

La gestión y la producción de software con plataformas tecnológicas colaborativas.

Byron Vaca Barahona^a, Blanca Hidalgo Ponce^a, Gloria Arcos Medina^a

^a Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
Panamericana sur Km. 1.5, Riobamba, Ecuador
bvacab@esPOCH.edu.ec, bhidalgo@esPOCH.edu.ec, garcos@esPOCH.edu.ec

Resumen. La investigación busca determinar las posibilidades de mejorar en los aspectos relacionados con la gestión y la producción de software a través del uso de plataformas tecnológicas colaborativas. Con este propósito se definen un conjunto de dimensiones e indicadores que caracterizan la gestión y la producción de los procesos de desarrollo de software. Se diseña una encuesta basada en las dimensiones e indicadores determinados a través de la operacionalización metodológica de las variables gestión y producción de software, las dimensiones y los indicadores reflejan las actividades y subactividades del proceso de desarrollo de software. La encuesta es aplicada a ingenieros de sistemas que laboran en empresas de desarrollo de software del Ecuador quienes a través de sus respuestas valoran distintos niveles de dificultad de las distintas actividades involucrados en los procesos de gestión y producción de software con y sin plataforma tecnológica colaborativa. Posteriormente se clasifican, describen y analizan los datos. Con los resultados estadísticos se aplica la prueba correlacional chi cuadrado con el propósito de determinar la existencia o no de correlación entre la valoración de los encuestados respecto a la gestión y producción de software con y sin el uso de la plataforma tecnológica colaborativa.

Palabras Clave: Software, Gestión, Producción, Metodologías Ágiles, Plataforma Colaborativa.

1 Introducción

La gestión de los proyectos, se ha convertido en un elemento de vital importancia para alcanzar proyectos exitosos, en tiempo y con calidad. Para lograr este objetivo los niveles directivos de las organizaciones deben contar con herramientas que visualicen el estado de los proyectos y que puedan predecir problemas o desviaciones en los procesos. Resulta útil para ello contar con un sistema que posea métricas, reportes e indicadores que ayuden a planificar, controlar y tomar decisiones acertadas en la gestión de proyectos [1].

Chaos manifiesto 2013 [2], la experticia en la gestión de proyectos es uno de los 10 principales factores que influyen en el éxito de un proyecto, tomando en cuenta el cumplimiento del presupuesto, tiempo de entrega y características. Otros autores como [3], [4], [5], consideran que el proceso de gestión del proyecto, la auto-organización, la productividad de los equipos de desarrollo de software y el estilo de gestión adaptativo son factores situacionales que afectan al desarrollo de software.

El éxito de la gestión de proyectos de desarrollo de software depende en gran medida de los grados de iteración, participación y colaboración de los integrantes de los diferentes equipos de desarrollo. Se debe fomentar y garantizar entre los integrantes realimentación rápida, realizar cambios incrementales en función a la adopción de nuevos requerimientos para garantizar la generación de productos de calidad.

Se hace esto posible con el soporte de herramientas colaborativas que apoyen y faciliten la coordinación y colaboración del trabajo, en busca de mejorar la gestión y productividad en proyectos de desarrollo de software.

Con este propósito, las empresas de desarrollo de software, han implementado e integrado crecientemente Plataformas Tecnológicas Colaborativas (PTC), basadas en hardware, software y metodologías de desarrollo de software ágil, que faciliten la interacción entre los miembros de los diferentes equipos de desarrollo, así como con los futuros usuarios de las aplicaciones.

La investigación analiza y describe los aspectos relacionados con la Gestión y Productividad de Software con el uso y sin el uso de PTC. Para cumplir con este propósito se aplica una encuesta a ingenieros de sistemas vinculados a empresas de desarrollo de software en el Ecuador.

2 La gestión y productividad de software con plataformas tecnológicas colaborativas.

La ingeniería de software es parte de la informática y de las ciencias de la computación. Es una disciplina fundamentada en el conocimiento científico y práctico de la ingeniería y en una adecuada aplicación de principios y metodologías para desarrollar o crear Software de calidad que satisfaga los requerimientos de un grupo social y es aplicable a un diverso conjunto de áreas tales como investigación científica, medicina, producción, logística, banca, meteorología, derecho, redes, entre muchas otras.

El Software de Calidad es el producto o conjunto de productos resultado de la aplicación y utilización racional de métodos, metodologías y herramientas para la construcción de un software que hace lo que se acordó que hiciese con el cliente [6]. Entendiéndose por: Método al procedimiento formal para obtener resultados utilizando alguna notación bien especificada [7]. Metodología a la colección de métodos aplicados a lo largo del ciclo de vida del software [8]. Herramienta, al instrumento o sistema automatizado, utilizado para poner en práctica un método.

