



## **XXIII Edición del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

# **LIBRO de ACTAS**

**Abril 2021 - Chilecito – La Rioja – Argentina**

Universidad Nacional de Chilecito - UNdeC

Red de Universidades con Carreras de Informática - RedUNCI

Frati, Fernando Emmanuel

XXIII Edición del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación / Fernando Emmanuel Frati ; Fernanda Beatriz Carmona. - 1a ed adaptada. - Chilecito : UNdeC, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-24611-3-3

1. Computación. I. Carmona, Fernanda Beatriz. II. Título.  
CDD 004.071

## APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA CONTRIBUIR CON LA CALIDAD DEL SOFTWARE EN SISTEMAS DE GESTIÓN Y SISTEMAS CRÍTICOS

Irrazabal, Emanuel Dapozo; Gladys N.; Greiner, Cristina;  
Company, Ana M.; Mascheroni, Agustín, Acevedo, Joaquín

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.  
Universidad Nacional del Nordeste  
{eirrazabal, gndapozo, cgreiner, eirrazabal, mascheroni }@exa.unne.edu.ar,  
anamacom@gmail.com

### RESUMEN

Este es el cuarto y último año del proyecto F018-2017; una continuación de los proyectos F07-2009 y F10-2013, ambos enfocados en modelos, métodos y herramientas para la calidad del software. Este tercer proyecto aborda los temas emergentes en el área de la calidad de software, en particular, aspectos vinculados con la validación de requerimientos software, la gestión de los procesos administrativos mediante herramientas software y la entrega continua de productos software. El equipo de trabajo busca promover y generar métodos y herramientas que contribuyan a mejorar la calidad del proceso y del producto software.

En particular, se está trabajando en el desarrollo de modelos de prueba continua dentro de la disciplina de entrega continua, en la eficiencia de los sistemas en organismos públicos mediante el enfoque de procesos de negocios, la construcción de un modelo de procedimientos para la gestión de requerimientos en entidades agrícolas con una cultura organizacional jerárquica y la validación de requerimientos software. A la par, se está desarrollando el proyecto PI-F17-2017 donde en el último año se han realizado investigaciones en calidad de la arquitectura software para sistemas críticos de altas prestaciones.

**Palabras clave:** calidad de software,

gestión de procesos de negocio, entrega continua, ingeniería de requerimientos

### CONTEXTO

Las líneas de Investigación y Desarrollo presentada en este trabajo corresponden a los proyectos PI-F17-2017 “Análisis e implementación de tecnologías emergentes en sistemas computacionales de aplicación regional” y PI-17F018 “Metodologías y herramientas emergentes para contribuir con la calidad del software”, acreditado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) para el periodo 2018-2021.

En este marco se acompaña con el asesoramiento al proyecto PID 7057 sobre "Ingeniería de Software", de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER).

### 1. INTRODUCCIÓN

Las características de un producto software necesitan ser cada vez más complejas para satisfacer a los usuarios [1]. Esto genera avances constantes que se traducen en una gran cantidad de nuevas técnicas y tecnologías relacionadas con el desarrollo de software [2]. Pero el desafío sigue siendo llevar adelante un proceso de desarrollo que termine en un plazo acordado con unos atributos de calidad esperados, como, por ejemplo la mantenibilidad o la usabilidad.

En este sentido, la calidad del software está formada por diferentes factores y apoyados por herramientas que automatizan su medición. Por lo tanto, las nuevas tecnologías y técnicas emergentes muchas veces no tienen el conjunto de herramientas necesarias para la medición y mejora de la calidad del producto software resultante [3]. Por ello la necesidad de investigar en el uso y adecuación de las tecnologías emergentes incorporando aspectos de calidad del software.

Siguiendo con este mismo enfoque y con el objetivo de lograr una mayor satisfacción del cliente, es crítico para las organizaciones entregar productos de calidad de manera aún más rápida. Esto dio lugar al surgimiento de un nuevo enfoque denominado “Entrega Continua de Software”, más conocido en inglés como Continuous Delivery (CD). En este enfoque los equipos mantienen la producción de software en ciclos cortos de tiempo, asegurando que el producto pueda ser lanzado de manera fiable en cualquier momento [4] [5].

