

# Aplicación de Test Process Improvement (TPI) a un Área de Pruebas de una Empresa que utiliza Scrum: Lecciones Aprendidas

Cecilia García García<sup>1</sup> and Abraham Dávila Ramón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias e Ingeniería – Pontificia Universidad Católica del Perú  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú.  
garcia.cecilia@pucp.edu.pe

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería – Pontificia Universidad Católica del Perú  
Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú.  
abraham.davila@pucp.edu.pe

**Abstract.** En la industria de software ha habido un gran crecimiento de propuestas que buscan mejorar la productividad y calidad en las organizaciones desarrolladoras de software; en particular, en la gestión de proyectos y en el proceso técnico. En Perú, por un lado Scrum representa una propuesta que viene ganando aceptación en distintas organizaciones que ya han iniciado su adopción; y de otro lado, algunas organizaciones han optado por trabajar con unidades especializadas como las áreas de pruebas de software. Esta situación vienen configurando escenarios algo complicados en las empresas pues adoptar Scrum a unidades de pruebas que buscan ser competitivos es un tema poco tratado en la industria en el Perú y en varios casos no ha funcionado como se espera. Este artículo presenta las lecciones aprendidas en la aplicación del modelo TPI (Test Process Improvement) para mejorar la productividad de un área de pruebas de software de una empresa que desarrolla software y utiliza Scrum para la gestión de los proyectos.

**Keywords:** Software Process Improvement, Scrum Test Process Improvement, TPI

## 1 Introducción

La industria de software a nivel internacional ha sido testigo de un gran despliegue de propuestas en los temas de proceso software (la mayoría para mejorar la calidad y la productividad) como son CMMI [1], MoProSoft [2], ISO/IEC 12207 [3], PMBOK [4], etc., sin embargo el proceso de desarrollo de software aún presenta deficiencias en su realización. Una situación análoga se vive en países como el Perú, donde los temas de procesos de software están siendo considerados cada vez con mayor interés en las empresas y existen esfuerzos locales (nacionales) e internacionales interesados en mejorar dicha situación como son los proyectos PACIS [5], Competisoft-CYTED [6], Competisoft Perú [7], RELAIS [8] y otras iniciativas relacionadas.

En este contexto, en Perú, se viene dando dos situaciones muy particulares. Una es la creciente adopción de Scrum (un método ágil) para gestionar proyectos informáticos. Otra es la aparición de algunas, todavía pocas empresas dedicadas únicamente a pruebas de software o unidades de negocios especializadas en pruebas de software en empresas que son de desarrollo de soluciones de tecnología de información o unidades de calidad de software en empresas dedicadas a otros rubros.

Para este grupo de organizaciones, cuya dedicación principal son las pruebas de software, encuentran poca información de los modelos de procesos de pruebas como Test Process Improvement (TPI) [9], TMMI [10], MPT-Br [11] o la futura ISO/IEC 29119 [12]; pues es un tema incipiente en nuestro medio, hay escaso personal calificado y prácticamente no existe soporte técnico local para facilitar su adopción.

En particular, la empresa Alfa-Lim (denominada así por confidencialidad), sobre la que se presenta este artículo, tiene una unidad de negocio especializado en pruebas de software y utiliza Scrum desde hace dos años. Sin embargo surgieron dos tipos de situaciones claramente identificables: (i) la implementación de Scrum en el ambiente de desarrollo todavía presenta algunas dificultades debido al proceso evolutivo natural asociado a las implementaciones de nuevas formas de trabajo; y (ii) el área de pruebas mantuvo su esquema tradicional de trabajo (prácticas y técnicas) lo que también está ocasionando inconvenientes en la interacción de ambos equipos de trabajo (los de desarrollo y los de pruebas). La adopción de los principios ágiles en el ámbito de las pruebas de software es un tema que ya se viene discutiendo desde hace algunos años en el sector, sin embargo, hablar de implementar Scrum para la gestión de un área de pruebas es un tema que tiene una incipiente divulgación en foros especializados todavía.

En este artículo se presentan las lecciones aprendidas resultado de la implementación de Test Process Improvement (TPI) en proyectos internos de la empresa que usan el marco de gestión Scrum. El artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2, se describe los conocimientos previos necesarios para comprender el trabajo; en la sección 3, se presenta la evaluación diagnóstica que incluye la descripción del área y los principales problemas identificados; en la sección 4, se presenta la priorización e implementación de las mejoras; y, finalmente, en la sección 5, se realiza una discusión final de las lecciones aprendidas.

## **2 Modelos Considerados**

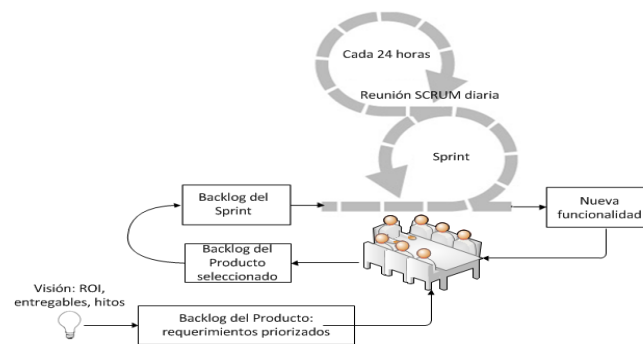
Para este proyecto se han considerado principalmente los modelos: Scrum y Test Process Improvement (TPI) para la parte de los procesos que serán mejorados.

### **2.1 Scrum**

Scrum es un método de desarrollo de software documentado a principios de los años 90 por Ken Schawbert y Jeff Sutherland [13], [14]. Surge como respuesta al control de procesos de desarrollo de software cada vez más complejos, principalmente debido a requerimientos ambiguos y cambiantes y reuso de tecnología poco confiable [15].

Según Schwaber [13],[15] un número significativo de procesos de software no son completamente definidos, pero son tratados como tal en los métodos tradicionales, por lo que ocurren resultados impredecibles. Scrum intenta gestionar esta complejidad con técnicas como gestión de riesgos, auto-organización, creación de conocimiento, etc. [13], y así obtener, un grado aceptable de precisión, no en el sentido de asegurar que el proyecto se ejecute exactamente como se espera sino en el sentido de guiar el trabajo hacia el resultado de mayor valor [15].