2.1 Gestión de proyectos de software

El proceso de desarrollo de productos software debe ser entendido como un proceso por el cual se planifica, dirige y controla el desarrollo de un sistema de software

aceptable con (el alcance, tiempo y costos definidos) con un costo mínimo y dentro de un período de tiempo específico [9]. Con el propósito de desarrollar productos software de calidad, la gestión de proyectos debe contar con algunas herramientas que faciliten la planificación, dirección y control; tales como: Sistemas de planificación, gestión documental, control de versiones, gestión de incidencias entre otras [9].

Planificación. Permita organizar el proyecto en función de hitos, tareas, sub tareas y asignación de recursos materiales, humanos y tiempos. Idealmente debe permitir hacer el seguimiento y reajustar la planificación en función de la evolución del proyecto. Es necesario la disponibilidad de herramientas que permitan determinar y proyectar tiempos, costos, recursos humanos, revisión de avances, gestión de riesgos, todo esto para garantizar los niveles necesarios de comunicación e interacción.

Dirección. No se puede hablar de organizaciones y procesos exitosos, sin la existencia de un líder, que tenga la habilidad de conjuntar las acciones que se ejercen sobre las personas para lograr de ellas que afloren sus sentimientos, intereses, aspiraciones, valores, actitudes, aptitudes y en general todo tipo de reacciones humanas [10]. Un buen líder no solo inicia el movimiento, sino que debe dirigirlo y orientarlo; resolver problemas, satisfacer las necesidades del equipo, para hacerlo es necesario en ocasiones ejercer la autoridad. Las actividades de la dirección de un proyecto involucran: Motivar al equipo para que produzca conforme a sus mejores capacidades.

- Organizar para moldear procesos existentes que permita transformar el concepto inicial en un producto de calidad.
- Distribuir el trabajo, asignación de recursos y garantizar su disponibilidad.
- Comunicar con precisión los planes, las acciones, actividades, presupuestos, la disponibilidad de recursos, otros con el propósito de gestionar adecuadamente el proceso de desarrollo.

Control. Es necesario hacer un seguimiento continuo del avance del proyecto, el cumplimiento de metas y objetivos. El líder realiza actividades de control durante el proceso de desarrollo, con el propósito de supervisar que el recurso humano cumpla con las tareas programadas, el buen uso de los recursos asignados (tecnológicos, financieros, otros), que se cumplan los cronogramas y tiempos definidos, entrega de avances, gestión de cambios, así como el cumplimiento de requerimientos. Se deben aplicar estrategias como el ajuste mutuo y la supervisión directa [11], para garantizar que las actividades de control estén repartidas entre los miembros del equipo y que la comunicación sea efectiva y eficiente.

2.2 Productividad de software

Como productividad se entiende la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En proyectos de desarrollo de software, los bienes producidos tienen que ver con los documentos, modelos, código, componentes, gestión de errores entre otros [12].

Proceso de desarrollo. El ciclo de vida del software es un marco de referencia que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, se inicia con la definición de requerimientos y finaliza cuando este deja de usarse, debe ser confiable, predecible y eficiente.

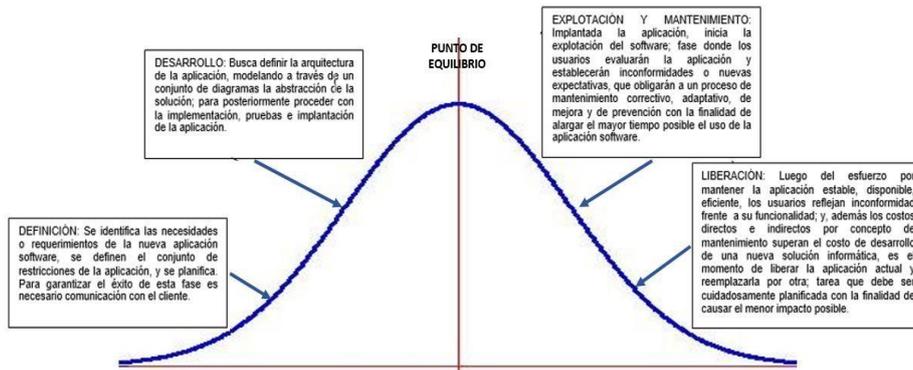


Fig. 1. Ciclo de vida de desarrollo de software, fase de definición, desarrollo, explotación y mantenimiento, liberación. El eje de las X representa el tiempo y eje de las Y la evolución del producto software [13].

