

*Revista*  
*Española de*  
**Innovación,**  
**Calidad e**  
**Ingeniería del Software**



**Volumen 5, Número 2 (especial XI JICS), septiembre, 2009**

Web de la editorial: [www.ati.es](http://www.ati.es)

Web de la revista: [www.ati.es/reicis](http://www.ati.es/reicis)

E-mail: [calidadsoft@ati.es](mailto:calidadsoft@ati.es)

ISSN: 1885-4486

Copyright © ATI, 2009

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada, o transmitida por ningún medio (incluyendo medios electrónicos, mecánicos, fotocopias, grabaciones o cualquier otra) para su uso o difusión públicos sin permiso previo escrito de la editorial. Uso privado autorizado sin restricciones.

Publicado por la Asociación de Técnicos de Informática (ATI), Via Laietana, 46, 08003 Barcelona.

Secretaría de dirección: ATI Madrid, C/Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid



## **Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)**

### **Editores**

**Dr. D. Luís Fernández Sanz (director)**

Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad Europea de Madrid

**Dr. D. Juan José Cuadrado-Gallego**

Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá

### **Miembros del Consejo Científico**

**Dr. Dña. Idoia Alarcón**

Depto. de Informática  
Universidad Autónoma de Madrid

**Dr. D. José Antonio Calvo-Manzano**

Depto. de Leng y Sist. Inf. e Ing. Software  
Universidad Politécnica de Madrid

**Dra. Tanja Vos**

Depto. de Sist. Informáticos y Computación  
Universidad Politécnica de Valencia

**Dña. M<sup>a</sup> del Pilar Romay**

Fundación Giner de los Ríos  
Madrid

**Dr. D. Alvaro Rocha**

Universidade Fernando Pessoa  
Porto

**Dr. D. Oscar Pastor**

Depto. de Sist. Informáticos y Computación  
Universidad Politécnica de Valencia

**Dra. Dña. María Moreno**

Depto. de Informática  
Universidad de Salamanca

**Dra. D. Javier Aroba**

Depto de Ing. El. de Sist. Inf. y Automática  
Universidad de Huelva

**D. Guillermo Montoya**

DEISER S.L.  
Madrid

**Dr. D. Pablo Javier Tuya**

Depto. de Informática  
Universidad de Oviedo

**Dra. Dña. Antonia Mas**

Depto. de Informática  
Universitat de les Illes Balears

**Dr. D. José Ramón Hilera**

Depto. de Ciencias de la Computación  
Universidad de Alcalá

**Dra. Raquel Lacuesta**

Depto. de Informática e Ing. de Sistemas  
Universidad de Zaragoza

**Dra. María José Escalona**

Depto. de Lenguajes y Sist. Informáticos  
Universidad de Sevilla

**Dr. D. Ricardo Vargas**

Universidad del Valle de México  
México

## Contenidos

REICIS

<b>Editorial</b>	<b>4</b>
<i>Luís Fernández-Sanz, Juan J. Cuadrado-Gallego</i>	
<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<i>Luis Fernández-Sanz</i>	
<b>Analizando el apoyo de marcos SPI a las características de calidad del producto ISO 25010</b>	<b>6</b>
<i>César Pardo, Francisco J. Pino, Félix García, Mario Piattini</i>	
<b>Generación automática de casos de prueba para Líneas de Producto de Software</b>	<b>17</b>
<i>Beatriz Pérez-Lamancha, Macario Polo</i>	
<b>Análisis de la calidad y productividad en el desarrollo de un proyecto software en una microempresa con TSPi</b>	<b>28</b>
<i>Edgar Caballero, José Antonio Calvo-Manzano, Gonzalo Cuevas, Tomás San Feliu</i>	
<b>Asegurar que el software crítico se construye fiable y seguro</b>	<b>38</b>
<i>Patricia Rodríguez</i>	
<b>Visión Innovadora de la Calidad del Producto Software</b>	<b>49</b>
<i>Antonio Calero, Paco Castro, Hugo Mora, Miguel Ángel Vicedo, David García</i>	
<b>El análisis de anomalías detectadas en las pruebas de software: una vía para mejorar el ciclo de vida</b>	<b>56</b>
<i>Ramón Enrique González</i>	
<b>Experiencias de una PYME en la mejora de procesos de pruebas</b>	<b>63</b>
<i>Antonio de Rojas, Tanja E.J. Vos, Beatriz Marín</i>	
<b>Procedimiento para pruebas de intrusión en aplicaciones Web</b>	<b>70</b>
<i>Delmys Pozo, Mairelis Quintero, Violena Hernández, Lisney Gil, Maria Felix Lorenzo</i>	
<b>La madurez de los servicios TI</b>	<b>77</b>
<i>Antoni Lluís Mesquida, Antònia Mas, Esperança Amengual</i>	
<b>Una aplicación de la norma ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de Pymes y pequeños equipos de desarrollo</b>	<b>88</b>
<i>Javier Garzás, Carlos Manuel Fernández, Mario Piattini</i>	