Existen 3 roles en Scrum: el Propietario del Producto, el Equipo y el Scrum Master y todas las responsabilidades de gestión están divididas entre estos tres roles. El Propietario del Producto es responsable ante los que financian el proyecto de entregar en funcionalidad la visión inicial del sistema, de manera que se maximice la tasa de retorno de la inversión (ROI en inglés de Return On Investment) [15]. El Equipo está formado por diferentes disciplinas, es auto gestionado y responsable de convertir el Backlog del Producto en un incremento de funcionalidad en cada Sprint [16]. El Scrum Master es responsable del proceso Scrum (ver Fig. 1), asegurándose que el equipo aprenda y siga las reglas y prácticas de la metodología y que ésta encaje en la cultura de la organización [13].



**Fig. 1.** Marco general del proceso Scrum [17]

## 2.2 Test Process Improvement (TPI)

El modelo de Mejora de Proceso de Pruebas TPI, es una solución desarrollada por la empresa Sogeti [18], publicada en 1998 y revisada en el 2009 [9]. Éste surge como una solución a la limitada aplicación de los modelos de mejora de procesos de desarrollo existentes a los procesos de pruebas de software [18].

El TPI fue diseñado en base a las siguientes propiedades: pasos de mejora específicos y controlados, mejores practicas de pruebas, alto nivel de detalle, rápida visión de la situación actual, independencia de la metodología de desarrollo o pruebas empleada y basada sobre factores de negocio [9].

El Modelo ofrece un punto de vista sobre la madurez del proceso de pruebas y ayuda a definir pasos graduales y controlables para la mejora; cubriendo aspectos de

pruebas actuales como tercerización de pruebas, múltiples procesos de pruebas y pruebas ágiles, entre otros [19].

TPI se organiza en 16 Áreas Clave (AC) que son aspectos coherentes que en su conjunto cubren todos los aspectos del proceso de pruebas [19], en la Fig. 2 se presente los elementos del Modelo y sus relaciones.



**Fig. 2.** Elementos del modelo TPI, adaptado de [9]

Cada proceso de pruebas se puede clasificar en un nivel de madurez, empezando por el nivel Inicial, pasando por los niveles Controlado, Eficiente hasta Optimizado. [9]. Para determinar el nivel de madurez de cada AC de manera objetiva, el Modelo provee Puntos de Verificación (PV), que son requerimientos necesarios y suficientes de cada nivel de prueba y la unidad de medida del Modelo [19]. De esta manera, un AC alcanza cierto nivel de madurez si se puede comprobar con suficiente evidencia que todos los PV de ese nivel han sido alcanzados; asimismo, el proceso de prueba como un todo está en cierto nivel de madurez cuando todas las AC han alcanzado ese nivel de madurez [9].

Para un proceso de pruebas específico, la situación actual puede ser representada en la Matriz de Madurez (MM) tal como se puede ver en la Fig. 3. Para cada combinación de AC y nivel de madurez se muestran numerados los PV relacionados.

	Inicial	Controlado				Eficiente				Optimizado			
1 Compromiso de los Interesados		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
2 Grado de Participación		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
3 Estrategia de Pruebas		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
4 Organización de las Pruebas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
5 Comunicación		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
6 Reportes		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
7 Gestión del proceso de pruebas		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
8 Estimación y Planificación		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
9 Métricas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
10 Gestión de Defectos		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
11 Gestión de Testware		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3	
12 Metodología		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
13 Profesionalismo del analista de pruebas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
14 Diseño de casos de prueba		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
15 Herramientas de prueba		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
16 Ambiente de pruebas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	

**Fig. 3.** Ejemplo de una situación actual reflejada en la Matriz de Madurez

En la MM ejemplo de la Fig. 3, el AC 9 Métricas ha alcanzado los 3 PV del nivel Controlado y los 4 PV del nivel Eficiente, por lo tanto esta AC se encuentra en nivel de madurez Eficiente. Por otro lado, el AC 5 Comunicación ha cumplido con los 3 PV del nivel Eficiente, y solo ha alcanzado 1 PV de nivel Controlado; por lo que se considera que AC está en un nivel de madurez Inicial.

El Modelo puede ser usado en forma escalonada o continua. De manera escalonada, el Modelo permite un crecimiento a pasos donde se asume que todas las áreas clave son igualmente relevantes para la organización. Cada paso de mejora es indicado por un conjunto de PV de múltiples AC denominados Cluster base, los cuales contienen entre 10 y 14 PV cada uno y están representados por orden alfabético: A, B, etc. (ver Fig. 4). El Modelo recomienda que se alcancen primero los PV del Cluster A, luego los del Cluster B, y así sucesivamente.

	Inicial	Controlado				Eficiente				Optimizado		
1 Compromiso de los Interesados		A	B	B	C	F	H	H		K	M	M
2 Grado de Participación		A	B	C	E	H	H	J		L		L
3 Estrategia de Pruebas		A	A	B	E	F	F	H		K		L
4 Organización de las Pruebas		A	D	D	E	I	I	J	J	K	L	L
5 Comunicación		B	C	C	D	F	F	J		M		M
6 Reportes		A	C	C	C	F	G	G		K		K
7 Gestión del proceso de pruebas		A	A	B	B	G	H	J		K		M
8 Estimación y Planificación		B	B	C	C	G	H	I	I	K	L	L
9 Métricas		C	C	C	D	G	H	H	I	K		K
10 Gestión de Defectos		A	A	B	D	F	F	H	J	K	L	L
11 Gestión de Testware		B	B	D	E	I	I	J		L	L	L
12 Metodología		C	D	E	E	F	H	J	J	M		M
13 Profesionalismo del analista de pruebas		D	D	E	E	G	G	I	I	K	K	M
14 Diseño de casos de prueba		A	A	E	E	F	I	I	J	K	K	M
15 Herramientas de prueba		E	E	E	E	F	G	G	I	L	M	M
16 Ambiente de pruebas		C	D	D	E	G	H	J	J	L	M	M

**Fig. 4.** La situación actual y el objetivo de mejora representados en la MM.

Cuando estos Cluster son ajustados a situaciones específicas de negocio, el modelo TPI puede ser aplicado de manera continua, lo que significa que se espera que ciertas AC contribuyan más con el objetivo del negocio que otras, y que se requiera de un análisis de priorización de las AC. De esta manera, los Cluster de puntos de verificación son ajustados y la secuencia de acciones de mejora puede ser hecha a la medida.