El ciclo de vida inicia con la fase de definición [14], fase que involucra identificación de necesidades, requerimientos, restricciones que permitan planificar su desarrollo, siendo vital la comunicación con los clientes. En la fase de desarrollo, se debe representar a través del modelado de diagramas la funcionalidad y la arquitectura del sistema, aquí se programa, se prueba e implanta la solución. La fase de Explotación y Mantenimiento, es la fase donde se desarrollan actividades orientadas a la aceptación del producto software por los involucrados, por lo que se realizan acciones de mantenimiento: preventivo, adaptativo y correctivo. Durante la explotación se presentan nuevos requerimientos que van de la mano del crecimiento de la organización, lo que hace necesario proyectar acciones adaptativas del producto software incluso proyectar el momento de la liberación del producto software para ser sustituido por una nueva versión u otra alternativa.

El proceso de desarrollo de software necesariamente requiere de metodologías que guíen el proceso, en este sentido las metodologías ágiles han revolucionado la forma de producir software; se centran en el factor humano y el producto software final, se valora el individuo y la colaboración con el cliente, se basa en el desarrollo iterativo e incremental, pero con iteraciones muy cortas. Estas metodologías son efectivas en proyectos donde sus requerimientos cambian constantemente, los tiempos de desarrollo son muy cortos y se debe mantener una alta calidad en el producto software, logrando aumentar las posibilidades de éxito de un proyecto.

Desarrollo de Componentes. Un componente es una parte de software que describe y/o libera un conjunto de servicios que son usados solo a través de interfaces bien definidas [15]. El desarrollo de componentes es un proceso que incluye la adaptación

o el mismo desarrollo de componentes para futuras aplicaciones. Su propósito es el de contar con un repositorio de activos que se pueden reutilizar en el desarrollo del producto de software [15].

Lo ideal es disponer de un sistema de control de versiones que permita mantener la historia de los componentes software generados y que más de una persona trabaje concurrentemente sobre el mismo código. Al tratarse de proyectos informáticos lo normal es que se trabaje con código fuente y con documentos que van evolucionando a lo largo del desarrollo y que deben ser modificados por múltiples personas.

Además, es necesario controlar todas y cada una de las posibles incidencias que puedan ocurrir en el desarrollo de un producto software; debe permitir hacer el seguimiento de los errores detectados y sus correcciones, tanto aquellos reportados por los responsables de las pruebas del software como por los desarrolladores o los usuarios finales. También será bueno poder contar con un seguimiento de tareas de corta duración asociadas a fases del proyecto, a errores detectados o a cambios relacionados con solicitudes de mejora presentadas por los clientes.

Idealmente se deberá permitir la gestión de la documentación asociada al código en el propio sistema; pues, cada hito, tarea o subtarea implica la obtención o generación de documentación (actas de reuniones, documentos de diseño, entre otros.).

Corrección de Errores. Como medidas para gestionar el control de errores en un proyecto de desarrollo de software existen varios métodos que permiten revisar el producto de software y con ello proporcionar visibilidad sobre los resultados del producto. Las etapas de verificación y validación de un producto software se define como un proceso usado para asegurar que cada fase del ciclo de desarrollo de software se implementa correctamente de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Las pruebas son una ejecución controlada del código del programa cuyo objetivo es hallar errores. Independientemente del método de desarrollo de software que se esté utilizando es importante realizar las revisiones de todos los productos software y realizar el debido seguimiento del informe con medidas de los problemas encontrados. El correspondiente análisis de estos informes es de vital importancia para mejorar tanto el proceso como el mismo producto y permiten proporcionar confianza de que el producto es de calidad y cumple con estándares establecidos [16].

2.3 Plataformas tecnológicas colaborativas

El trabajo se define como procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos, más herramientas de software diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo. En el marco de una organización, el trabajo grupal con soporte tecnológico se presenta como un conjunto de estrategias tendientes a maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo e información en beneficio de los objetivos

organizacionales. El mayor desafío es lograr la motivación y participación activa del recurso humano. Además, deben tenerse en cuenta los aspectos: tecnológicos, económicos y las políticas de la organización.

Trabajo colaborativo o Groupware son palabras para designar el entorno en el cual todos los participantes del proyecto trabajan, colaboran y se ayudan para la realización del proyecto. Groupware, quiere decir "software para el trabajo en grupo o trabajo colaborativo" [17].

En el contexto de desarrollo de software una PTC para el proceso de desarrollo de software debe brindar facilidades para Coordinar el trabajo del equipo, mejorar la comunicación, hacer seguimiento al estado del trabajo, definir funciones del equipo, debe representar el proceso de desarrollo de software.

La PTC brindará facilidades para desarrollar diseños del análisis y de la arquitectura de los productos software que permita construir visualmente soluciones orientadas a servicios que se pueden validar contra sus entornos de operación antes de la implementación. El control de versiones tanto de archivos de trabajo como de componentes software desarrollado es otra tarea importante.

