



República del Ecuador

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil - UTEG

Facultad de Estudios de Postgrado

Artículo Científico en opción al título de Magíster en:

Sistemas de Información Gerencial

Tema de Artículo Científico:

**Aplicación de la Metodología Scrum en la Gestión y Desarrollo de Proyectos.
Caso de Estudio: Empresas Consultoras de Software de Guayaquil**

Autor:

Ing. Mildred Verónica Merizalde Medina

Coautor:

Ing. José Townsend Valencia, Phd.

Septiembre 2018

Guayaquil - Ecuador

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM EN LA GESTIÓN Y DESARROLLO DE PROYECTOS. CASO DE ESTUDIO: EMPRESAS CONSULTORAS DE SOFTWARE DE GUAYAQUIL

Ing. Mildred Merizalde Medina, Msc.¹

mmerizalde@itsvr.edu.ec

Magíster en Sistemas de Información Gerencial, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. Ingeniera en Sistemas Computacionales, Universidad Estatal de Guayaquil, Docente en las carreras de Tecnología en Computación con Mención en Redes y Ensamblaje del Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte.

Ing. José Townsend Valencia, Phd.²

Jose.townsend@uteg.edu.ec

Doctor en Gestión Económica Global, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Magíster en Sistemas de Información Gerencial, Magíster en Administración de Empresas, Diplomado en Evaluación y Diseño de Modelos Educativos; Docente de la modalidad Semipresencial Postgrados de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. Docente en las Maestrías de Administración de Empresas, Comercio Exterior y Evaluación y Modelo de Diseños Educativos de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo identificar los factores relevantes que inciden positiva o negativamente en la gestión de proyectos de software, la influencia de la Metodología Scrum en la concepción del proyecto y consecuente desarrollo de este. La diversidad de proyectos evaluados permite que este estudio sirva de guía para las empresas consultoras y a su vez busca validar si los resultados de empresas ecuatorianas son similares a aquellos obtenidos de empresas a nivel mundial.

La metodología Ágil tiene sus fundamentos en el modelo de Gestión del Conocimiento definido por Nonaka-Takeushi; y de éste nace el Scrum como una variación del mismo que incluye fases de planificación y ejecución de proyectos; sirviendo de complemento al PMBok durante las fases técnicas del ciclo de vida del desarrollo de sistemas. Este estudio presenta un análisis de la Gestión de Proyectos por lo cual se identifican cuatro variables relacionadas a la gestión: Planificación, Personal, Calidad y Control de cambios las cuales son evaluadas a lo largo de todas las fases del proceso Scrum.

La metodología de la investigación aplicada fue cuantitativa; por la cual, cada una de las variables fue evaluada utilizando la herramienta SPSS. Los datos utilizados fueron recolectados de una muestra de 8 empresas que han ejecutado proyectos de Sistemas de Información bajo metodología ágil, de las cuales se obtuvo las métricas que cada una de ellas registra durante la ejecución de sus proyectos.

La revisión de resultados presenta dos secciones: la primera consiste en el análisis de los valores estadísticos resultantes por cada variable independiente y la segunda en la interpretación de los indicadores por cada caso de estudio puesto que el tema central es el análisis de casos empresariales. Los resultados obtenidos por cada variable independiente presentaron un porcentaje de éxito del 89.50% en Planificación, 64% en Calidad, 62% en Personal y 65% en Control de cambios.

Abstract

The purpose of this research is to identify the relevant factors to have a positive or negative impact on management software projects, the Scrum Methodology's influence into the project's conception and consequent development of it. Diversity projects evaluated allows this study to serve as a guide for consulting firms and in turn seeks to validate if the results of Ecuadorian companies are like those obtained from companies worldwide.

Agile methodology has its foundations in the Knowledge Management model defined by Nonaka-Takeushi; the Scrum arise as a variation of it including phases of planning and execution of projects; serving as a complement to PMBok during the technical phases of the systems development lifecycle. This study presents an analysis of Project Management, which identifies four variables related to management: Planning, Personnel, Quality and Control of Changes evaluated throughout all the phases of the Scrum process.

The research methodology was quantitative, each variable was evaluated using the SPSS tool. Data used were collected from a sample of 8 companies, from which the metrics that each of them recorded during the execution of their projects. Results are written in two parts: first one describes all the metrics and variables defined and second part detail all findings by each company's case. The results obtained by each independent variable showed a success rate of 89.50% in Planning, 64% in Quality, 62% in Personnel and 65% in Control of Changes.

Keywords: Management Project, Scrum Methodology, sprint, Scrum Developers, knowware, Product Backlog, Scrum Master, User Story.

1. Introducción

En Ecuador las empresas han mostrado un creciente interés en la inversión de tecnología, sea ésta a nivel de software o hardware; hasta el año 2015, el total de inversión en TICs fue de 281 millones de dólares americanos en un total de 628 empresas de diversa actividad económica; de éstas 609 en todo el país invirtieron en algún tipo de software de procesamiento de información tal como ERP o CRM. (INEC, 2016)

Las empresas consultoras centran sus esfuerzos en dos pilares fundamentales: la primera es conseguir la mayor cantidad de clientes de ese 80% de empresas que invierten en software de procesamiento de datos (INEC, 2016) y la segunda, lograr que sus proyectos se realicen dentro del tiempo planificado cumpliendo la totalidad de las expectativas de los clientes; siendo, el primero el más importante y el que asegura la supervivencia de una empresa consultora, éste solo se obtiene con una estadística positiva del segundo.

Entre los principales problemas con los cuales las empresas dedicadas a la consultoría y desarrollo de software se enfrentan son los siguientes: Metodología de Desarrollo y Gestión no adecuada o no aplicada para proyectos de desarrollo de sistemas, Inadecuada planificación de tiempos durante la ejecución del ciclo de vida de desarrollo del software, estrategias de pruebas con muy poca orientación a los requerimientos esperados por el usuario, , equipo de desarrolladores no homogéneo y Definición de indicadores de seguimiento y control no adecuados.