Si se considera la Fig. 3 como la situación actual de una organización, se puede apreciar en la Fig. 4, que es posible representar sobre ella (la MM en color verde) la situación de mejora que se puede concretar en dos pasos: i) los PV en negro son el primer paso de mejora definida por la organización en base a su priorización y ii) los PV en rojo son el segundo y último paso de mejora hacia el nivel Controlado.

El Modelo provee dos elementos adicionales: las Sugerencias de Mejora (SM) y los Habilitadores (H), que brindan información adicional para acelerar el desarrollo de madurez. Las SM indican como los puntos de verificación pueden ser alcanzados; éstos son opcionales, adaptables y están basados en la práctica. Los H muestran donde las mejores prácticas del proceso de pruebas y otros procesos dentro del ciclo de desarrollo de software pueden beneficiarse el uno del otro [18],[9].

### **3 Evaluación y Mejora del Proceso**

El nombre de la empresa que participó en el proyecto será mantenido en reserva por lo que será referida en el artículo como la empresa Alfa-Lim. Para la realización de este proyecto Alfa-Lim designó un responsable para el equipo de trabajo que dirigió y monitoreó estas actividades.

Para la realización del proyecto de adaptación de Scrum y TPI al área de pruebas se diseñó un esquema de trabajo que involucró las siguientes actividades: (i) generar conciencia del cambio, (ii) determinar la meta, alcance y enfoque, (iii) evaluar la situación actual, (iv) definir las mejoras, (v) hacer un plan de acción, (vi) implementar las acciones y (vii) evaluar y hacer ajustes al proyecto si fuera necesario. A continuación se describe la empresa y su área de pruebas así como los aspectos relevantes del trabajo realizado mostrando los resultados de interés.

#### **3.1 La Empresa y su Área de Aseguramiento de la Calidad (QA)**

Alfa-Lim es una empresa pequeña dedicada a ofrecer servicios multimedia, desarrollo y control de calidad de software para clientes en los Estados Unidos y opera en el Perú desde el año 2005. La empresa tiene 60 profesionales distribuidos en cinco áreas: Producción, Desarrollo, Aseguramiento de la Calidad (QA), Diseño, Operaciones y Comercial. El departamento de QA realiza pruebas funcionales manuales y en menor medida pruebas automatizadas y provee este servicio a sus clientes externos e internos.

Los clientes externos de QA son aquellos con los que Alfa-Lim hace contratos de tercerización híbrida de pruebas de software, donde el Cliente cuenta con un equipo de QA y tercerizan a Alfa-Lim algunas actividades de pruebas, particularmente las pruebas funcionales manuales, e intenta que esta tercerización encaje sin problemas en sus procesos, definidos y controlados por ellos.

El cliente interno de QA es el área de Producción de Alfa-Lim que forma equipos multifuncionales para desarrollar un producto software para los clientes de Alfa-Lim o para sí mismo, en la mayoría de veces se trata de sitios web especializados, aplicaciones para web y dispositivos móviles, sobre todo para los rubros de educación y entretenimiento. Este tipo de proyectos se gestionan utilizando Scrum y se tiene el control de todo el ciclo de vida de desarrollo del software.

Este tipo de proyectos se caracteriza por: tener una corta duración, de pocos meses a un año; estar formado por equipos pequeños y ubicados en el mismo lugar; tener una mínima documentación de los procesos de desarrollo y de pruebas y gestionar una frecuente variación de los requisitos de parte del Cliente. Los principales problemas que afronta QA en sus actividades se presentan más adelante en la sección 3.3 y que se hacen visible por (i) la sobre carga de trabajo del personal, (ii) la recurrencia de los mismos problemas y errores en los proyectos, (iii) las confusiones en las formas de trabajo por parte del personal, (iv) la sobre-asignación del personal a distintos proyectos pruebas de software, entre otros.

El presente trabajo se realizó sobre el contexto del área de QA y su participación en los proyectos internos de la Alfa-Lim.

### 3.2 Evaluación Inicial

Considerando que Alfa-Lim utiliza Scrum (basado en los 12 principios ágiles [20]) y de la experiencia recogida en [9] donde se señala que las Áreas Clave (mostradas en la Fig. 5) son las que tienen mayor importancia en un contexto ágil; se decidió tomarlas como referencia inicial para realizar este Proyecto y sobre el cual se realizó el diagnóstico inicial.

La situación actual se definió: i) reuniendo información de todos los roles participantes en los proyectos internos a través de entrevistas y documentación y ii) analizando la información usando el modelo TPI como referencia.

