiency of a team member and view the perceptions regarding the definition, allocation and execution of the tasks with SEMAT.

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your UN code?

What is the name of your project?

What was your role in iteration 3?

The planning, allocation and execution of tasks are activities performed by all members of the development team?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

The task assignment is consistent with my role in the project?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

The planning of tasks from one iteration are done based on the order of the alphas' states of SEMAT?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Communication is fluent and effective in your development team?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Considering the use of SEMAT in your project, what is your opinion about the agile premise "There will be working software at the end of each iteration"?

Do you believe that the support of all the complementary tools used within your project strengthens the understanding of SEMAT?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Sort from highest to lowest the tools' utility around planning of tasks for meet the objectives of this iteration:

(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Trello	1
Facebook	2
SEMAT Manager	3
Skype	4
Drive	5
Other <input type="text"/>	6

Do you think the use of SEMAT makes people happier when doing their activities within a project?



How much believed that with the use of Semat will speed up your work?



Choose five words that you think describe better the concepts involved in **the execution and satisfaction with running their assigned activities**:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Competitiveness | <input type="checkbox"/> Uniformity | <input type="checkbox"/> Comparability |
| <input type="checkbox"/> Educationability | <input type="checkbox"/> Collaboration | <input type="checkbox"/> Evaluationability |
| <input type="checkbox"/> Employability | <input type="checkbox"/> Reduced stress | <input type="checkbox"/> Evolutionability |
| <input type="checkbox"/> Evolvability | <input type="checkbox"/> Value and impact generated | <input type="checkbox"/> Focusability |
| <input type="checkbox"/> Quality | <input type="checkbox"/> Productivity | <input type="checkbox"/> Efficiency |
| <input type="checkbox"/> Objective measures of health | <input type="checkbox"/> Reusability | <input type="checkbox"/> Self-fulfilment |
| <input type="checkbox"/> Independence | <input type="checkbox"/> Recruitmentability | <input type="checkbox"/> Self-confidence |
| <input type="checkbox"/> Innovation | <input type="checkbox"/> Progressability | <input type="checkbox"/> Satisfaction |
| <input type="checkbox"/> Mobility | | |

Do you have additional comments about the assignment of activities in the project?

Encuesta 4 - Objectives vs. results

IV - Objectives vs. results

The tracking in software projects has the fundamental goal of monitoring the activities around the system being built. A suitable control makes it possible to avoid deviations in cost and time, or at least detect them early, so you can pay special attention to those who are suffering some troubles.

This survey is about the scope of the iterations of the project and the current status of software projects from the students' viewpoint. The purpose is to validate whether the allocation of activities for each iteration is consistent with the objectives and identify a procedure to display the status of the project over time.

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your UN code?

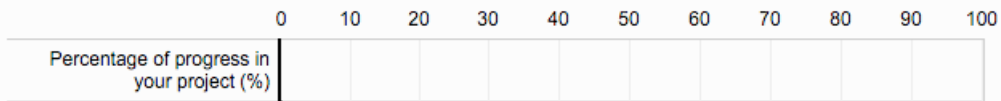
What is the name of your project?

What was your role in iteration 4?

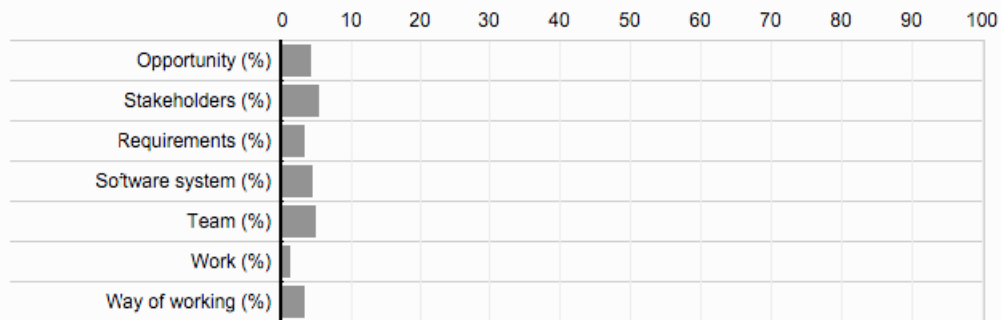
Have the objectives been fulfilled in each of the iterations?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

What is the percentage of progress in your project?



Select an estimate of the percentage of progress of the project in each of the alphas:



Do you think that SEMAT cards reflect the current state of your project? In other words, Are the SEMAT cards a suitable mechanism for communicating the actual state of a software project?

Yes, why?

No, why?

Do you think that the current version of the source code for your project reflects a state of functional software?

Yes, why?

No, why?