En cuanto a metodologías técnicas, al momento de pensar en alguna, el ciclo en cascada es aquel que ocupa el primer lugar, funciona y da resultados positivos, o al menos esa era la impresión de las empresas; sin embargo, la realidad se tornaba diferente, el proceso en cascada aplicado a proyectos pequeños ocasiona fracasos en un 11% de proyectos de un total de 50K, mientras que los procesos Ágiles presentaban solo un 4%; así mismo, los valores porcentuales en proyectos grandes no exitosos aplicando un ciclo de vida en cascada representa un 42%, mientras los que aplican un ciclo de vida ágil muestran un 23% de no éxito. (Johnson, Crear, Theo, Lee, & Poort, 2015); dados estos escenarios, el propósito de esta investigación es de validar la metodología Ágil y los resultados que ésta proporcione a la Gestión de Proyectos de Software

2. Marco Teórico

2.1. La gestión de Proyectos y Modelos del Conocimiento

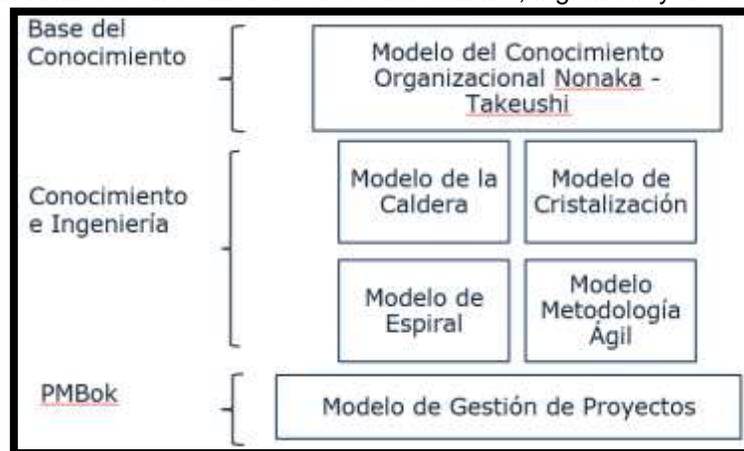
En un proyecto de desarrollo de software, el conocimiento tiene dos perspectivas: La vista técnica y la vista de usuario. La vista técnica del conocimiento se centra en las habilidades y destrezas que se tienen para crear el producto, la vista de usuario se centra en cómo utilizar ese producto y obtener conocimiento con su uso.

Con el objetivo de relacionar estas dos vistas e involucrar a la ingeniería, nace el concepto de “**Knowware**”, la capacidad de entender el conocimiento, mantenerlo independiente, comercializable y usable por medio de equipos de cómputo, estándares y procesos, sustentados en una muy detallada documentación del software desarrollado y el hardware utilizado. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

Este concepto se encuentra muy relacionado al ciclo de vida del desarrollo; es más, se madura a lo largo del mismo. Entre los ciclos de vida estándar que se conocen tenemos: el modelo cascada, el modelo en espiral, el modelo por iteraciones, etc. Para involucrar a la ingeniería de sistemas, los ciclos de vida de desarrollo, las teorías del conocimiento, se establecen tres modelos de ingeniería del “**Knowware**”, los cuales están listados a continuación:

- **Modelo de la Caldera.** - Aplicado cuando se tiene información precisa de las fuentes del conocimiento.
- **Modelo de Cristalización.** - El conocimiento va mejorando durante el ciclo de vida, pasando por diferentes procesos tales como: fusión, comercialización, cristalización, se revisa y descarta el conocimiento obsoleto y vuelve a evaluarse, hasta obtener el extracto que va a formar parte del conocimiento.
- **Modelo de Espiral.** - Tiene una influencia directa del modelo Nonaka-Takeuchi, bajo una estructura en espiral, forma un ciclo que va del conocimiento tácito al explícito y viceversa; como resultado de la aplicación de estos procesos, el producto final se llamará Sistema “**Knowware**”, el cual incluye: software, hardware y el conocimiento proveniente del usuario y el equipo técnico. (Ruquian, Lu; Zhi Jin, 2014).

Gráfico 1: Relación entre Modelos del Conocimiento, Ingeniería y de Gestión de Proyectos



Fuente: RuQuian Lu, Zhi Jin. Knowware-Based Software Engineering: An overview of its Origin, Essence, Core Techniques, and Future Development (2014). IGI Global, Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Quinta Edición (2013).

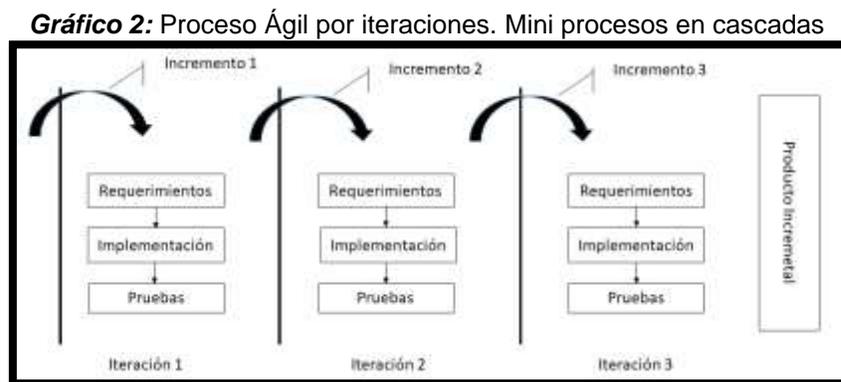
De la definición de estos modelos, en los cuales el conocimiento sufre una transformación continua, nace el principio fundamental de la metodología ágil, cuya gestión no se basa en la anticipación; sino en la definición de estrategias en continua evolución que proporcionen respuestas rápidas, flexibles a los continuos cambios de mercado. (Palacio, 2014)

Por último, el Modelo de Gestión de Procesos del PMI, se presenta como el proyecto base de gestión puesto que es el más aceptado a nivel mundial, a tal punto de ser considerado un modelo estándar; consiste en un conjunto de subprocesos relacionados entre sí, los cuales pueden ser aplicados sobre todas las fases de los proyectos desde su concepción hasta su finalización. (Livingood, Braxton-Lieber, & Mehan, 2011)

2.2. Modelos de procesos ágiles en la administración de proyectos

Para la metodología Ágil, el concepto de tener un equipo numeroso no implica que sea productivo y que pueda finalizar en un menor tiempo las tareas asignadas; se debe llevar al proyecto a un estado de ventaja y eficiencia; y, según Peter Measey se debe considerar lo siguiente para lograrlo (Measey, Levy, & Short, 2015): No se debe considerar que “Ágil” significa “Fácil”, Contar con la documentación necesaria, Desarrolladores expertos, Planificación continua y evolutiva.

La estructura ágil se define en un trabajo iterativo que cubre el ciclo de desarrollo de software por cada sección, la lista de funcionalidades es definida al inicio de los ciclos y se va desarrollando incrementalmente hasta llegar al producto final.



Fuente: Rally Software Development Group. Cinco Niveles de Planificación Ágil: Desde la Visión Corporativa del Producto hasta el Stand-up del Equipo (2013). Rally Development.