Los resultados de la evaluación se muestran en la MM de la Fig. 5; y en general se puede apreciar, que el proceso de pruebas se encuentra en estado Inicial (baja madurez), incluso el AC 2 Grado de Participación que es un área clave que ha conseguido completar dos puntos de verificación del nivel Eficiente, pero al no conseguir todos los puntos de verificación del nivel Controlado, se considera que está en nivel Inicial. Como parte del diagnóstico inicial se pudo identificar los principales problemas:

- P1 La estimación de tareas en los sprints en su mayoría es muy optimista. Como las tareas no son terminadas, el equipo de desarrolladores y analistas debe quedarse trabajando horas en exceso para terminar una entrega sin cambiar la fecha planeada con el cliente. Si bien la entrega consta de un producto funcional, en varios casos, se entrega un producto con defectos críticos conocidos.
- P2 No existe una retroalimentación del trabajo en equipo y sus proyectos al final de cada sprint. Los errores cometidos no son analizados, por lo tanto se suele recaer en los mismos errores en otros proyectos.
- P3 A pesar que todos los miembros del equipo trabajan con el marco de gestión Scrum desde hace dos años, los analistas de pruebas y desarrolladores que vienen de un modo de trabajo tradicional, no han recibido entrenamiento en la nueva forma de trabajo. Esto, en especial en los analistas de pruebas, causa desmotivación, ya que el rol de pruebas no está claro en los proyectos ágiles. Así mismo, algunos proyectos llamados ágiles en realidad se siguen manejando como en Cascada, causando una desalineación entre los objetivos y la forma de ser ejecutados.
- P4 Dado que los analistas de pruebas sólo realizan pruebas cuando el código es liberado, tienen muchas horas efectivas de trabajo “libres”, por lo tanto es muy común que un analista de pruebas esté en más de un proyecto al mismo tiempo. Esto genera tres situaciones concretas: i) el analista de pruebas no trabaja en la prevención de los defectos sino sólo en su detección, ii) se generan cuellos de botella para la ejecución de las pruebas en todos los proyectos donde el analista esté involucrado, y iii) la creación y mantenimiento de los productos de las pruebas, como los casos de pruebas o las métricas de pruebas no son prioridad.
- P5 Los productos de las pruebas no son documentados ni informados al resto del equipo, por lo tanto se pierde agilidad a la hora de reutilización y mantenimiento. Esto no permite tener un punto base para la definición del estado actual de las pruebas, de manera consecuente de la estabilidad del producto.

- P6 Los analistas de pruebas no están entrenados para realizar pruebas distintas a las de sistema de GUI, por lo que necesitan entrenamiento en pruebas de performance, automatización de pruebas, etc.
- P7 El Propietario del Producto y principales interesados no tienen información sobre el proceso de pruebas cuantitativamente, por lo tanto, no se toman muchas decisiones a favor de la mejora de este proceso.

	Inicial	Controlado				Eficiente				Optimizado		
1 Compromiso de los Interesados		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3
2 Grado de Participación		1	2	3	4	1	2	3		1		2
3 Estrategia de Pruebas		1	2	3	4	1	2	3		1		2
9 Métricas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
11 Gestión de Testware		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3
13 Profesionalismo del analista de pruebas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3

Fig. 5. Matriz de Madurez de la evaluación inicial

La Fig. 6 muestra los puntos de verificación alcanzados y no alcanzados del AC 2 Grado de Participación. En el apéndice 1, se presenta un cuadro adicional que corresponde al grupo Relación con los Interesados, que contiene, adicionalmente al AC 2 presentada en la Fig. 6, el AC 1 Compromiso de los Interesados y el AC 3 Estrategia de pruebas.

Área Clave	Nivel	Puntos de Verificación	S(Si)/ N(No)
Grado de participación	Controlado	Las actividades de prueba son iniciadas de forma temprana para permitir la preparación sistemática.	
		La asignación, alcance y enfoque de las pruebas son negociados de forma temprana con el principal Interesado al inicio del proceso de pruebas.	N
		Las actividades de prueba se inician temprano, antes de la ejecución, con el fin de mantener estas actividades fuera de la ruta critica del proyecto.	N
		El analista de pruebas está involucrado en la planificación del proyecto, tomando en cuenta las dependencias del proceso de pruebas y otros procesos.	N
		El analista de pruebas está involucrado en el análisis y la mitigación de los riesgos del proyecto.	N
	Eficiente	La palpación de las pruebas permite salidas confiables del proceso de pruebas y la prevención de	
		Los analistas de pruebas contribuyen en el análisis de riesgo de cambios en los requisitos y en la Los analistas de pruebas contribuyen en el análisis del impacto de los defectos.	S S
		Los analistas de pruebas están activamente involucrados en la optimización de la base de pruebas, en la cual el objeto de prueba es descrito.	N
	Optimizado	La participación de las pruebas en el proyecto hace posible optimizar tanto el proyecto como el proceso	
		Las lecciones aprendidas del proceso de pruebas son evaluadas y utilizadas en futuros proyectos.	N
El equipo de pruebas tiene una participación indiscutible en todas las actividades relevantes de desarrollo, siendo aceptada y valorada.		N	

Fig. 6. Puntos de Verificación cumplidos para el Área Clave Grado de Participación.

### 3.3 Priorización de Procesos

Para la mejora se pudo utilizar diversos enfoques como orientado a las actividades que realizan y orientado al modelo (ambos orientados al proceso) que muchas veces no funcionaron [21]. Otra forma diferente de abordar la mejora es centrada en los problemas [22] o en los objetivos y problemas [21]. Para este proyecto se uso una variante recogida de experiencias de mejora de procesos que consideró los problemas,



los objetivos de negocio y los procesos como base para realizar la priorización [23][24][25].

La priorización se basó en técnica de grupo nominal, asignando una valorización del impacto de cada elemento en 3 niveles: Bajo (B), Normal (N) y Alto (A); a los que se asignaron los valores 1, 2 y 4 respectivamente. Para la priorización se analizaron en pares el impacto de uno respecto del otro como son: áreas clave versus objetivos de negocio, objetivos de negocio versus problemas, y problemas versus áreas claves. Los elementos involucrados en el análisis fueron:

- Las 6 áreas clave cuya evaluación inicial se muestra en la Sección 3.2
  - AC1 Compromiso de los Interesados
  - AC2 Grado de participación
  - AC3 Estrategia de Pruebas
  - AC4 Métricas
  - AC5 Gestión de Testware
  - AC6 Profesionalismo del analista de pruebas
- La identificación de los objetivos del negocio, se realizó a través de entrevistas a las gerencias general y de control de calidad.
  - O1 Reducir el tiempo de entrega del producto al mercado
  - O2 Crear agilidad en respuesta a los cambios de los requerimientos del negocio
  - O3 Adquirir, desarrollar y mantener personas con altas capacidades y motivadas
  - O4 Incrementar el control sobre el proceso de pruebas.
- La identificación de problemas del negocio, determinados por la evaluación inicial y entrevistas a los roles del área de QA y presentados en la Sección 3.2, arriba.