3 Metodología de investigación.

El objeto de estudio lo constituye la gestión y la producción de software con y sin el uso de una PTC. Se realiza un proceso de investigación longitudinal en el tiempo que permite realizar inferencias acerca del cambio, sus causas y sus efectos [18].

Esta metodología nos posibilita el realizar un seguimiento a los graduados de la carrera de Ingeniería de Sistemas de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con el propósito de describir su entorno de trabajo vinculado a los procesos de desarrollo de software soportado en PTC dando la posibilidad de que puedan evaluar y comparar con el proceso de desarrollo de software aprendido y practicado sin soporte de PTC en su formación como alumnos de la carrera de Ingeniería de Sistemas.

Hipótesis de investigación (H_i). Busca comprobar si la Gestión y la Productividad de software mejoran con el uso de una PTC. De la Hipótesis se identifican la variable independiente PTC y las variables dependientes Gestión y Productividad.

Tabla 1. Operacionalización metodológica de las variables.

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES
I N D E P E N D I E N T E	Plataforma Tecnológica Colaborativa	Hardware	Servidores que soportan el desarrollo Redes de Datos Definición de dominios Accesos remotos
		Software	Controlador de Versiones Modelado de procesos Gestión de requerimientos Gestión de cambios Modelado del análisis y diseño Programación Pruebas Gestión de builds y release. Gestión del proyecto Monitoreo en producción de la aplicación Integración de las herramientas
		Metodología	Metodología. Áreas o disciplinas que se involucran en la metodología Tiempo de uso. Experiencia de resultados obtenidos. Roles definidos para la metodología. Número de personas del equipo.
D E P E N D I E N T E	Gestión	1. Planificación	Tiempos Costos Recursos Revisión de Avances Sistema de Comunicación e Interacción Gestión de Riesgos
		2. Dirección	Asignación de Recursos Distribución de trabajo Garantía de disponibilidad de recursos Comunicación de avances Activación de planes de contingencias Revisión de entregables
		3. Control	Recursos Cumplimiento de tiempos Cumplimiento de avances Gestión de cambios
	Productividad	1. Desarrollo de componentes	Componentes software desarrollados. Componentes de software reutilizables Mantenimiento de componentes Componentes liberados para la explotación Modelos del análisis y diseño Documentos producidos
		2. Corrección de errores	Seguimiento de corrección de errores Costos generados por corrección Tasas de defectos Tiempos de solución de problemas
		2. Proceso de desarrollo	Procesos diseñados Procesos implantados Procesos automatizados

La población. Está constituida por el personal técnico de empresas desarrolladoras de software del país.

La muestra. Se basa en un proceso de selección sistémico no aleatorio. Para la descripción de la variable independiente PTC se seleccionan a 5 empresas desarrolladoras de software que se listan a continuación: INTERGROUP, SERIVA, KRUGER, TATA - TCS, LOGIC SYSTEM.

Para la valoración de las experiencias relacionadas con las variables dependientes de la gestión y productividad en el desarrollo de software con PTC, la muestra está constituida por 25 profesionales de Ingeniería de Sistemas.

La selección intencionada de las empresas y profesionales a ser observados se basa en que son empresas que trabajan con PTC en sus procesos de desarrollo de software y que además son empresas en donde laboran egresados y graduados de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la ESPOCH.

3.3 Instrumentos para la recolección de datos.

Se ha escogido la encuesta como el principal instrumento para la recolección de información. El cuestionario está diseñado con el propósito de valorar las experiencias en la gestión y productividad en los procesos de desarrollo de software con PTC con profesionales de Ingeniería de Sistemas que laboran en empresas desarrolladoras de software. Los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento son descritos estadísticamente pero además se aplica la prueba de ajuste estadístico de chi cuadrado [19] para determinar la existencia o no de correlación entre la variable independiente y las variables dependientes a través de los resultados de la valoración de los encuestados. Como ejemplo a continuación se presenta una captura del esquema de las preguntas planteadas en la encuesta.

EVALÚE LA PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE, DEFINIDO COMO LA RELACIÓN ENTRE LA CANTIDAD DE BIENES, SERVICIOS PRODUCIDOS Y LA CANTIDAD DE RECURSOS UTILIZADOS.

1. DESARROLLO DE COMPONENTES Y ENTREGABLES REUTILIZABLES

1.1. Registros de los componentes software de la organización y determinación de su valoración económica

CON PLATAFORMA COLABORATIVA				
Muy Complejo ()	Complejo ()	Difícil ()	Fácil ()	Simple ()
SIN PLATAFORMA COLABORATIVA				
Muy Complejo ()	Complejo ()	Difícil ()	Fácil ()	Simple ()

1.2. Registros de los componentes software desarrollados frente a los reutilizados

CON PLATAFORMA COLABORATIVA				
Muy Complejo ()	Complejo ()	Difícil ()	Fácil ()	Simple ()
SIN PLATAFORMA COLABORATIVA				
Muy Complejo ()	Complejo ()	Difícil ()	Fácil ()	Simple ()

Fig. 2. Ejemplo de las preguntas propuestas de la encuesta diseñada para la evaluación de los diferentes indicadores que permitan caracterizar las variables dependientes Gestión y productividad.