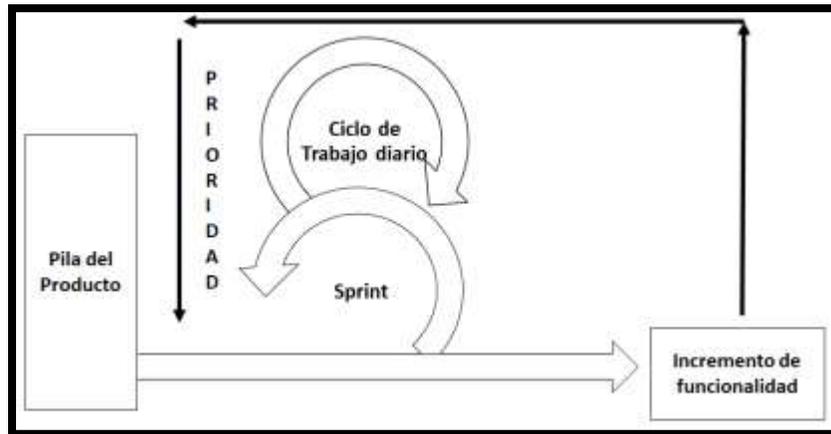
2.3. Modelo Scrum para Administración de proyectos de software

Scrum es una variación de la metodología Ágil, la más clásica, capaz de soportar la variación de los requerimientos y reaccionar favorablemente a ellos; siempre y cuando sea bien aplicada, ésta permite la flexibilidad en el desarrollo de software y su proceso no se basa en rigurosas reglas de administración. Scrum define ciclos cortos de ejecución del proceso llamados “sprints”, el cual debe durar entre 1 y 2 semanas y cada

una de ellas debe cumplir sus metas y obtener una retroalimentación que sirva para el siguiente sprint. (Mariño & Alfonso, 2014)

La pila del producto, o también llamada “**Backlog**”, corresponde a una lista de requerimientos, los cuales son implementados durante el sprint; y, aquellos que no puedan ser cubiertos, deben ser replanificados para la siguiente iteración. (Huttermann, 2012)

Gráfico 3: Modelo Scrum Iterativo



Fuente: Michelle Sliger. Agile Software Project Management with Scrum (2011). PMI Global Congress 2011.

2.4. Roles

Los roles de Scrum son definidos por grupos de trabajo, dado que el principio de la metodología son ambientes colaborativos, existen tres grupos bien marcados:

Tabla 1: Detalle de Roles

Rol	Descripción
Equipo de Desarrolladores	equipo de grandes destrezas que no puede sobrepasar las 9 personas
Equipo Propietario del Producto	son el cliente, aquellos que toman decisiones y valoran el producto entregado
Scrum Master	Es aquel que inyecta valores y reglas al proyecto a través de los otros dos equipos. No es un rol técnico, sino uno que debe contar con habilidades de coaching

Fuente: Juan Palacio. Gestión de Proyectos Scrum Manager. (2014). Scrum Manager.

2.5. Factores involucrados en la Metodología Scrum

Como parte de la metodología Scrum, se detallan los factores relevantes en sus procesos: (Satpathy, 2016).

Tabla 2: Detalle de Roles

Factores	Descripción
Planificación	su validación recae no solo en los administradores sino en el equipo de desarrolladores; dentro de este factor prima la estimación y definición de tareas
Calidad	El valor del producto para el usuario es el principio fundamental de este factor, por cada sprint ejecutado y es evaluado continuamente hasta la finalización del proyecto
Personal	Se centra en la definición de un equipo con habilidades equitativas con iguales capacidades de ejecución en las tareas encomendadas
Control	se centra en la transparencia de la ejecución del sprint, la inspección continua del producto desarrollado considerando que los productos obtenidos por cada sprint son considerados como entregables finales a producción
Integración	Es un factor muy relacionado a la colaboración, y a la calidad puesto que el producto incremental pasa por un periodo de integración al o los sistemas externos con los cuales el producto va a interactuar y entre sus componentes internos
Riesgos	Los riesgos son definidos por sprint, y son considerados beneficiosos dado que, para Scrum, representan oportunidades de crecimiento a nivel de equipo, por lo cual se crea una estrecha relación con el factor de personal
Colaboración	Su objetivo es distribuir el conocimiento, y hacerlo propio por medio del trabajo en equipo, compartiendo responsabilidades y haciendo propios los objetivos del usuario
Tiempo	Los periodos de tiempo de ejecución del sprint deben ser lo más cortos posibles en un rango entre 7 a 15 días y éstos incluyen no solo las tareas de desarrollo sin las orientadas a la planificación
Alcance	Se basa en las historias de usuario a realizar. Se definen dos tipos de alcances: uno global a nivel de proyecto, y alcances por sprint que son definidos en conjunto con el usuario

Fuente: Tridibesh Satpathy. Guide to the Scrum Body of Knowledge. (2016). ScrumMStudy

3. Marco Metodológico

3.1. Tipo de Investigación

Se consideró como un tipo de investigación causal; en la cual, se analizan diferentes proyectos pertenecientes a empresas consultoras y desarrolladoras de software. Se evalúa la influencia del Scrum en la ejecución de estos y cómo afecta a la gestión y calidad de productos resultantes.

Se determinaron los factores críticos de la metodología Scrum relacionados a la gestión de proyectos en las empresas consultoras y, con el análisis cuantitativo de las diferentes métricas recolectadas en distintas fases de los proyectos se evalúa el grado de éxito y fracaso de cada uno de ellos.

3.2. Variables

Variable dependiente: Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software

Variables independientes: VI1-Planificación, VI2-Calidad, VI3-Personal, VI4-Control de Cambios

3.3. Método y Técnicas

El método de investigación aplicado fue el cuantitativo puesto que los indicadores provienen de datos estadísticos que representan métricas recolectadas de 11 proyectos de software provenientes de 8 empresas incluidas en este estudio.

Así mismo, se aplicó el método analítico que consiste en el desglose de las variables independientes a nivel de indicadores y subindicadores para determinar las causas importantes que definen el éxito o fracaso de un proyecto.

3.4. Técnicas cuantitativas

Se considera entre las técnicas cuantitativas los siguientes tipos:

✚ **Estadística.** - Métricas obtenidas de reportes de desarrollo de los proyectos ejecutados por empresas consultoras de Guayaquil.

✚ **Documental.** - Métricas que provienen de reportes realizados por instituciones expertas en temas de gestión de proyectos informáticos, estudios realizados por universidades con carreras orientadas a sistemas de información, evaluaciones obtenidas de tesis relacionadas a análisis de proyectos bajo metodología Scrum.