	Peso		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
O1	5	33.3%	A	B	B	A	B	B	B
O2	3	20.0%	A	N	N	A	B	N	N
O3	3	20.0%	B	N	A	N	A	A	N
O4	4	26.7%	N	A	N	A	A	B	A
	15	100.0%	2.9	2.2	2.1	3.6	2.4	1.8	2.2

	Peso		AC1	AC2	AC3	AC4	AC5	AC6
O1	5	33.3%	B	A	N	B	B	N
O2	3	20.0%	N	A	A	B	A	A
O3	3	20.0%	N	N	A	B	B	A
O4	4	26.7%	A	B	N	A	A	N
	15	100.0%	2.2	2.8	2.8	1.5	2.4	2.8

	Peso		AC1	AC2	AC3	AC4	AC5	AC6
P1	5	18.5%	B	A	N	B	B	B
P2	4	15.0%	N	B	N	N	B	N
P3	3	11.0%	B	B	B	N	N	A
P4	5	18.5%	B	A	A	B	A	A
P5	3	11.1%	B	B	N	N	A	B
P6	3	11.1%	B	N	N	B	B	A
P7	4	14.8%	A	B	B	B	B	N
	27	100.0%	1.6	2.2	2.1	1.4	2.0	2.5

Fig. 7. Cuadros de evaluación para la priorización.

La Fig. 7 muestran los cuadros de evaluación de todos los elementos involucrados donde se concluye que los problemas de mayor impacto para el logro de los objetivos son P1 y P2; las áreas clave que tienen mayor impacto para el logro de los objetivos de negocio son AC2, AC3 y AC6 y las áreas clave que tienen mayor relación para la resolución de los problema son: AC2, AC3 y AC6.

Tomando en cuenta la información recibida de Alfa-Lim, los resultados de la evaluación inicial del modelo TPI de las áreas clave más importantes relacionadas con la mentalidad ágil y el análisis de priorización, se decidió implementar el primer ciclo de mejora de las áreas clave: Estrategia de Pruebas y Grado de Participación. El Cluster de mejora se muestra en la MM de la Fig. 8.

Finalmente, la Fig. 9 muestra los objetivos de mejora con respecto al porcentaje del cumplimiento actual de las áreas clave seleccionadas para la mejora. Este porcentaje objetivo corresponde al cumplimiento del 100% de los puntos de verificación de las áreas clave seleccionadas para alcanzar el nivel de madurez controlado en cada una de ellas.

	Inicial	Controlado				Eficiente			Optimizado		
1 Compromiso de los Interesados		A	B	B	C	F	H	H	K	M	M
2 Grado de Participación		A	B	C	E	H	H	J	L	L	L
3 Estrategia de Pruebas		A	A	B	E	F	F	H	K	L	L
9 Métricas		C	C	D	D	G	H	H	I	K	K
11 Gestión de Testware		B	B	D	E	I	I	J	L	L	L
13 Profesionalismo del analista de pruebas		D	D	E	E	G	G	I	I	K	M

Fig. 8. MM que muestra la evaluación inicial (en verde) y el Cluster de mejora (en gris)

Área Clave	Cumplimiento (%)	
	Actual	Objetivo
Estrategia de pruebas	11%	44%
Grado de Participación	22%	44%

Fig. 9. Objetivos a conseguir luego de la ejecución del plan de mejora.

### 3.4 Acciones Realizadas

Los roles involucrados en la mejora fueron: el analista de pruebas (TST), el líder de pruebas (LDR), el Scrum Master (SCR), el Propietario del Producto (POW) y el principal interesado (SKH). Las actividades mostradas en la Fig. 10 se propusieron como mejora de las áreas clave Grado de Participación y Estrategia de Pruebas, tomando las sugerencias del modelo TPI del nivel de madurez Controlado y los elementos de priorización considerados en la sección 3.3.

### 3.5 Evaluación Final

La evaluación final se hizo siguiendo la misma metodología usada durante el diagnóstico, siendo el indicador de progreso el número de puntos de verificación cumpli-

dos al final del ciclo de mejora. Los resultados de la evaluación se muestran en la matriz de madurez actualizada de la Fig. 11.

De la evaluación final se puede concluir que los resultados de la mejora fueron significativos, al realizar el diagnóstico del proceso de pruebas en los proyectos internos de Alfa Lim se tenía un cumplimiento de los puntos de verificación del 11% y 22% en las áreas clave de Estrategia de Pruebas y Grado de Participación respectivamente. Al realizarse la mejora se pudo cumplir con los puntos de verificación de las 2 áreas clave seleccionadas al 100% del nivel de madurez Controlado, lo que representa un de madurez total del 44%.