Nuevamente, uno de los principales problemas de estos enfoques estaría en la calidad del producto software. Ésta puede disminuir, dado que, al realizarse los despliegues del sistema con mayor frecuencia, aparecen más defectos en el producto [5]. Por tanto, es esencial desarrollar un enfoque de priorización de los diferentes aspectos en la calidad del producto software, teniendo en cuenta la forma de trabajo actual de las empresas de desarrollo software.

Para adoptar este enfoque, se utiliza el concepto de Tubería de Despliegue (DP - Deployment Pipeline), un estándar para automatizar el proceso de CD [6].

Desde el enfoque de los procesos de construcción también existen desafíos, no solamente desde el sector privado sino también en el sector público. La gestión de procesos de negocio se basa en la idea de que cada producto es el resultado de un conjunto de actividades que se realizan a fin de obtener dicho producto. Por este

motivo, la correcta y eficiente gestión de los procesos de negocio es un aspecto importante para la productividad de toda organización, ya que permite identificar las tareas, el orden de ejecución de las mismas y las personas responsables de realizarlas [7]. En las entidades privadas con una estructura piramidal también se ven los mismos problemas, que pueden ser atacados mediante el ajuste de los procedimientos y el desarrollo de personalizaciones, especialmente en la obtención y validación de los requerimientos.

En la línea de Ingeniería de Software para sistemas críticos, cada vez es más común trabajar con sistemas de propósitos dedicados, especialmente en aplicaciones como la de los procesos industriales, la automotriz, o la aviónica. En particular, ciertas aplicaciones son usadas en entornos críticos de tal manera que los fallos podrían provocar pérdidas financieras o incluso pérdida de vidas humanas [8]. Como respuesta a esto existen marcos regulatorios que estipulan la necesidad de demostrar la seguridad del sistema construido. Respecto del software embebido los estándares principales en sistemas críticos provienen de la normativa IEC 61508 – parte 3. En particular, en el apartado 7.4.3 de la norma IEC 61508-3 se especifican las buenas prácticas al construir la arquitectura del software en términos de actividades, documentación, especificación integral de cada módulo de la arquitectura y uso de buenas prácticas de programación. Actualmente existen diferentes estudios que presentan arquitecturas software para sistemas críticos, pero no emergen arquitecturas estándar por nivel de seguridad integral y orientadas a cubrir la mayor cantidad de dominios de problemas.

Por lo tanto, las líneas de trabajo del proyecto tienen que ver con características de calidad de calidad del producto software y del proceso de desarrollo, tanto en sistemas tradicionales como en sistemas críticos.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

A continuación, se describen las siguientes líneas de investigación y desarrollo:

### *Entrega continua*

Se está realizando el desarrollo de un modelo de mejora y evaluación de pruebas continuas de software teniendo en cuenta los principales problemas presentados por la literatura científica y la industria. Como primera medida se han realizado revisiones sistemáticas de la literatura y como segundo paso el desarrollo de encuestas a grandes empresas mundiales.

El paso siguiente fue la creación de un primer modelo formado por distintas etapas de pruebas basándose en la Tubería de Despliegue. Actualmente el modelo se está validando en un proyecto argentino a nivel nacional y en 10 proyectos internacionales con equipos ágiles.

### *Gestión de requerimientos y de procesos de negocio*

La validación de requerimientos es un proceso continuo en el proyecto de desarrollo de software con el fin de asegurar que los requerimientos elicidados sean representaciones exactas de las necesidades y expectativas de los usuarios. Esta actividad contribuye a mejorar la calidad de los requerimientos, reducir costos, tiempos y riesgos en el desarrollo de software. En este proyecto se aborda el estudio de técnicas y herramientas libres para la validación de requerimientos de software con el objetivo de contribuir con información que apoye la actividad de los profesionales del sector de desarrollo de software, en cuanto a lograr la integridad de la especificación de los requerimientos de software [9].