Se validó la pertinencia de la encuesta con la participación de 10 expertos que se encuentran relacionados con las áreas de gestión y producción de software. Además, se aplicó una prueba piloto a 6 ingenieros para validar la comprensibilidad de la encuesta.

4 Análisis y presentación de resultados.

El análisis y la presentación de resultados lo desarrollamos buscando describir cada una de las variables caracterizando sus dimensiones y un conjunto de indicadores que permiten describir cada dimensión.

4.1 Variable Dependiente – Gestión

Entendido como el proceso por el cual se planifica, dirige y controla el desarrollo de un sistema aceptable con un costo mínimo y dentro de un período de tiempo aceptable. Para evaluar la gestión se aplicó la encuesta que permite medir los diferentes indicadores relacionados con las dimensiones de las variables dependientes Gestión y Productividad. Para la valoración de los encuestados se les presenta una escala de Muy Complejo (MC), Complejo (C), Difícil (D), Fácil (F) y Sencillo (S).

Tabla 4. Valoración de la dimensión Planificación.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
PLANIFICACIÓN										
Presupuestos de tiempos	5	11	9	0	0	0	4	6	14	1
Presupuestos de costos por tareas	6	10	8	1	0	0	2	5	17	1
Presupuestos de recursos humanos	5	10	8	2	0	1	0	4	14	6
Presupuestos de Recursos Hardware	2	10	6	7	0	0	2	5	12	6
Presupuestos de Recursos Software	3	10	10	2	0	0	0	1	20	4
Revisión de avances	8	8	6	2	1	0	1	3	16	5
Comunicación e Interacción	5	10	10	0	0	0	1	7	11	6
Gestión de riesgos	9	8	8	0	0	0	2	7	12	5

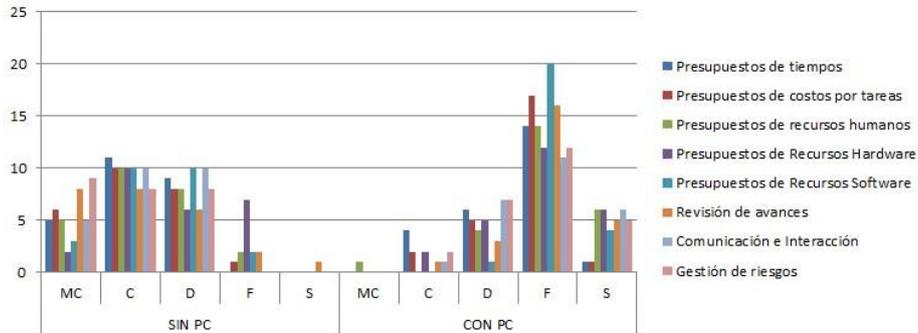


Fig. 5. Indicadores de la dimensión Planificación. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Tabla 5. Valoración de la dimensión Dirección.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
Asig.de recursos y distribución del trabajo	12	9	3	1	0	0	1	11	13	0
Disponibilidad de recursos	8	7	8	1	1	0	2	8	10	5
Comunicación de avances	7	7	8	3	0	0	0	2	18	5
Activación de planes de contingencia	6	11	6	0	2	0	5	9	10	1
Revisión de entregables	3	11	9	1	1	0	2	3	16	4

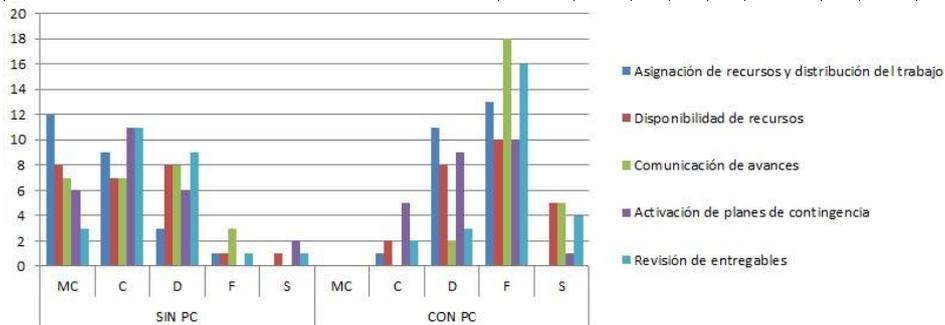


Fig. 6. Indicadores de la dimensión Dirección. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Tabla 5. Dimensión Control.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
Recursos planificados vs utilizados	3	13	9	0	0	1	2	3	15	4
Presupuesto planificado vs ejecutado	9	10	6	0	0	1	3	5	15	1
Recur. humanos planific. vs utilizado	5	15	5	0	0	0	2	7	15	1
Tareas completa vs no cumplidas	4	15	6	0	0	0	0	4	14	7
Cumplimiento de avances	2	16	6	1	0	0	2	3	16	4
Gestión de cambios	4	13	8	0	0	0	1	4	17	3