Do you think that the contribution in development of the team members was uniform during the iterations?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

How would you rate the management, the development, and the organization of the source code on your project?



Do you think that the management given to the 'way of working' and 'Work' alphas has contributed to the proper organization of the teamwork?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Do you think that the management given to the activities related to the 'Software system' alpha has contributed to the successful implementation of the software?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

There were defined requirements, in any iteration, that were not associated with an alpha state?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

How would you rate the overall performance of your team during the iterations?



Choose five words that you think are the most important in the achievement of the objectives of each iteration:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Competitiveness | <input type="checkbox"/> Uniformity | <input type="checkbox"/> Comparability |
| <input type="checkbox"/> Educationability | <input type="checkbox"/> Collaboration | <input type="checkbox"/> Evaluationability |
| <input type="checkbox"/> Employability | <input type="checkbox"/> Reduced stress | <input type="checkbox"/> Evolutionability |
| <input type="checkbox"/> Evolvability | <input type="checkbox"/> Value and impact generated | <input type="checkbox"/> Focusability |
| <input type="checkbox"/> Quality | <input type="checkbox"/> Productivity | <input type="checkbox"/> Efficiency |
| <input type="checkbox"/> Objective measures of health | <input type="checkbox"/> Reusability | <input type="checkbox"/> Self-fulfillment |
| <input type="checkbox"/> Independence | <input type="checkbox"/> Recruitmentability | <input type="checkbox"/> Self-confidence |
| <input type="checkbox"/> Innovation | <input type="checkbox"/> Progressability | <input type="checkbox"/> Satisfaction |
| <input type="checkbox"/> Mobility | | |

Do you have additional comments about the achievement of the objectives in your project?

Encuesta 5 - Alphas and problematic states

V - Alphas and problematic states

The development of a software project is successful, if it can properly develop software that solves customer needs. SEMAT kernel helps coordinate the various aspects related to the processes involved in software development so this all to work in harmony.

This survey focuses on finding weaknesses in the kernel if they exist, and validate various aspects of software development associated to the relation with alphas such as: Technical components, organization, business process, relation within team members and stakeholders, the real intentions of software system used by the users.

If you prefer, the open questions can be answered in Spanish.

What is your UN code?

What is the name of your project?

What was your role in the last iteration?

Perform a self-assessment of knowledge you have on the use of **each of the Alphas**:

	It is quite clear	It is understandable	It is a bit confusing
Opportunity	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stakeholders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Requirements	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software system	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Team	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Work	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Way of working	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Perform a self-assessment of knowledge that has respect to the **checklist associated of the alpha states**:

	It is quite clear	It is understandable	It is a bit confusing
Opportunity	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stakeholders	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Requirements	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software system	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Team	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Work	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Way of working	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Do you think that exist a state of alpha particularly difficult to understand?

- Yes, which?
- No, which?

Sort highest to lowest the speed of advance of the alpha states through its iterations:
(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Opportunity	1
Stakeholders	2
Requirements	3
Software system	4
Team	5
Work	6
Way of working	7

Do you think there was an iteration in which less progress was reflected in the kernel cards?

- Always
- Almost always
- Sometimes
- Rarely
- Never

Sort highest to lowest the alphas which you think requires less effort (lighter) and which it considers requires greater effort (heavier)

(Use Drag and Drop to sort the items of the list)

Opportunity	1
Stakeholders	2
Requirements	3
Software system	4
Team	5
Work	6
Way of working	7

Choose five words that you think are involved in the kernel use of each iteration:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Competitiveness | <input type="checkbox"/> Uniformity | <input type="checkbox"/> Comparability |
| <input type="checkbox"/> Educationability | <input type="checkbox"/> Collaboration | <input type="checkbox"/> Evaluationability |
| <input type="checkbox"/> Employability | <input type="checkbox"/> Reduced stress | <input type="checkbox"/> Evolutionability |
| <input type="checkbox"/> Evolvability | <input type="checkbox"/> Value and impact generated | <input type="checkbox"/> Focusability |
| <input type="checkbox"/> Quality | <input type="checkbox"/> Productivity | <input type="checkbox"/> Efficiency |
| <input type="checkbox"/> Objective measures of health | <input type="checkbox"/> Reusability | <input type="checkbox"/> Self-fulfilment |
| <input type="checkbox"/> Independence | <input type="checkbox"/> Recruitmentability | <input type="checkbox"/> Self-confidence |
| <input type="checkbox"/> Innovation | <input type="checkbox"/> Progressability | <input type="checkbox"/> Satisfaction |
| <input type="checkbox"/> Mobility | | |

Do you have additional comments or ideas about the Alphas, states or checklist?