Actualmente se está trabajando en el desarrollo de procedimientos para la gestión de requerimientos tanto en el sector público como en el sector privado.

Respecto del sector público el objetivo es lograr un prototipado rápido de aplicaciones con alto contenido de procedimental, pasos secuenciales y controles cruzados de información apoyado por esquemas visuales de procesos de negocio. una de las herramientas más utilizadas es Bonita [10]. En esta línea de investigación también se busca realizar un modelo de trabajo para mejorar la gestión del proceso administrativo de las instituciones públicas. Por un lado, el modelado mediante la notación BPM y por otro lado el desarrollo de prototipos rápidos mediante la herramienta antes descrita.

Finalmente, para el sector privado se están realizando pruebas piloto de desarrollos personalizados para la gestión ágil de requerimientos software. En particular, los modelos propuestos buscan mejorar las validaciones en entornos de empresas tradicionales.

### *Arquitectura software para sistemas críticos*

Esta línea de trabajo ha construido un modelo de procesos para la gestión de requerimientos de software en sistemas críticos, la comparación de patrones de arquitectura de sistemas críticos respecto de la mantenibilidad, el análisis de estrategias de arquitectura, la gestión de la calidad del producto software y, finalmente, un modelo de mejora continua basada en ISO 9001. Este año se trabajará en el diseño de componentes software de acuerdo con las buenas prácticas de la norma IEC 61508-3.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

En el marco de este proyecto y respecto de la línea de gestión de procesos se lograron los siguientes objetivos:

En la temática sobre investigación sobre validación de requerimientos, se realizó un análisis comparativo de las herramientas para determinar la performance de su

aplicación en base a determinados criterios de evaluación establecidos previamente [9] y se evalúan técnicas para la validación de requerimientos en entornos de trabajo para el desarrollo de software [11]

En [12] se realizó una revisión sistemática sobre las técnicas, métodos o herramientas disponibles para la validación de los requerimientos software desde el punto de vista de las metodologías ágiles. Los artículos analizados fueron adquiridos desde las fuentes SCOPUS, ACM y IEEE. Se han analizado 40 trabajos donde se puede ver como existe una continua búsqueda para lograr el objetivo de maximizar la calidad, ya sea de requerimientos o de procesos, utilizando diferentes técnicas y modelos, buscando el orden y calidad así como la entrega continua y reducción de tiempos y trabajo en equipo fusionando o creando técnicas, modelos, procedimientos, los cuales utilizan herramientas para la gestión de dirección de proyectos, gestores de incidencia y modelado evidenciando que los trabajos que han fusionado técnicas han podido ser probados y validados en entornos empresariales. Finalmente, para la mejora de procesos de gestión de requerimientos en la Administración Pública se está trabajando en el diseño del Estudio de Caso en un ente autárquico de la provincial de Corrientes y en su puesta en marcha.

En [13] se desarrolló un marco metodológico aplicable al desarrollo de software en el Sistema de Información Universitaria (SIU), que permita la construcción de un proceso de pruebas continuas, así como la propuesta de un marco tecnológico para implementar y dar soporte a dicho proceso de pruebas continuas. La validación del modelo de procesos para pruebas continuas en el SIU fue realizado sobre el proyecto SIU-Araí. Para lograr la implementación del modelo, se seleccionó una serie de procesos, etapas y actividades. Su implementación permitió obtener retroalimentación con el desarrollo real del proyecto, reflejando el impacto que

produce la automatización en la ejecución y validación de pruebas de software. El proyecto SIU-Araí mejoró la forma de realizar el despliegue (antes una tarea manual de 30 minutos y ahora una tarea de 2 minutos de fácil automatización), introdujo nuevas pruebas de software específicas sobre los módulos y expuso errores de desarrollo de manera temprana en el ciclo desarrollo del proyecto.