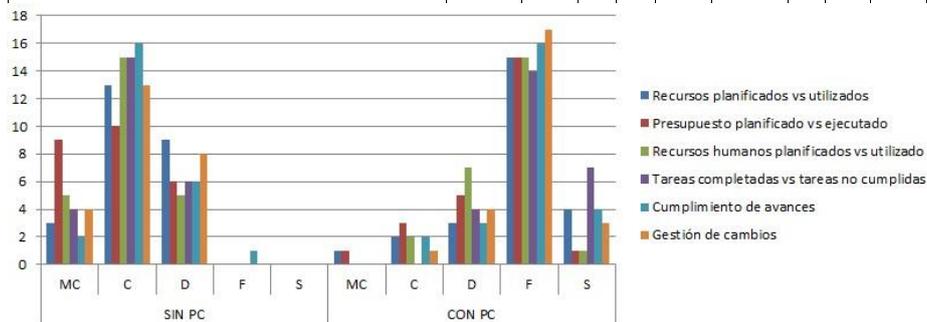


Fig. 6. Indicadores de la dimensión Control. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Se observa que las dimensiones planificación, dirección y control de la variable dependiente Gestión es mejor evaluada cuando se utiliza una PTC.

4.2 Variable Dependiente – Productividad

La variable dependiente Productividad está relacionada con las dimensiones de mejoramiento de procesos, desarrollo de componentes y corrección de errores. Para evaluar la productividad se aplicó la encuesta que permite medir los diferentes indicadores relacionados con las dimensiones de la variable dependiente Productividad. **Tabla 5.** Valoración de la dimensión Mejoramiento de procesos.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
MEJORAM. DE PROCESOS										
Procesos diseñados	2	18	3	2	0	0	1	8	13	3
Procesos implantados	3	16	5	1	0	0	2	6	13	4
Procesos de desarrollo	4	15	4	2	0	0	1	8	12	4
Producción de proyectos de software	8	14	3	0	0	0	0	3	19	3

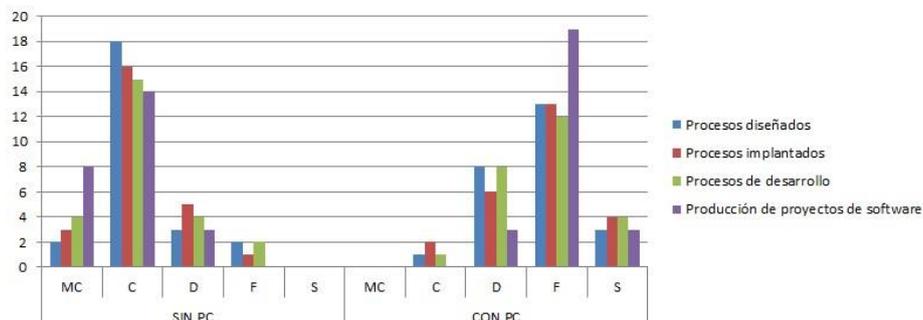


Fig. 7. Indicadores de la dimensión Mejoramiento de procesos. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Tabla 6. Dimensión Desarrollo de Componentes.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
DESARROLLO DE COMPONENTES										
Componentes software desarro.	1	14	10	0	0	0	1	8	14	2
Componentes software reutiliza.	1	15	9	0	0	0	1	8	14	2
Mantenimiento de Componentes	2	14	7	2	0	0	1	6	12	6
Modelos del análisis y diseño	4	14	6	1	0	0	1	9	11	4
Versiones de Modelos	6	13	4	2	0	0	1	5	15	4
Registro de documentos prouc.	5	11	6	3	0	0	2	1	14	8
Versiones de documentos produ.	6	14	3	2	0	0	1	2	14	8

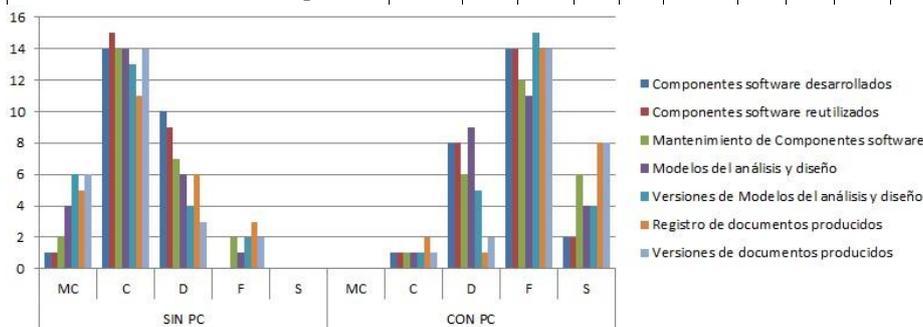


Fig. 8. Indicadores de la dimensión Desarrollo de Componentes. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC y Con PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Tabla 7. Dimensión Corrección de errores.