# **Análisis de la calidad y productividad en el desarrollo de un proyecto software en una microempresa con TSPi**

Edgar Caballero

Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Informática, Dpto. Lenguajes y sistemas informáticos e ingeniería del software

[ecaballero@bolesfactory.com](mailto:ecaballero@bolesfactory.com)

Jose Antonio Calvo-Manzano, Gonzalo Cuevas, Tomás San Feliu

Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Informática, Dpto. Lenguajes y sistemas informáticos e ingeniería del software

{jcalvo, gcuevas, tsanfe}@fi.upm.es

## **Resumen**

Este artículo presenta el análisis de los resultados obtenidos al aplicar TSPi en el desarrollo de un proyecto software en una microempresa desde el punto de vista de la calidad y la productividad. La organización en estudio necesitaba mejorar la calidad de sus procesos pero no contaba con los recursos económicos que requieren modelos como CMMI-DEV. Por esta razón, se decidió utilizar un proceso adaptado a la organización basado en TSPi, observándose una reducción en la desviación de las estimaciones, un incremento en la productividad, y una mejora en la calidad.

**Palabras clave:** TSPi, Microempresas, Calidad de software, Mejora de procesos

## **Analysis of quality and productivity with TSI in a software development Project in a microcompany**

### **Abstract**

This article shows the benefits of developing a software project using TSPi in a “Very Small Enterprise” based in quality and productivity measures. An adapted process from the current process based on the TSPi was defined and the team was trained in it. The workaround began by gathering historical data from previous projects in order to get a measurement repository, and then the project metrics were collected. Finally, the process, product and quality improvements were verified.

**Key words:** TSPi, Very Small Enterprise, Software Quality, Process improvement.

*Caballero, E., Calvo-Manzano, J.A., Cuevas, G. y San Feliu, T. " Análisis de la calidad y productividad en el desarrollo de un proyecto software en una microempresa con TSPi", REICIS, vol. 5, no.2, 2009, pp.28-37. Recibido: 22-6-2009; revisado: 6-7-2009; aceptado: 31-7-2009*

## **1. Introducción**

El principal problema de una microempresa de desarrollo de software es la falta de recursos para poder invertir en la definición y mejora de sus procesos, descuidando aspectos claves

como son la gestión y la calidad [1]. Pero esto no es reciente y se presenta en todo tipo de organizaciones observándose proyectos desbordados en coste y tiempo, con baja calidad y un alto índice de cancelaciones [2].

Han aparecido modelos de procesos como el CMMI-DEV que han tenido bastante éxito, pero su implementación operativa representa una fuerte inversión económica y es de gran complejidad para las organizaciones pequeñas [1].

Actualmente existe una gran preocupación por esta situación y se están realizando investigaciones sobre la mejora de procesos en entornos de microempresa [3] para poder dotar a este sector de habilidades y capacidades cruciales en un mercado globalizado [4].

Una alternativa para poder alcanzar niveles de madurez CMMI en microempresas es mostrada en [5] y [6] a través del uso de TSP (Team Software Process). Su efectividad es tal que puede mejorar la calidad de proyectos en organizaciones con CMMI Nivel 5 [7].

TSP es una definición de proceso operativa que provee un equilibrio entre proceso, producto y equipo de trabajo, basado en una amplia experiencia en planificación y gestión de proyectos software [8].