En la línea de Ingeniería de Software para la Entrega Continua se desarrolló el modelo de Continuous Testing Improvement Model (CTIM) y la herramienta de evaluación en línea EvalCTIM

La validación fue realizada mediante la técnica de Investigación-Acción con cuatro casos de estudio y un ciclo inicial teórica.

En la línea de Ingeniería de Software para Sistemas Críticos se realizó un estudio secundario amplio y sistematizado sobre las arquitecturas software aplicadas en el dominio de los sistemas críticos, el nivel de seguridad alcanzado y las herramientas utilizadas para lograrlo. Para ello se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura para identificar estudios publicados desde enero de 1999 a diciembre de 2019 sobre arquitecturas software para sistemas críticos. Como resultado se identificaron los tipos de arquitectura más utilizados de acuerdo al nivel de seguridad pretendido. Asimismo, se encontró evidencia de estudio en diferentes dominios de aplicación, con especial hincapié en las normativas automotrices e industriales [14].

## **FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

En esta línea del Grupo de Investigación sobre Calidad de Software (GICS) están involucrados 3 docentes investigadores, 1 tesista de doctorado, 1 becario de investigación de pregrado, 3 tesistas de maestría que finalizaron el cursado en el año 2018 y 1 tesista de maestría de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

#### 4. REFERENCIAS

- [1] M. Lehman, "On Understanding Laws, Evolution and Conservation in the Large Program Life Cycle", *J. of Sys. and Software*, vol. 13, pp. 213-221, 1980.
- [2] Randell, Brian. "Fifty Years of Software Engineering-or-The View from Garmisch." *arXiv preprint arXiv:1805.02742* (2018).
- [3] Kong, Pingfan, et al. "Automated testing of android apps: A systematic literature review." *IEEE Transactions on Reliability* 99 (2018): 1-22.
- [4] L. Chen, "Continuous Delivery: Huge Benefits, but Challenges Too" in *IEEE Software* 03/2015. V. 32(2).
- [5] J. Humble and D. Farley. "Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation", 1st ed. Boston, US: Pearson Education, 2010.
- [6] O. Prusak. "Continuous Testing: The Missing Link in the Continuous Delivery Process". *Blaze Meter*. 2015. <https://blazemeter.com/blog/continuous-testing-missing-link-continuous-delivery-process>
- [7] Patricia Bazan. "Implementación de Procesos de Negocio a través de Servicios aplicando Metamodelos, Software Distribuido y Aspectos Sociales". Tesis presentada para obtener el grado de doctor en ciencias informáticas. 2015.
- [8] International Electro-technical Commission IEC, "IEC 61508: Functional safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety-related systems." 199
- [9] Santana S.R., Perero L.R., Delduca A.G., Dapozo G.N. (2020) Evaluation of Open Source Tools for Requirements Management. In: Pesado P., Arroyo M. (eds) *Computer Science – CACIC 2019*. CACIC 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1184.
- [10] <https://es.bonitasoft.com/plataforma-bonita>
- [11] Sonia R. Santana, Lucrecia R. Perero, Amalia G. Delduca, Gladys N. Dapozo. Evaluación de técnicas para la validación de requerimientos en entornos de trabajo para el desarrollo de software. XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- [12] Pereyra Coimbra, R., Carruthers, J., Pinto, J., & Irrazábal, E. (2020). Personalización de técnicas ágiles en el desarrollo de software para la obtención de requisitos de calidad en Pymes: una revisión sistemática de la literatura. *Electronic Journal of SADIO (EJS)*, 19(2), 76-93. Recuperado a partir de <https://publicaciones.sadio.org.ar/index.php/EJS/article/view/169>
- [13] Trabajo Final de Maestría en Tecnologías de la Información Diseño y construcción de una metodología de pruebas continuas aplicable al modelo de desarrollo de software dentro del Sistema de Información Universitaria Autor: Lic. Sergio Fabián Vier
- [14] Joaquín Acevedo, Andrea Lezcano, Juan Pinto Oppido, Emanuel Irrazábal. Revisión sistemática de la literatura sobre implementación de arquitecturas software para sistemas críticos, CACIC 2020.