Area Clave: Grado de Participación	
Rol	Descripción
<b>A1. Momento de Participación</b>	
LDR, POW	A1.1 Negociar con el Product Owner la asignación, el alcance y el enfoque de las pruebas en el proyecto ágil.
TST	A1.2 Al inicio del proyecto, asignar al menos un recurso de pruebas con responsabilidades específicas de pruebas.
<b>A2. Grado de Participación</b>	
LDR, SRC	A2.1 Crear conciencia en el equipo del valor agregado de los roles de pruebas
TST, SCR, POW	A2.2 Durante la planificación de la iteración, los analistas de pruebas ayudan al equipo a aprender acerca de las historias haciendo preguntas y considerando todos los puntos de vista,
TST, SCR	A2.3 Escribir tareas de pruebas en la pizarra de Scrum así como se hace con las tareas de desarrollo. Estimar cada tarea
TST, STK	A2.4 Colaborar con el Cliente como analista funcional para explorar las historias de usuarios y escribir casos de prueba de alto nivel que sirvan de punto de partida a los desarrolladores de la historia de usuario.
TST	A2.5 Revisar con los programadores las pruebas y requisitos para asegurarse que estos se hayan comunicado bien
TST	A2.6 Los analistas de pruebas formulan la definición de "Hecho" para historia de usuario en el Sprint, adjuntando criterios de prueba o criterios de aceptación para cada historia de usuario.
LDR, TST	A2.7 Involucrar a los analistas de pruebas en la definición y plan de mitigación de riesgos del proyecto y del producto
TST, LDR	A2.8 Crear un equipo de automatización desde el inicio del proyecto
LDR	A2.9 Involucrar al analista al líder de pruebas en el análisis de riesgos de cambios de requisitos
TST, STK	A2.10 Colaborar con el Cliente como analista funcional
<b>Area Clave: Estrategia de pruebas</b>	
Rol	Descripción
Todos	A1. Alinear la definición de la estrategia de Pruebas con la mentalidad ágil: preguntar al equipo que pasos estratégicos facilitarían el proyecto
TST, POW, SKH	A2. Al inicio del proyecto, elaborar un análisis de riesgos del producto con el Propietario del producto y el quipo.
LDR, TST	A3. Definir un método de categorización de los defectos de acuerdo a la escala de riesgos. Basados en esas categorías, determinar la cantidad de pruebas de retesteo.
SCR, TST	A4. Durante la planificación del Sprint, generar conciencia del tiempo que puede ganarse al hacer pruebas mínimas o no hacerlas sobre partes del sistema con muy bajo riesgo. De esta manera se evita que las pruebas estén en la ruta
TST, POW, SCR	A5. Asegurarse que la Estrategia refleje la metodología Scrum, realizar el análisis de riesgos durante la planificación de
POW, TST	A6. Alinear el reporte Burndown con el análisis de riesgos. Presentar métrica: elaborar un Burndown de riesgos que se han mitigado hasta ahora vs. Riesgos aun no mitigados.
TST	A7. Establecer una suite de casos de prueba de regresión automatizable
TST	A8. Establecer la correspondencia según el diccionario de datos creado (haciendo uso del Keyword Driven Development) entre los casos de prueba automatizables y las palabras clave que serán usadas en los scripts de automatización
TST	A9. Generar los scripts de automatización haciendo uso de la herramienta de automatización.

**Fig. 10.** Acciones realizadas para las áreas clave Grado de Participación.

Además, en una reunión de retroalimentación después de la implantación de la mejora, los miembros se mostraron contentos con los resultados, en especial por la crea-

ción de un proyecto paralelo de automatización de casos de pruebas de regresión, como parte de la mejora del área clave Estrategia de Pruebas.

Cabe resaltar que la evaluación inicial se realizó mediante una evaluación de tipo ligera haciendo uso de entrevistas a los miembros de los proyectos internos ágiles de Alfa-Lim y a los roles del área de control de calidad que no participaban en ese momento en los proyectos. Durante la entrevista, los empleados de la empresa pudieron haberse mostrado optimistas o incluso pesimistas sobre su condición en las seis áreas clave evaluadas. Esta condición justificaría el hecho de que durante la evaluación final los puntos de verificación del nivel de madurez Eficiente para el área clave Grado de Participación hayan disminuido con respecto a la evaluación inicial.

Así mismo, el número de puntos de verificación de las áreas clave que en un principio no fueron seleccionadas logró incrementarse en la evaluación final. Esto evidenció que las áreas clave del proceso de pruebas de los proyectos internos de Alfa-Lim se encuentra fuertemente relacionadas y que las buenas o malas prácticas de cada una de las áreas clave influirán directamente sobre las otras áreas clave, como es el caso del área clave Profesionalismo de los analistas de pruebas, que alcanzó mayor nivel de madurez al finalizar el ciclo de mejora, a pesar de no haber sido un área seleccionada.

Este mayor nivel de madurez fue influenciado por la mejora del área clave Grado de Participación, desarrollando las competencias sociales de los analistas de prueba en su relación con los Interesados y mejoró también su entendimiento de la organización y del negocio, dos elementos necesarios para poder realizar los trabajos de pruebas. Del mismo modo, la mejora del área clave Estrategia de Pruebas influyó en la mejora de las habilidades técnicas de los analistas de pruebas al verse involucrados en la creación de casos de pruebas automatizados.

	Inicial	Controlado				Eficiente				Optimizado		
1 Compromiso de los Interesados		1	2	3	4	1	2	3		1	2	3
2 Grado de Participación		1	2	3	4	1	2	3		1		2
3 Estrategia de Pruebas		1	2	3	4	1	2	3		1		2
9 Métricas		1		2	3	1	2	3	4	1		2
11 Gestión de Testware		1	2	3	4	1		2	3	1	2	3
13 Profesionalismo del analista de pruebas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3

Fig. 11. Matriz de Madurez de la evaluación final

## 4 Lecciones Aprendidas

Las principales lecciones aprendidas en este trabajo se pueden resumir en lo siguiente:

- Una de las tareas que demandó más esfuerzo fue generar conciencia de cambio en la alta dirección, las pruebas de software no eran consideradas como una disciplina que jugará un papel fundamental en la mejora de costo, tiempo o calidad en los productos de software desarrollados, sino que las actividades de pruebas eran vistas como un filtro de defectos después de la codificación, y muchas veces cuando se encontraba un error en producción, QA era el área que debía dar mayores explicaciones.