En el presente artículo se muestra, a través de un caso de estudio, la experiencia de haber empleado un proceso adaptado a la organización basado en la estrategia introductoria del Team Software Process (TSPi).

El objetivo del artículo consiste en analizar este proceso adaptado considerando la calidad y la productividad del mismo en una microempresa, a través de la verificación de los siguientes objetivos:

Número	Objetivo
Objetivo 1	Reducir la desviación de las estimaciones
Objetivo 2	Verificar la mejora de la productividad
Objetivo 3	Verificar la mejora de la calidad y del proceso

Tabla 1. Objetivos del Proyecto

El proyecto bajo estudio tenía un calendario y presupuesto restringidos, y se temía no poder cumplir ni con los plazos de entrega ni con los costes establecidos aplicando el proceso actual de la organización. Por otro lado, se trataba de un cliente importante al cual se debía atender su solicitud. En estas circunstancias, y consientes del riesgo que implicaba

utilizar un nuevo proceso, se decidió adaptar el proceso actual aplicando las mejores prácticas adquiridas y las propuestas por TSPi para tratar de garantizar los tiempos y la calidad del producto, asumiendo el riesgo que esto implicaba.

El esquema representado en la Figura 1 resume el trabajo realizado en el artículo, el cual consistió en definir un nuevo proceso adaptado en base al propuesto por TSPi y al que actualmente utilizaba la organización. Para poder realizar la verificación de los objetivos del proyecto se procedió a analizar y comparar los datos recolectados de proyectos anteriores y las medidas obtenidas durante el desarrollo del proyecto piloto.

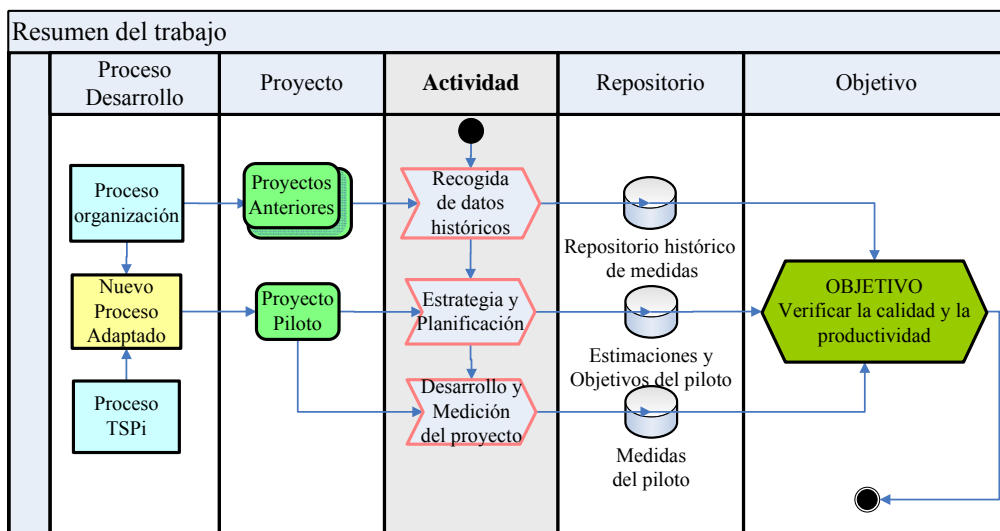


Figura 1. Resumen del trabajo realizado.

## 2. Escenario: La organización y el proyecto

BolesFactory es una microempresa española de desarrollo de software que dispone de un centro off-shore en Latinoamérica, la cual debido al incremento de sus proyectos se ha situado en un nuevo escenario donde existen diversos desarrollos ejecutándose a la vez, y con un mayor número de implicados.

En una evaluación interna, la directiva detectó que los proyectos estaban comenzando a retrasarse y a superar los costes establecidos, teniendo que emplear un esfuerzo adicional para cumplir los objetivos.

La conclusión de esta evaluación, determinó que los procesos empleados no eran efectivos en el nuevo escenario. La organización se interesó en incorporar algún modelo de

procesos como CMMI-DEV pero no contaba con los recursos ni con los conocimientos necesarios. Finalmente, los resultados de la evaluación impulsaron la idea de adaptar el TSPi al proceso de la empresa y aplicarlo al proyecto de estudio.