INDICADORES	SIN PC					CON PC				
	MC	C	D	F	S	MC	C	D	F	S
Seguimiento de corrección de errores	10	8	5	2	0	0	0	2	15	8
Costos por corrección de errores	6	11	7	1	0	0	0	8	10	7
Tasas de defectos	5	13	7	1	0	0	0	5	14	6
Tiempos para solución de problemas	5	13	7	1	0	0	0	6	11	8

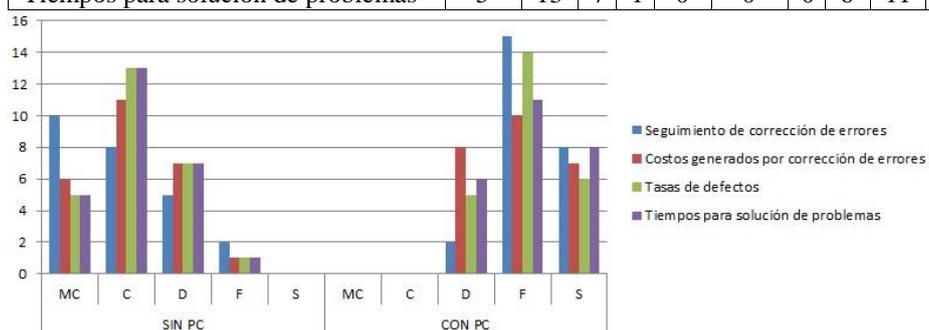


Fig. 9. Indicadores de la dimensión Corrección de errores. En el eje X se representa la valoración de los indicadores Sin PTC y con PTC. En el eje Y se presenta el número de encuestados que escogieron una determinada opción.

Se observa que las dimensiones mejoramiento de procesos, desarrollo de componentes y corrección de errores de la variable dependiente productividad es mejor evaluada cuando se utiliza una PTC.

Con la cuantificación de los resultados de la percepción acerca de la gestión y de la productividad sin y con la PTC, se aplica la prueba paramétrica de correlación de chi-cuadrado para probar la hipótesis de la investigación. Para esto se presenta a continuación el cálculo del Chi cuadrado (X_2) para las variables dependientes de gestión y productividad. Donde O es la frecuencia observada E es la frecuencia esperada.

Tabla 8. Cálculo del Chi Cuadrado para la variable Gestión.

GESTIÓN	O	E	$(O-E)^2$	$(O-E)^2/E$
No mejora SIN PTC	310	182,89	16155,28	88,33
Mejora SIN PTC	26	153,10	16155,28	105,51
No mejora CON PTC	132	259,10	16155,28	62,35
Mejora CON PTL	344	216,89	16155,28	74,48
			X_2	330,68

Tabla 9. Cálculo del Chi Cuadrado para la variable Productividad.

PRODUCTIVIDAD	O	E	(O-E)²	(O-E)²/E
No mejora SIN PTC	357	227,60	16743,40	73,56
Mejora SIN PTC	20	149,40	16743,40	112,07
No mejora CON PLC	97	226,40	16743,40	73,96
Mejora CON PTC	278	148,60	16743,40	112,67
			X2	372,27

De la tabla de distribución de (X^2), eligiendo el grado de significancia de 0,01 con un grado de libertad de 2, tenemos que $X^2_{0,01} = 9,2104$; y al ser X^2 calculado de 330,68 para la Variable Gestión y de 372,27 para la Variable Productividad se concluye que existe correlación entre la mejora de la gestión y la productividad con PTC.

4 Conclusiones

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) basadas en internet y su inserción y adopción por parte de los ciudadanos, las organizaciones públicas y privadas dedicadas a todo tipo de actividad, han posibilitado el nacimiento de una sociedad dispuesta de usar las potencialidades de las TICs a favor de su desempeño laboral, lo que ha posibilitado el desarrollo de múltiples herramientas y plataformas que apoyan el desarrollo del trabajo colaborativo basado en la interacción de los miembros del equipo de trabajo.