- La comunicación directa resultó más eficiente que los diagramas o “wikis” que se compartieron en la herramienta de control de versiones de documentos. El equipo tomaba muy poco tiempo en revisar la documentación hecha, excepto para los diseños de GUI.
- La comunicación constante con el cliente resultó vital, revisar algunos casos de prueba de alto nivel con los clientes fue una buena oportunidad para fortalecer la colaboración y mejorar la comunicación, especialmente para los equipos ágiles nuevos.
- El equipo tuvo problemas en interiorizar la definición de “hecho” de cada historia de usuario, hubo una desconexión inicial entre la codificación y las pruebas dentro de la misma historia de usuario, y se le consideraba tal cual como pasa secuencialmente en un desarrollo en cascada. Esto se puede explicar debido a que los equipos son nuevos usando metodologías ágiles.
- Asignar roles clave a los analistas de pruebas desde el inicio del proyecto reforzó la filosofía ágil y la confianza del equipo en los analistas de pruebas.
- La identificación de los riesgos del producto que sirvió como entrada para la Estrategia de pruebas tomó más tiempo de lo planeado, especialmente la falta de disponibilidad de los usuarios de negocio en este análisis. Esta fue una nueva práctica para los usuarios de negocio, quienes se mostraron contentos ante la iniciativa de involucrarse más de cerca en el proyecto y entendieron la relevancia de este análisis en la estrategia de pruebas y en general en el enfoque orientado a las pruebas de todo el equipo.
- Las pruebas de regresión no eran consideradas en términos de recursos utilizados al inicio del proyecto, este punto crítico se atenuaba con la ausencia de automatización de los casos de prueba. A pesar de estos conocimientos, los proyectos de creación o implantación de un método y herramientas de automatización nunca se consideró prioritario por el equipo. Luego de aplicar el ciclo de mejora, se formó un proyecto de automatización cuya primera fase quedó concluida al término de este trabajo y los primeros scripts de prueba pudieron ejecutarse, descargando una parte de la regresión de la carga de trabajo de los analistas de pruebas

## 5 Discusión Final

La empresa donde se realizó el presente trabajo no contaba con una definición formal de sus procesos de prueba ni de desarrollo. En consecuencia el modelo TPI sirvió como marco de definición de sus procesos de prueba y sentó un punto de partida para la articulación con una futura definición y mejora del proceso de desarrollo.

El piloto de aplicación de la mejora se realizó de manera satisfactoria. Se realizó una evaluación inicial del proceso de pruebas en los proyectos internos de desarrollo de Alfa-Lim y se definió un proceso personalizado basado en el modelo TPI®. Este proceso personalizado tomó en cuenta un análisis de los objetivos del negocio, los que dirigieron la mejora.

Los logros obtenidos en esta primera iteración controlada, han demostrado no sólo que se aumentó el porcentaje de cumplimiento de los puntos de verificación de las

Áreas Clave del piloto, sino también que han influenciado en la mejora de otras áreas clave como Profesionalismo del analista de pruebas, lo que sirvió como entrada al proceso de redefinición de puestos y línea de carrera del área de QA a cargo del departamento de Recursos Humanos de la empresa.

Adicionalmente, al iniciar este proyecto de mejora, el área no contaba con un equipo de automatización de pruebas de software, sino que este se formó como parte de los resultados de la mejora del área clave Estrategias de Pruebas.

**Agradecimientos.** Este trabajo ha sido desarrollado como parte de las actividades del Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software soportado parcialmente por la Facultad de Ciencias e Ingeniería y el Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

## Referencias.

1. SEI Software Engineering Institute: CMMI for Development, Version 1.3. CMU/SEI-2010-TR-033, Massachusetts (2010).
2. Oktaba, H., et al.: Modelo de Procesos para la Industria del Software - MoProSoft. Versión 1.3. Ciudad de México (2005).
3. ISO/IEC: ISO/IEC 12207:2008 Systems and software engineering — Software life cycle processes. 2nd. Edition. Geneva (2008).
4. PMI: A guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide. Fifth Edition. Pennsylvania (2013).
5. PACIS: Programa de Apoyo a la Competitividad de la Industria del Software. Lima (2008).
6. COMPETISOFT: COMPETISOFT, proyecto de mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica. <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/Competisoft/> (2006).
7. Dávila, A. et Al.: Proyecto Competisoft Componente Perú: Lecciones aprendidas desde la Perspectiva Académica. XX Congreso Iberoamericano de Educación Superior (CIESC 2012) en XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informática (CLEI). Medellín (2012).
8. RELAIS: Red Latinoamericana de Ingeniería de Software <http://www.iberpymeonline.org/interna.asp?sec=3&step=1&id=1275> (2010).
9. de Vries, G., Visser, B., Wilhelmus, L., van Ewijk, A., van Oosterwijk, M., and Linker, B.: TPI Next Business Driven Test Process Improvement. UTN Publisher. The Netherlands (2009).
10. van Veenendaal, E., Wells, B.: Test Maturity Model Integration (TMMi) - Guidelines for Test Process Improvement. UTN Publisher. The Netherlands (2012).
11. MPT-Br: Melhoria do Processo de Teste Brasileiro. <http://www.mpt.org.br/mptbr/>
12. ISO/IEC: ISO/IEC 29119 Software Testing. The new international software testing standard. <http://softwaretestingstandard.org/>
13. Schwaber, K.: Scrum Development Process. In OOPSLA Business Object Design and Implementation Workshop. Sutherland, J., Patel, D., Casanave, C., Miller, J., and Hollowell, G. Eds. London (1997).
14. Jolly, C.: Scrum Team System Honours Project Literature Synthesis. <http://people.cs.uct.ac.za/~cjolly/chrislitreview.pdf>