Antes de comenzar el proyecto, se realizó una formación en el proceso adaptado, y se procedió a recolectar datos históricos de proyectos anteriores para facilitar la estimación y tener un referente comparativo al determinar la efectividad del proceso.

### **3. Recolección de datos históricos**

Los datos de la organización sobre proyectos anteriores no eran suficientes para nuestro estudio. Solamente existía información del calendario y coste, pero además se necesitaban datos sobre defectos o esfuerzo por fases para verificar todos los objetivos.

Ante esta circunstancia, los defectos y el esfuerzo fueron obtenidos a través de un recuento aproximado mediante la revisión de actas de reunión, informes, registros de incidencias y memorias técnicas de los proyectos históricos más significativos.

Para facilitar el recuento, los proyectos se dividieron en 3 fases (ver tabla 2):

Fase	Alcance
Desarrollo	Desde el lanzamiento del proyecto hasta las pruebas unitarias
Pruebas	Abarca el periodo de pruebas de integración y del sistema
Entrega	Desde la entrega del producto al cliente hasta los primeros 3 meses de uso

Tabla 2. Fases del proyecto

Los proyectos históricos seleccionados fueron: HIS-1 (104 KLOC), HIS-2 (33 KLOC), HIS-3 (23 KLOC), HIS-4 (11 KLOC) e HIS-5 (7 KLOC). Estos proyectos son los más representativos para la empresa porque cada uno de ellos caracteriza los diferentes tipos de aplicaciones desarrolladas por la organización.

### **4. Proceso utilizado**

El proceso utilizado en el proyecto es un proceso adaptado que combina los principios básicos del TSPi con el proceso interno de la organización. Una vez se definió el nuevo proceso, se impartió una formación y se inició el proyecto con la reunión de lanzamiento.

La principal diferencia en relación al proceso anterior es la importancia que se da a la calidad desde el principio del proyecto. TSPi es un proceso centrado en la reducción temprana de defectos, e incorpora en el plan de calidad aspectos de rendimiento de procesos y fases, revisiones formales, inspecciones y recuento de defectos.

Para la gestión del proyecto, se incorporaron las reuniones semanales y la monitorización del plan del proyecto en base al método del valor ganado. En la planificación de las tareas se establecieron planes semanales, lo que ayudó con respecto a la visibilidad del avance en el proyecto y su respectiva monitorización (ver figura 2).

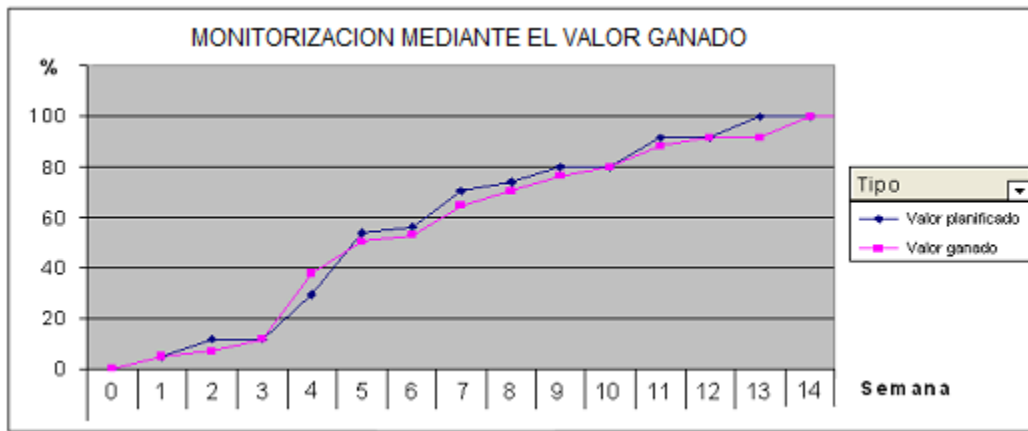


Figura 2. Monitorización del proyecto mediante el valor ganado.

Las reuniones semanales tenían por objetivo evaluar el calendario, los objetivos, los posibles riesgos, y la gestión de requerimientos.

En la Tabla 3 se resumen los principios básicos de TSPi que fueron aplicados.