3.5. Selección de Muestra

Se consideró una muestra de 6 empresas consultoras en Guayaquil que aplican la metodología Scrum en sus proyectos de desarrollo de Software, y dos casos de estudio documentados con métricas y pruebas realizadas bajo ésta metodología. Las 8 empresas resultantes representan el número de compañías que de la población total han ejecutado Proyectos de Sistemas de Información bajo una metodología ágil. De las 8 empresas, se analizan 11 proyectos de Sistemas de Información ejecutados y terminados por dichas entidades y cuya finalidad se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 3: Detalle de muestra por tipo de muestra

Tipo de Muestra	Número de Empresas	Número de Proyectos
Estadística	6	9
Documental	2	2
Totales	8	11

Elaborado por: Los autores de la Investigación

Tabla 4: Detalle empresas y número de proyectos

Empresa	Tipo de Proyecto	Número de Proyectos	Número de Sprints
1	Sistemas de Información Gerencial	1	2
2	Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales	2	6
3	Sistemas de Información Gerencial	2	3
4	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	1
5	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	17
6	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	7
7	Sistemas de Procesamiento de Transacciones	1	6
8	Sistemas de Información Gerencial	1	6

Elaborado por: Los autores de la Investigación

4. Resultados

4.1. Descripción del proceso Scrum que aplican las empresas de consultoría

Las empresas dividen al proyecto en secciones más pequeñas llamadas “**sprints**”, el número de **sprints** es planificado acorde al número de requerimientos definidos para un sistema o un componente de un sistema ya existente y éste se establece al inicio del proyecto. Cada sprint incluye

- Pila de requerimientos o historias de usuario que se va a desarrollar.
- Personal participante en ese sprint cumpliendo los siguientes roles: un Scrum Máster, Scrum Developer y Product Owner.

La pila de requerimientos o historias de usuario es definida mediante pesos. Un peso equivale a una puntuación que las empresas definen en una escala numérica para determinar el nivel de complejidad del requerimiento; esta definición involucra: el número de objetos afectados y creados, por cada requerimiento. La escala se define entre 1 y 5, siendo 1 el nivel más bajo de complejidad y 5 el mayor. Esta técnica de puntuación es llamada “**Planning Pocket**” y se considera estándar en cualquier proyecto que involucre alguna metodología ágil.

Cada sprint tiene una duración de no más de 14 días. Al finalizar cada sprint, todas las historias de usuario desarrolladas son liberadas al propietario del producto para que éstas sean evaluadas y finalmente son entregadas a los usuarios finales. Así mismo se realiza una reunión de retrospectiva para evaluar los resultados del sprint, revisar los problemas durante su tiempo de ejecución y replanificar las historias de usuario no terminadas.

4.2. Evaluación de Variables

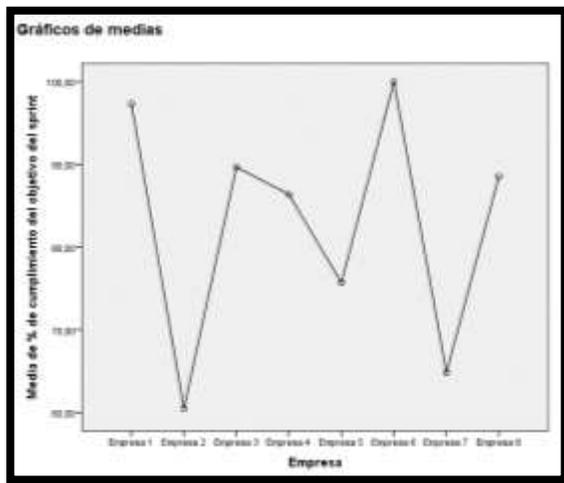
Las empresas incluidas toman atención en los siguientes factores de: Planificación, Calidad, Personal y Control, los cuales se encuentran alineados a la Gestión de

Proyectos; aunque los factores de Tiempo y Alcance se encuentran también alineados no son considerados puesto que para la metodología Scrum, estos factores no son variables.

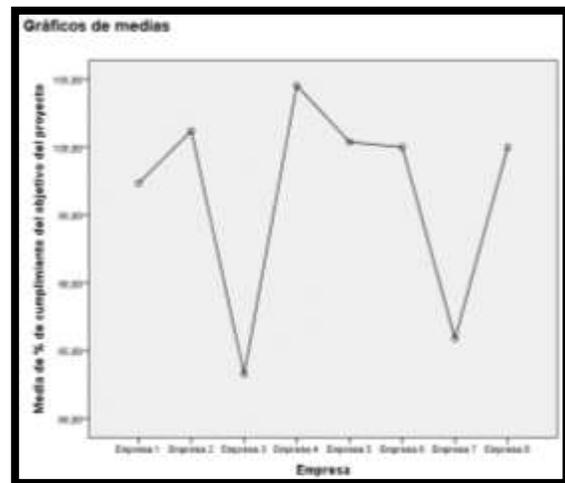
Los valores recolectados corresponden a proyectos de tres diferentes tipos: Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales, Sistemas de Información Gerencial y Sistemas de Procesamiento de Transacciones; aunque los proyectos corresponden a diferentes empresas, todas guardan similitud en las métricas evaluadas por cada proyecto.

4.3. Variable Planificación

Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints



Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de Objetivos del Proyecto



Elaborado por: Los autores de la investigación

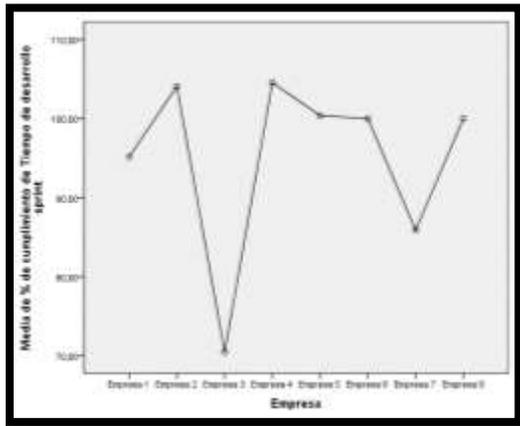
Las empresas no dan seguimiento Para obtener el porcentaje de cumplimiento de objetivo por sprint se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de cumplimiento de objetivo de Sprint} = \left(\frac{\text{Cantidad real de HU terminadas (pesos)}}{\text{Cantidad planificada de HU (Pesos)}} \right) * 100$$

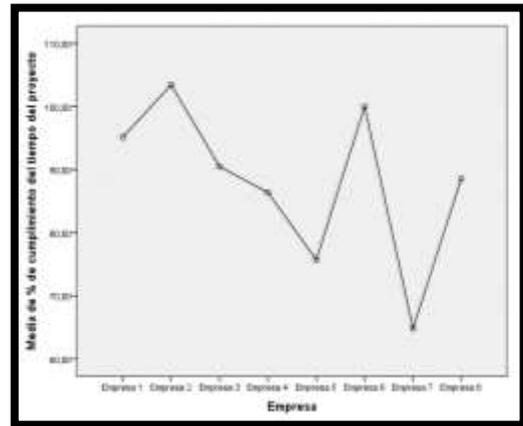
Estos resultados se obtuvieron para un total de 71 sprints correspondientes a proyectos ejecutados en las 8 empresas analizadas. Según los resultados del método de comparación de medias aplicando la prueba de Welch, el 85% de los sprints, obtuvieron un cumplimiento de objetivos mayor al 50%, un 62% obtuvieron valores mayores al 75%, y un 5% de los sprints de los datos tiene un cumplimiento superior al 100%. Podemos ver los picos de variación, lo que indica una variabilidad, pero con un cumplimiento mayor al 60%.