15. Schwaber, K.; Agile Project Management with Scrum (Microsoft Professional), Microsoft Press, Washington (2004).
16. Beedle, M., Devos, M., Sharon Y., Schwaber, K., Sutherland, J.: SCRUM A Pattern Language for Hyperproductive Software Development. In Pattern Languages of Program Design 4, edited by Harrison, N., Foote B., and Rohnert H., pp 637--652. Addison Wesley, (2000).
17. Sutherland, J.: Agile Can Scale: Inventing and Reinventing Scrum in Five Companies. Cutter IT Journal, vol. 14, pp. 5-11. (2001).
18. TPI Next – Sogeti Web Site: <http://www.tmap.net/en/tpi-next> (2012)
19. de Vries, G.: The What and How of Testing, TPI Next and TMap Next Related, Sogeti Nederland B.V. Diemen (2010)
20. Beck, et. al: Principles behind Agile Manifesto. <http://agilemanifesto.org/principles.html> (2001).
21. Potter, N., Sakry, M.: Making Process Improvement Work, A Concise Action Guide for Software Managers and Practitioners. Addison-Wesley Professional; 1st Edition (2002), 8th Printing. Pennsylvania (2011)
22. Rothman, J.: A Problem-Based Approach to Software Process Improvement: A Case Study CROSSTALK The Journal of Defense Software Engineering. Vol 1. Num 10, pp 23-27. October (1999).
23. Ñaupac, V., Arisaca, R., Dávila, A.: Software Process Improvement and Certification of a Small Company using the NTP 291 100 (MoProSoft). 13th International Conference on Product-Focused Software Development and Process Improvement. Proceedings PROFES 2012, pp 32-43. Madrid (2012).
24. Mogrovejo, J., Dávila, A.: Una Experiencia de Implantación de COMPETISOFT en una Pequeña Empresa Desarrolladora de Software. VII Jornada Iberoamericana de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Memorias de JIISIC 2008, 67-72. Guayaquil (2008).
25. Vergara, D., Sánchez, G., Dávila, A.: Experiencia de Implementación de Mejora de Procesos en dos PYMEs Desarrolladoras de Software, que poseen certificación ISO 9001:2000. VII Jornada Iberoamericana de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Memorias de JIISIC 2008, pp 73-80. Guayaquil (2008).

## **Apéndice: Detalle de la evaluación inicial**

A continuación se muestran todos los puntos de verificación alcanzados y no alcanzados del grupo de AC Relación con los Interesados.

Grupo	Área	Nivel	Puntos de Verificación	S(Si)/ N(No)
Relación con Interesados	Compromiso de los interesados	Controlado	Los Interesados están comprometidos y soportan el proceso de pruebas mediante la concesión y la entrega de los recursos negociados.	
			El principal Interesado está definido (no necesariamente documentado) y es conocido por los analistas de pruebas.	S
			El presupuesto de los recursos para las pruebas es acordado y negociado con el principal stakeholder.	S
			Los Interesados entregan los recursos acordados	N
			El principal Interesado es responsable de documentar el análisis de riesgo del producto (la entrada para definir la estrategia de pruebas).	N
		Eficiente	Los Interesados anticipan las consecuencias de los cambios, lo que permite al proceso de pruebas responder adecuadamente.	
			Los principales Interesados están definidos (no necesariamente documentados) y son conocidos por los analistas de pruebas.	N
			Los interesados se informan activamente sobre la calidad tanto del proceso de pruebas como del objeto de prueba.	N
			Los Interesados actúan proactivamente en el proceso de pruebas (incluye cambios en los entregables y cambios en el alcance del proyecto)	N
	Grado de participación	Optimizado	Los Interesados reconocen y fomentan los procesos de mejora como una responsabilidad compartida.	
			La dirección reconoce que el proceso de mejora crea la necesidad de un incremento de tiempo de aprendizaje, para lo cual se necesita proveer recursos.	N
			Los Interesados están dispuestos a alinear su forma de trabajo al proceso de pruebas. Esto incluye el desarrollo de aplicaciones y la gestión de requisitos.	N
			La forma adaptada de trabajo de los Interesados alineados al proceso de pruebas, es evaluada conjuntamente por la organización de pruebas y los Interesados.	N
		Controlado	Las actividades de prueba son iniciadas de forma temprana para permitir la preparación sistemática.	
			La asignación, alcance y enfoque de las pruebas son negociados de forma temprana con el principal Interesado al inicio del proceso de pruebas.	N
			Las actividades de prueba se inician temprano, antes de la ejecución, con el fin de mantener estas actividades fuera de la ruta crítica del proyecto.	N
			El analista de pruebas está involucrado en la planificación del proyecto, tomando en cuenta las dependencias del proceso de pruebas y otros procesos.	N
			El analista de pruebas está involucrado en el análisis y la mitigación de los riesgos del proyecto.	N
	Estrategia de pruebas	Eficiente	La palpación de las pruebas permite salidas confiables del proceso de pruebas y la prevención de defectos	
			Los analistas de pruebas contribuyen en el análisis de riesgo de cambios en los requisitos y en la	S
			Los analistas de pruebas contribuyen en el análisis del impacto de los defectos.	S
			Los analistas de pruebas están activamente involucrados en la optimización de la base de pruebas, en la cual el objeto de prueba es descrito.	N
		Optimizado	La participación de las pruebas en el proyecto hace posible optimizar tanto el proyecto como el proceso de pruebas.	
			Las lecciones aprendidas del proceso de pruebas son evaluadas y utilizadas en futuros proyectos.	N
	Estrategia de pruebas	Controlado	El equipo de pruebas tiene una participación indiscutible en todas las actividades relevantes de la estrategia permite la distribución de los esfuerzos y recursos de pruebas a todos los niveles y actividades de pruebas.	
			El principal Interesado está de acuerdo con la estrategia de pruebas documentada.	N
			La estrategia de pruebas se basa en el análisis de riesgo del producto.	N
			Existe una diferenciación en los niveles, tipos, cubrimiento y la profundidad de las pruebas, dependiendo de los resultados del análisis de riesgo.	N
			En la estrategia de pruebas se realizan determinaciones simples como son la ejecución de retesteos y pruebas de regresión.	S
		Eficiente	La estrategia de prueba se utiliza para lograr el equilibrio adecuado entre los riesgos de los productos analizados, la cobertura de las pruebas y los esfuerzos y recursos disponibles, involucrando a todos los	
			Todos los Interesados relevantes están de acuerdo con la estrategia de pruebas definida (y	N
			Se ha tenido en cuenta el solapamiento o brecha (gap) en la cobertura de las pruebas entre niveles	N
			En la estrategia de pruebas se incluyen técnicas adecuadas de diseño de pruebas.	N
		Optimizado	El método de la estrategia de pruebas es bien mantenido para asegurar una fácil y válida aplicación.	
			El proceso de creación de la estrategia de pruebas es evaluado regularmente y, donde sea necesario, es adaptado para ser utilizado en el futuro.	N
			La estrategia de pruebas en si, es evaluada a través de métricas de las incidencias en producción.	N