Nuevo proceso	Anterior proceso
Proceso y roles bien delimitados	Proceso ambigüo con fases mal delimitadas.
Filosofía de equipo: colaboración y compromiso	Centrado tareas asignadas por el jefe proyecto
Calidad basada en la reducción temprana de defectos	Ante calendarios ajustados la calidad era relegada
Introducción de inspecciones formales en el proceso	Solo revisiones personales sin control de calidad
Delimitación realista y detallada del alcance	Se aceptan costes y tiempos sin definir el alcance
Monitorización del proyecto en base al valor ganado	No existía ningún mecanismo de monitorización
Reuniones semanales de seguimiento	No existían reuniones formales frecuentes

Tabla 3. Principios TSPi aplicados al nuevo proceso

## 5. Efectividad del nuevo proceso



Para poder verificar la mejora del nuevo proceso, se analizaron las estimaciones, la productividad y la calidad.

### 5.1. Objetivo 1: Reducir la desviación de las estimaciones

Como se observa en la Tabla 4, la desviación en las estimaciones se ha reducido. El porcentaje de reducción alcanzada se ha calculado a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Reducción} = 100 * (\text{PRO} - \text{Media Histórica}) / \text{Media Histórica}$$

Objetivo	Media histórica	PRO	% Reducción
% Desviación calendario	21,4%	7,7%	- 64,0%
% Desviación esfuerzo	55,9%	18,00%	- 67,8%
% Desviación tamaño	33,7%	22,6%	- 32,9%

Tabla 4. Fases del proyecto

La desviación obtenida en el proyecto piloto todavía es considerable, pero lo importante es la mejora alcanzada en el proceso (ver figura 3).

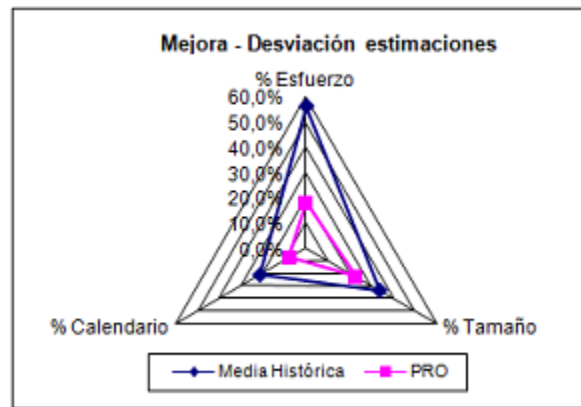


Figura 3. Desviación de las estimaciones en relación a la media histórica.

### 5.2. Objetivo 2: Verificar la mejora de la productividad

Para realizar esta verificación se ha analizado la densidad (ρ) de defectos a la entrega (Número de defectos eliminados en el momento de la entrega del producto por cada mil líneas de código), la productividad de las pruebas y la productividad del proceso de desarrollo.

Objetivo	Media histórica	PRO	Reducción
----------	-----------------	-----	-----------

$\rho$ Defectos a la entrega [def./KLOC]	2,0	1,2	- 40,0%
Prod. Pruebas [hra/KLOC]	33,4	13,2	- 60,5%
Prod. Proceso de desarrollo [hra/KLOC]	7,3	7,6	+ 4,1%

Tabla 5. Fases del proyecto

De los tres elementos mostrados en la Tabla 5, el que ha mejorado considerablemente es la productividad en las pruebas debido a la reducción de defectos antes de entrar en esta fase, gracias a actividades de revisión e inspección que sugiere TSPi en las fases anteriores.

### 5.3. Objetivo 3: Verificar la mejora de la calidad y del proceso

Para verificar la mejora de la calidad y determinar el grado de efectividad del proceso, se analizó la densidad de defectos en cada fase (Número de defectos eliminados al entrar a una fase por cada mil líneas de código). Una fase tiene calidad aceptable cuando la siguiente fase tiene una densidad de defectos menor o igual que la anterior [9].

Al ser un proceso centrado en la reducción temprana de defectos, TSPi propone llegar a la fase de pruebas con muy pocos defectos para que durante esta se logre identificar los restantes y se entregue al cliente un producto con la menor cantidad de defectos posible [9].