El porcentaje de cumplimiento a nivel de proyecto fue proporcionado por cada una de las empresas participantes en este estudio; de un total de 11 proyectos observamos que tienen un porcentaje de cumplimiento que va desde el 83,29% al 104,53%, es decir de los 10 proyectos analizados todos cumplieron sus objetivos en un porcentaje mayor al 80%.

Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint



Ind. VI1.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto



Elaborado por: Los autores de la investigación

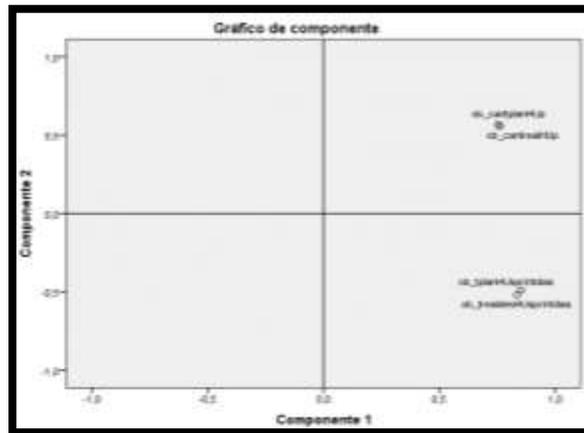
El porcentaje de cumplimiento de tiempos del sprint fue obtenido en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de cumplimiento de Tiempo de desarrollo HU por sprint} = \left(\frac{\text{Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)}}{\text{Tiempo planificado de desarrollo HU por sprint (Días)}} \right) * 100$$

Donde, de un total de 71 sprints analizados, los tiempos de cumplimiento muestran valores superiores al 70%, siendo los picos delimitadores entre un 167.5% y un 70%. El resultado de la comparación de medias mostró un porcentaje de cumplimiento global de un 97.49%, con un 15% de sprints indicando valores superiores a un 100% de cumplimiento; siendo sprints en los cuales se cubrieron más historias de usuario del número inicialmente planificados.

En cuanto a los porcentajes de cumplimiento de proyecto, éstos fueron proporcionados por las empresas analizadas y podemos observar que los valores se encuentran un tanto dispersos en un rango entre el 70% y el 104% de cumplimiento; como resultado de la comparación de medias a nivel global se presenta un porcentaje de cumplimiento de proyectos de un 90.79% de los cuales el 68% de los proyectos presenta porcentajes de cumplimientos cercanos a la media.

Ind. VI1.4 Cantidad Planificada de HU vs. Cantidad real de HU desarrolladas



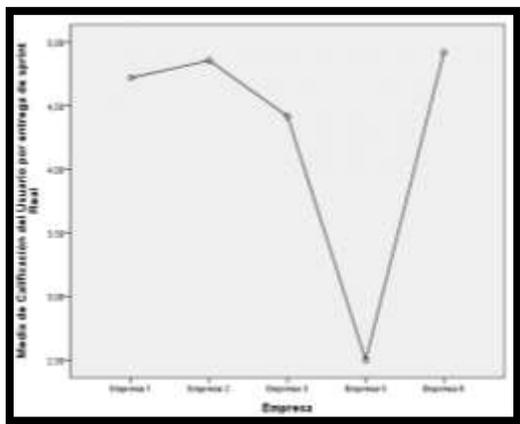
Elaborado por: Los autores de la investigación

Se realiza una evaluación entre la cantidad Planificada de Historias de usuario y la cantidad real de historias realizadas, para poder comprobar si la totalidad de los requerimientos que el usuario espera por el entregable son todos los que al final del sprint recibe en el producto final, para esto se utilizó el método de componentes incluyendo las siguientes variables: Cantidad de historias de usuario planificadas, cantidad de historias de usuario realizadas, tiempo planificado de historias de usuario a realizar y tiempo de desarrollo de historias de usuario cumplido.

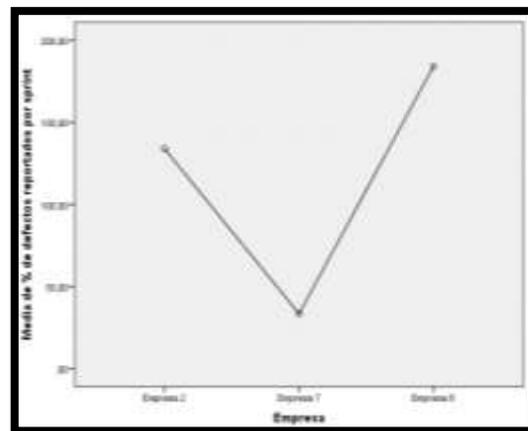
La tabla de varianzas mostró que la cantidad planificada de HU y la cantidad real de HU terminadas se encuentran muy relacionadas, lo que indica que en un 78% de los sprints cumplió lo planificado. Con respecto a los tiempos, el tiempo de sprint planificado y el tiempo real del sprint se relacionan en un 93%, lo que indica que las estimaciones de tiempo fueron acertadas en la mayoría de los casos.

4.4. Variable Calidad

Ind. VI2.1 calificación del usuario por entrega del sprint



Ind. VI2.2 Porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo



Elaborado por: Los autores de la investigación

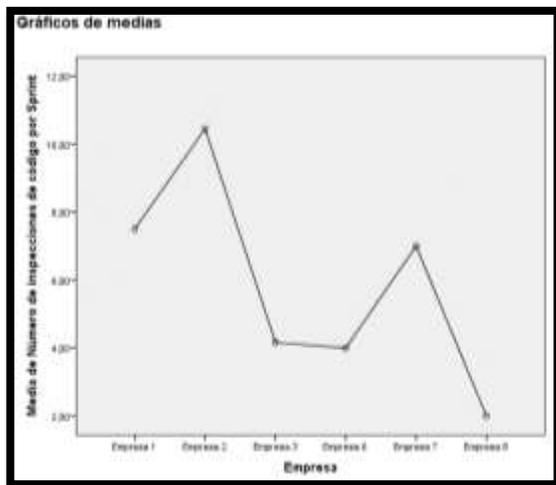
Para obtener este indicador, se consideró cada una de las calificaciones individuales del producto entregado al usuario al término de cada sprint. Tomando en consideración la escala de calificación de 1 a 5, la comparación de medias no presenta continuidad, La media de los datos corresponde a un 3,85 con un rango de datos que va en calificaciones desde un 2,5 al 5. Los resultados de la comparación de medias presentan que de un total de 40 sprints analizados, el 77% de las mismas fue calificado por un valor superior al 3,8.