Al momento de desarrollar actividades relacionadas a la Gestión y a la Producción de software, sin duda la selección adecuada de las personas que formarán parte del equipo de trabajo se convierte en una decisión importante y en muchas ocasiones hace la diferencia en ser exitoso o no. Sin embargo, el personal no lo es todo, por lo que el contar e integrar adecuadamente el conjunto de herramientas y metodologías adecuadas que faciliten y garanticen una eficiente y efectiva Gestión y Producción de software aumentarán sin duda la rentabilidad y por lo tanto los casos de éxito de los proyectos de desarrollo de software.

La investigación revela en sus resultados que para el 72% de los encuestados la Gestión de proyectos es Fácil (F) y Sencillo (S) con el uso de la PTC; mientras que para el 74% la producción de software es más Fácil (F) y Sencillo (S) con PTC. Partiendo de los resultados estadísticos se aplica la prueba paramétrica de correlación CHI CUADRADO a través de las valoraciones emitidas por los encuestados, se establece que la Hipótesis de Investigación H_i es verdadera ya que se demuestra que existe correlación entre la mejora de la gestión y la productividad al usar la PTC.

Con lo observado en los resultados podemos concluir que es muy conveniente integrar PTC en el proceso de producción de software. Los resultados de la

investigación deben hacernos reflexionar en la necesidad de integrar esta tecnología al aula con el propósito de dar respuesta a la necesidad de formar profesionales con todas las potencialidades que demanda el mercado laboral en el área del desarrollo de software. Además, la integración de este tipo de soluciones permite tener un repositorio de proyectos software funcionales que pueden ser reutilizados para aportar con soluciones de automatización a las distintas unidades administrativas y académicas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la sociedad de Riobamba y el País.

5. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que colaboraron en la investigación. Dejamos constancia de agradecimiento al personal que labora en las empresas INTERGROUP, SERIVA, KRUGER, TATA - TCS, LOGIC SYSTEM y a sus profesionales que participaron en la investigación.

6 Referencias

- [1] A. A. M. Posada, Herramienta de soporte a un sistema de métricas e indicadores para la gestión de proyectos, *Rev Cuba Cienc Informat.* 7, 127-144 , 2013.
- [2] T. S. Group, «Chaos Manifiesto 2013,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifiesto2013.pdf> .
- [3] T. C. D.-B. Chow, «A survey study of critical success factors in agile software projects,» 2008.
- [4] P. O. R. Clarke, «The situational factors that affect the software development process: Towards a comprehensive reference framework. *Inf. Softw. Technol.,*» 2012.
- [5] D. Rico, «Effects of Agile Methods on Website Quality for Electronic Commerce. In,» *Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual.*, 2008.
- [6] J. Marcelo, «Comparación de las iniciativas Latinoamericanas para mejorar la,» *Ponencias en Texto completo - Informática 2007*, 2007.
- [7] N. J. Salkind, *Métodos de investigación*, Naucalpan de Juárez, Edo. México: PRENTICE HALL, 1999.
- [8] J. L. P. & P. M. C. Canós, «Metodologías ágiles en el desarrollo de software,» *Universidad politécnica de valencia*, 2003.
- [9] I. Sommerville, *Ingeniería del software*, Madrid: PEARSON EDUCACION, 2005.
- [10] M. Palomo, *Liderazgo y motivación de equipos de trabajo*, Madrid: ESIC EDITORIAL, 2013.
- [11] F. M. D. J. H. Orozco Parra, «El diseño organizacional y su impacto en la cultura organizacional y la administración de operaciones,» 2013.
- [12] Y. C. C. C. B. S. M. Martínez, «Evidencia empírica sobre mejoras en productividad y calidad en enfoques MDD: un mapeo sistemático,» 2011.

- [13] B. Vaca, «Integración de una plataforma tecnológica colaborativa para la producción de software, basada en metodologías ágiles y herramientas colaborativas.» Riobamba, 2008.
- [14] M. V. L. D. A. O. Contreras, «Modelo de integración de las actividades de gestión de la guía del PMBOK, con las actividades de ingeniería, en proyectos de desarrollo de software.» 2011.
- [15] J. A. N. C. J. Montilva, «Desarrollo de software basado en componentes,» *Congreso de Automatización y Control. Mérida, Venezuela*, 2003.
- [16] C. D. J. A. A. Presedo, «Estudio de métricas para el control de proyectos software,» *Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos*, 2010.
- [17] J. L. D. F. S. J. C. d. R. A. C. Gayo, «Una Experiencia de aprendizaje basado en proyectos utilizando,» *Dpto. de Informática, Universidad de Oviedo*, 2006.
- [18] A. J. Magri, *La elaboración del proyecto de investigación: Guía para la presentación de proyectos de monografías de grado en Ciencia Política.*, Montevideo: Universidad de la República., 2009.
- [19] M. S. J. S. R. S. M. Spiegel, *Probabilidad y estadística*, McGraw-Hill, 2010.