En la Figura 4 se analiza la densidad de defectos de cada fase y se observa que el nuevo proceso es más efectivo que el anterior porque la densidad de defectos se redujo conforme se avanzaba en el proceso.

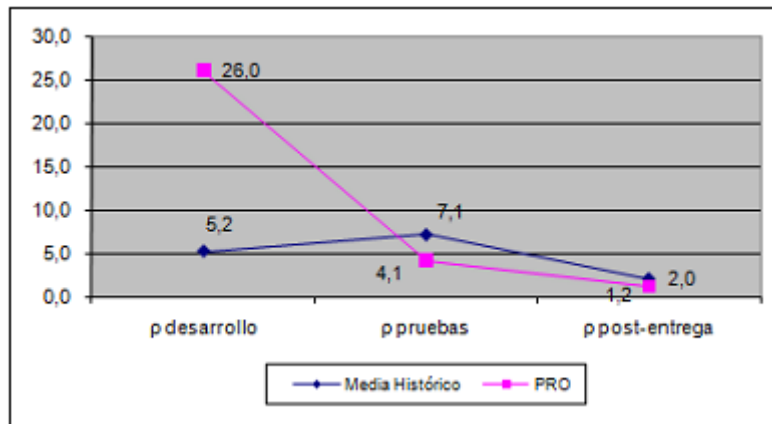


Figura 4. Mejora del proceso – Densidad de Defectos.

TSPi utiliza el “Rendimiento del proceso” (*Process Yield*) [9] para analizar la efectividad del proceso. La Figura 5 muestra el rendimiento del nuevo proceso centrado en la calidad, el cual alcanzó valores cercanos a los esperados por TSPi.

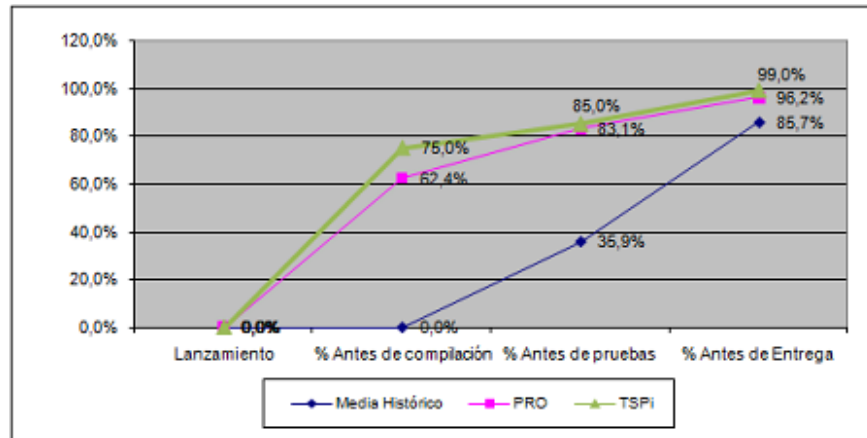


Figura 5. Mejora del proceso – Process Yield.

El coste de la calidad “COQ (*Cost of Quality*)” es otro aspecto importante a analizar. Tiene 3 componentes pero TSPi utiliza solamente dos: “ $COQ = Appraisal + Failure$ ” [9]:

- “*Appraisal cost*”: Coste de evaluar el producto y determinar su nivel de calidad. Incluye actividades de revisión e inspección.
- “*Failure cost*”: Coste de diagnosticar un fallo y hacer las correcciones necesarias. Incluye actividades de compilación y pruebas.

La proporción del COQ no ha variado en el nuevo proceso (ver figura 6).

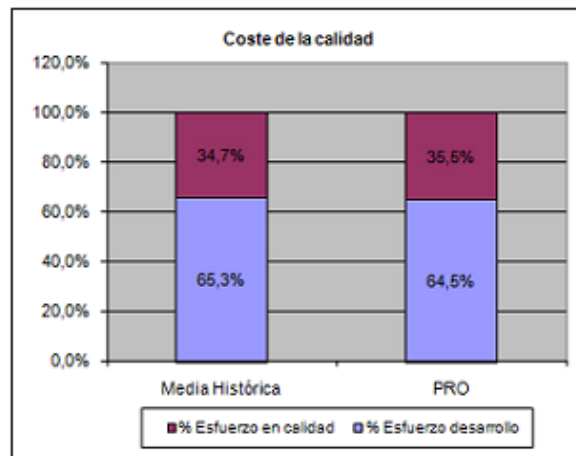


Figura 6. Mejora del proceso – Coste de la calidad.