Para obtener el porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo, se analizó el porcentaje de defectos reportados por sprint, el cual se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de defectos reportados por sprint} = \frac{\text{Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)}}{\text{Cantidad Defectos Sprint esperada (Unidades)}}$$

No todas las empresas registran el número de errores a lo largo de su proyecto, de las 8 empresas analizadas fueron 3 las que contaban con estas métricas y de éstas se evaluaron 16 sprints. La media resultante fue de un 118%, lo que implica que no se reportaron más errores de los esperados por sprint; como resultado de la comparación de medias, por empresa muestran valores elevados que van en un rango entre el 50% y el 120%, siendo un 25% de los Sprints analizados aquellos que no llegaron hasta el tope de los errores estimados y por lo tanto presentaron calidad de desarrollo.

Ind. VI2.3. Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones



Ind. VI2.4. Porcentaje de eficiencia en desarrollo

		Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)	Número de Recursos
Rho de Spearman	Cantidad Defectos Sprint Real (Unidades)	1.000	-.798**
	Coefficiente de correlación		.000
	Sig. (bilateral)		.18
	N		16
	Número de Recursos	-.798**	1.000
	Coefficiente de correlación		.000
	Sig. (bilateral)		.18
	N		16

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2 colas).

Elaborado por: Los autores de la investigación

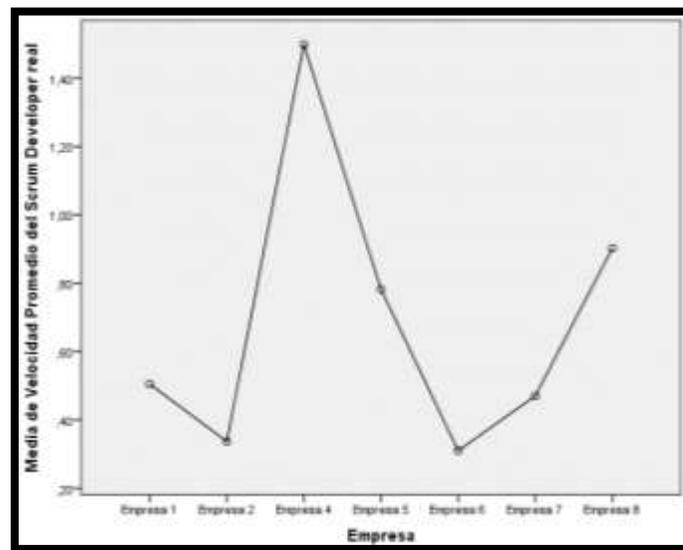
En cuanto al número de inspecciones al equipo de desarrollo, se analizaron datos provenientes de 6 empresas, no se consideró aquellas documentales; de 44 sprints analizados, se obtuvo una media de 5.59 inspecciones por sprint, dado que el número de equipos de desarrollo varía entre 3 y 5 integrantes, se deduce que al menos cada desarrollador tiene al menos una inspección durante el sprint; al realizar la comparación de medias entre empresas, podemos observar que los rangos de inspección van entre 2

y 14 revisiones de código. El punto más alto se centra en la empresa 2, esto se da debido a que dicha empresa ejecutaba sus sprints con dos equipos de scrum compuestos de 3 integrantes cada uno. La empresa 9 presenta el punto más bajo, y aunque su equipo de desarrollo estaba compuesto de 3 integrantes, esta empresa era quien menos cantidad de inspecciones realizaba.

En cuanto al porcentaje de eficiencia en desarrollo, se aplicó el método de reducción de dimensiones sobre dos variables: El número de desarrolladores y la cantidad de defectos reportados; según la tabla de datos, se realizó un análisis correlacional entre la cantidad de HU terminadas vs la cantidad de defectos reportada por esas HU desarrolladas. Según el método de Spearman, establece un nivel de correlación de 0,79 negativa lo que indica que es inversamente proporcional lo cual indica que, a mayor cantidad de recursos, menor cantidad de defectos por sprint.

4.5. Variable Personal

Ind. I3.1. Velocidad promedio del Scrum Developer a Historias de usuario realizadas



Elaborado por: Los autores de la investigación

La velocidad promedio de los Scrum Developers consiste en que tan rápido programan las historias de usuario dado un tiempo determinado y se la obtuvo considerando la siguiente fórmula:

$$\text{velocidad promedio de los Scrum Developers} = \frac{\text{Cantidad real de HU terminadas (pesos)}}{\text{Número de desarrolladores por sprint} / \text{Tiempo real de desarrollo HU por sprint (Días)}}$$

La cual se calculó para un total de 66 sprints analizadas, correspondientes a 7 empresas que contaban con los datos necesarios. Se obtuvo una media de 0.62 por desarrollador,

es decir, realizan 0.62 pesos por 7 días que dura el sprint. la prueba de comparación de varianzas, podemos observar que la velocidad de las empresas registrado no presenta una homogeneidad en los datos; excluyendo a la empresa 2 y 6 cuyos equipos tienen una velocidad promedio de 0,33 pesos por día, vemos que las empresas 1, 4, 5, 7 y 8 muestran equipos mayores a 0,44 pesos, siendo la más sobresaliente la empresa 4.

4.6. Control de cambios

Ind. VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas

Correlaciones			
		Cantidad real de HU/ terminadas por sprint (cantidad)	Total de Operación real
Cantidad real de HU/ terminadas por sprint (cantidad)	Correlación de Pearson	1	.459
	Sig. (bilateral)		.085
	N	66	15
Total de Operación real	Correlación de Pearson	.459	1
	Sig. (bilateral)	.085	
	N	15	21

Ind. VI4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU

Correlaciones			
		Cantidad HU Replanificada	Cantidad planificada de HU por sprint (cantidad)
Cantidad HU Replanificadas	Correlación de Pearson	1	.582
	Sig. (bilateral)		.000
	N	66	66
Cantidad planificada de HU por sprint (cantidad)	Correlación de Pearson	.582	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	66	66

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Elaborado por: Los autores de la investigación

Para obtener el nivel de no afectación del total de operación se consideró las variables Cantidad de Historias de Usuario realizadas y el número de total de operación, primero se obtuvo el nivel de correlación entre estas dos variables, es decir el porcentaje de influencia de errores de afectación sobre el número de historias de usuario que los desarrolladores pueden realizar en base a lo planificado, con lo cual se obtuvo un 46% de afectación, dado que este es un indicador que mide la No afectación, para obtener el valor real del indicador se resta de 1 el coeficiente de correlación obtenido, lo cual da un nivel del 54%.

En cuanto al nivel de no afectación de historias de usuario replanificadas se consideraron variables tales como: cantidad de historias de usuario replanificadas y cantidad de historias planificadas; de un total de 66 sprints analizados, analizando los resultados, no existe un nivel de correlación significativa entre estas dos variables, la no afectación de las HU replanificadas se encuentra en un 75 y como evaluación de las dos medias se deduce que por cada 10 HU planificadas, 2 son replanificadas.

Los porcentajes de cada indicador y los porcentajes generares por cada variable son detallados en la siguiente tabla:

Tabla 51: Análisis de variables

Variables Independientes	Variables	Porcentajes	Valoración
VI1 Planificación	Ind. VI1.1 Porcentaje de cumplimiento de objetivo de sprints	80,32%	89,50% Nivel de éxito alto
	Ind. VI1.2 Porcentaje de cumplimiento de objetivo del proyecto	97,38%	
	Ind. VI1.3 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del proyecto	90,79%	
	Ind. VI1.4 Porcentaje de cumplimiento de tiempo del sprint	97,49%	
	Ind. VI1.5 Cantidad Planificada de HU vs Cantidad real de HU Desarrolladas	78,00%	
	Ind. VI1.6 Cantidad Tiempos planificados por sprint vs Cantidad Tiempos reales de desarrollo por sprint	93,00%	
VI2 Calidad	Ind. VI2.1 Calificación del Usuario por entrega de sprint	77%	64% Nivel de éxito medio
	Ind. VI2.2 Porcentaje de cumplimiento en calidad de desarrollo	25%	
	Ind. VI2.3 Porcentaje de sprints con más de 5 inspecciones	75%	
	Ind. VI2.4 Porcentaje de calidad en desarrollo	79%	
VI3 Personal	Ind. VI3.1 Velocidad promedio de Scrum Developer	62%	62% Nivel de éxito medio
VI4 Control de Cambios	Ind. VI4.1 Nivel de no afectación de total de operaciones sobre la cantidad de HU Terminadas	54%	65% Nivel de éxito medio
	Ind. VI4.2 Nivel de No afectación de HU replanificadas sobre la planificación inicial de HU	42%	

Elaborado por: El autor de la Investigación

4.7. Discusión de Resultados

A continuación, la tabla de resultados detallado por cada caso de empresa analizado:

Tabla 6: Descripción de Casos de Empresas Consultoras estudiadas

Caso	Planificación	Calidad	Personal	Control de Cambios
Empresa 1	Porcentaje de cumplimiento de un 97.34% de los objetivos del sprint y objetivos del proyecto tiempos, su cumplimiento es superior al 95% guardando una relación con los resultados previos, presentando un nivel de planificación muy bueno en cuanto a tareas y tiempos.	Corresponde a una calificación de 4.7/5, siendo 5 el nivel de mayor satisfacción, se deduce que los resultados fueron los esperados por el usuario. No lleva registro de métricas de errores puesto que no es un valor útil para ellos en cuanto a la evaluación de sus niveles de calidad o su equipo la inspección del trabajo del equipo, esta empresa tiene una media de casi 8 revisiones de código en un sprint, es decir, corresponde a casi un 1.5 de revisiones por desarrollador Scrum.	El coeficiente de velocidad es vital para evaluar a su personal, la métrica de velocidad por Desarrollo Scrum presenta una media de 0.5, esto significa que un desarrollador puede realizar al menos 0.5 de pesos por día	Presentan una relación con los porcentajes de planificación, el índice de historias de usuario replanificadas es muy baja 0.5 pesos, Los errores o imprevistos provenientes de producción presentan el nivel más bajo de todas las empresas estudiadas, tienen una media de 5 errores de producción cubiertos por sprint, lo que guarda relación con sus índices altos de calidad.
Empresa 2	El porcentaje de cumplimiento de objetivos por sprint corresponde a una media de un 60.4%, y en los porcentajes de cumplimiento de proyecto un 100%,	La calificación de los sprints, se presentan unos valores buenos con una general del 4.8/5 por parte del usuario. A la calidad de desarrollo, se presenta un nivel muy bajo, que se representa en un 133% de defectos reportados por sprint; esto indica que todas las historias de usuario planificadas tuvieron al menos un error reportado.	La velocidad promedio del equipo muestra un 0.33, lo que indica un desarrollo de 0.33 pesos por día realizado por desarrolladores Scrum.	No incluye entre sus métricas oficiales el número de historias de usuario replanificadas el total de operación de este caso es el mayor de todos con un 14.6 de errores provenientes de producción, esto indica que el equipo se dedicó a cubrir un buen número de errores en solo dos semanas de duración del sprint.

Empresa 3	cumplimiento de objetivos por sprint y en por proyecto en general muy alto 89.68% y 83.29% respectivamente	la calificación del usuario se encuentra en un nivel muy bueno de 4.4/5, lo cual indica que el nivel de satisfacción del usuario con el producto recibido fue alto y cumpliendo sus expectativas no registra métricas de defectos, puesto que, para ellos, al igual que la empresa 1, lo más importante es el resultado final y no los detalles del proceso	No presenta registros de métricas de equipo, lo más importante es el resultado final y no los detalles del proceso	muestra una media de historias de usuario replanificadas de 0.5 pesos, es decir, el control de cambios fue bajo
Empresa 4	Porcentaje de cumplimiento del sprint muestra un 86.3%, y el del proyecto un 104%,	No lleva métricas de evaluación del usuario, lo cual puede ser un punto en contra para validar la usabilidad de su producto desde la perspectiva del usuario. No registra métricas de seguimiento de errores	El índice de velocidad del equipo de desarrollador Scrum, muestra un valor de 1.49, el más alto de todos los casos, lo cual indica que cada desarrollador puede realizar 1.5 historias de usuario por día	No registra métricas de historias de usuario replanificadas, pero con respecto al total de operación tiene una media de 7.33, lo que indica al menos dos errores de producción asignados por desarrollador
Empresa 5	Porcentajes de cumplimiento por sprint son los más bajos del grupo de empresas evaluadas sin contar los casos de estudio documentales, 75.71%.	La calidad de las entregas realizadas muestra los valores más bajos de todos los casos un 2.5/5.	La métrica de velocidad es muy alentadora, corresponde a un 0.78, lo que indica que cada desarrollador Scrum fue capaz de cubrir 0.78 pesos por día.	Muestra el índice más elevado en esta categoría 6.71 pesos replanificados por sprint, es decir, vamos reforzando la idea de que la planificación tuvo mucha influencia negativa en los resultados
Empresa 6	Un cumplimiento por sprint del 100% de los objetivos, al igual que un nivel bastante alto en el cumplimiento de objetivos generales del proyecto.	No muestra métricas de calificación del usuario, el número de inspecciones de código es bajo con respecto al resto de casos, presenta una media de 4 inspecciones, es decir un promedio de 1 inspección por desarrollador Scrum	Se presenta relativamente baja con un valor de 0.31 pesos por día, es decir, no tienen un nivel muy bueno de destreza para cubrir mayor número de historias de usuario	Presenta muy poca variación con respecto a los otros casos de estudio, y, uno de los más bajos 0.7 pesos replanificados por sprint