A primera vista no se puede apreciar ninguna mejora, pero cuando se desglosa el coste de la calidad en sus dos componentes y se comparan entre sí, la mejora es evidente (ver figura 7).

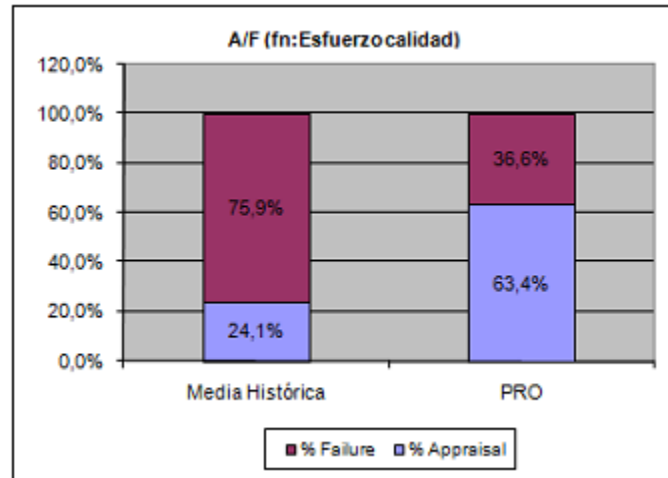


Figura 7. Mejora del proceso – Appraisal vs. Failure Cost.

## 6. Conclusiones

El uso de los principios de TSPi en el nuevo proceso ha permitido alcanzar los objetivos del proyecto en base a las siguientes consideraciones:

1. La integración del equipo, la delimitación del alcance funcional, el plan de proyecto detallado, la gestión de requerimientos, las reuniones semanales y la monitorización realizada con el método del valor ganado han incrementado la productividad y calidad del desarrollo.
2. Al aplicar la reducción temprana de defectos, la productividad en la fase de pruebas ha mejorado y el re-trabajo empleado ha disminuido.
3. Las actividades de revisión e inspección, y el plan de calidad, han permitido mejorar la calidad del producto. El equipo de desarrollo entendió la fase de pruebas como una actividad de evaluación de la calidad en lugar de una actividad de detección de defectos.

Sin necesidad de una inversión considerable, se ha demostrado que basarse en una definición de procesos operativa existente como es TSPi puede ser una solución de mejora intermedia para las microempresas.

## Referencias

- [1] International Process Research Consortium. IPSS White Paper, *Improving Process in Small Settings*, 2006. <http://www.sei.cmu.edu/iprc/ipss-white-paper-v1-1.pdf>
- [2] Standish group. *2007 CHAOS Report*, 2007
- [3] Garcia, S. Graettinger, C., Kost K., *Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*. SEI Special Report CMU/SEI-2006-SR-00, 2006.
- [4] Glazer, H., *Time to Market vs. Process Discipline*. 2006  
<http://www.sei.cmu.edu/iprc/sepg2006/glazer.pdf>
- [5] Garcia, S., *Thoughts on Applying CMMI in Small Settings*. 2005  
<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/adoption/pdf/garcia-thoughts.pdf>
- [6] Serrano, M., Montes, C., Cedillo, K., *An Experience on Implementing the CMMI in a Small Organization Using the TSP*, pp. 81-92, 2006.  
<http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/06.reports/pdf/06sr001.pdf>
- [7] Noopur, D., *The Team Software Process in Practice: A Summary of Recent Results*. SEI Technical Report CMU/SEI-2003-TR-014, 2003.
- [8] Humphrey, W., *TSP: Coaching Development Teams*. Addison-Wesley, 2006.
- [9] Humphrey, W., *Introduction to the Team Software Process*. Addison-Wesley
- [10] Calvo-Manzano, J., Gonzalo, C., San Feliu, T., Caballero, E., *TSPi benefits in a software project under a Small Settings environment*. International Journal "Information Technologies and Knowledge" Vol.2 / 2008, pp. 245-250., 2008.