Empresa 7	<p>porcentaje de cumplimiento de sprint bastante bajo comparado con el resto de los casos un 64.8%, lo cual indica que las estimaciones no fueron las adecuadas nivel de cumplimiento del proyecto si es alto un 85.9% indica un sobre esfuerzo del equipo para solventar los problemas presentados en cada sprint.</p>	<p>No presenta métricas de calificación del usuario. Errores reportados por sprint, el 33% reflejado se considera un elevado índice.</p>	<p>Nivel de velocidad medio, correspondiente a 0.47 pesos por día; sin embargo, comparando este resultado con el número de defectos obtenido, demuestra que, si bien es cierto, el equipo está en un punto medio de velocidad, también es una fuente muy alta de inserción de errores.</p>	<p>Muestra un comportamiento relativamente bajo de 2.29 pesos replanificados por sprint, debido al alto índice de tiempo empleado en la corrección de errores.</p>
Empresa 8	<p>Los porcentajes de cumplimiento se presentan bastante buenos un 88.57%.</p>	<p>A la calidad, esta empresa muestra una calificación de alta de 4.9/5 indicando que el resultado final sí satisfizo las necesidades del usuario.</p> <p>El número de defectos reportados por sprint es bastante alto, responde a un 184%, quiere decir que los desarrolladores presentan un bajo nivel de destreza técnica.</p>	<p>La velocidad de desarrollo del equipo se presenta bastante alta, 0.9 pesos por día.</p>	<p>El nivel de replanificación es bastante bajo, presenta un 1.7 pesos lo que concuerda con el nivel de cumplimiento de los objetivos.</p> <p>El número de total de operación que se presenta como el más alto de todos los casos con un valor de 12; esto indica que los desarrolladores corrigen un promedio de 2 errores de producción por sprint</p>

5. Conclusiones

La metodología Scrum se convierte en la favorita al momento de seleccionar una herramienta de gestión del ciclo de vida del desarrollo del software:

- El control total y la necesidad de recolectar métricas en todos los aspectos no es importante;
- Realizar entregas periódicas a los usuarios finales.
- Limitar los objetivos a cumplir por cada iteración.
- Contar con un equipo homogéneo.

Se determina que el éxito de Scrum se centra en la planificación de los sprints; todas las empresas realizan sus estimaciones y preparan todos sus cronogramas en base a las historias de usuario, las cuales son medidas no en días, y mediante una valoración de pesos. Una de las métricas más importantes en Scrum es la calificación del usuario, casi todos los proyectos salvo 1 presentan una valoración superior al 80% de satisfacción.

Se concluye que aquellas que no deben faltar al momento de gestionar un proyecto bajo la metodología Scrum:

- Cantidad de historias de usuario
- Velocidad del equipo de desarrollo
- Calificación del usuario
- Errores reportados o existentes
- Registro de requerimientos externos

6. Recomendaciones

Se debe considerar que no es una metodología muy estricta, se muestra ajena a la formalidad en su ejecución; por lo tanto, su aplicación dependerá de un cambio de principios tanto del equipo de desarrollo, como de administradores en los cuales el grado de responsabilidad mayor recae en los equipos operativos.

A los aspectos influyentes en la calidad se debe considerar no solo el punto de vista del usuario para medir la calidad del producto, sino también la calidad del desarrollo del equipo Scrum y con respecto al personal.

En cuanto a indicadores de control se recomiendan algunas adicionales:

- Realizar mediciones de errores cometidos e incrementar las inspecciones de desarrollo.
- Incrementar el análisis en los errores de producción, puesto que en común todos los casos de estudio solo llevan la cuenta de cuantos errores de producción atendieron durante el sprint y no cuánto tiempo le cuesta al equipo.

7. Bibliografía

- Acebo Plaza, M., & Núñez, A. (2017). *Industria del Software*. Guayaquil: ESPAE-ESPOL. Obtenido de <http://www.espae.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2016/12/industriasoftware.pdf>
- Henrie, M. E. (2015). *Cultural Influences in Engineering Projects*. New York, Estados Unidos: Momentum Press. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uteg-ebooks/reader.action?docID=1869105&query=>
- Huttermann, M. (2012). Using Scrum for Release Management. En M. Huttermann, *Ágil ALM* (pág. 332). Shleter Island: Manning Publications Co.
- INEC. (2016). *Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Quito: INEC. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-empresas/>
- Johnson, J., Crear, J., Theo, M., Lee, G., & Poort, J. (2015). *Reporte del Caos*. Estados Unidos: The Standish Group. Obtenido de <http://blog.standishgroup.com/post/50>
- Livingood, R., Braxton-Lieber, S., & Mehan, J. (2011). *The relationship between PMI MPBOK Guide´s nine project Knowledge areas and projects success: An investigation of manufacturing information technology projects*. Estados Unidos: ProQuest.
- Mariño, S., & Alfonzo, P. (2014). Implementación de Scrum en el diseño del proyecto del trabajo Final de Aplicación. *Ciencia y Técnica*, 19, 5.
- Measey, P., Levy, R., & Short, M. (2015). Agile Myths. En P. Measey, *Agile Foundations: Principles, Practices and frameworks* (pág. 198). Inglaterra: BCS Learning and Development Limited.
- Palacio, J. (2014). *Gestión de Proyectos Scrum Manager* (Vol. 2.5). Estados Unidos: Scrum Manager.
- Ruquian, Lu; Zhi Jin. (2014). Knowware - Based Software Engineering. En G. Imran, N. W. Wan Mohd, & N. A. Mohammad, *Hadbook of Research on Emerging Advancements and Technologies in Software Engineering* (pág. 686). USA, USA: IGI Global.
- Satpathy, T. (2016). *Guide to the Scrum Body of Knowledge*. Phonix, Estados Unidos: ScrumMStudy.
- Sols, A. (2014). *System Engineering Theory and Practice*. España: Rico Adrados S.L.

Zabala, V., & Saltos, A. (2017). *Ranking TIC 2017 Ecuador*. Quito: Computer World.
Obtenido de <http://dp.hpublication.com/publication/514fc6bc/mobile/?alt=1>