

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

Pablo Vázquez¹ [0009-0003-0528-4874], Marisa Panizzi¹ [0000-0002-9699-1544],
Rodolfo Bertone² [0000-0003-0609-0310]

¹ Programa de Maestría en Ingeniería en Sistemas de Información. Escuela de Posgrado.
Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires (UTN-FRBA).
Medrano 951. CABA, Argentina.

² Facultad de Informática -Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI).
Universidad Nacional de La Plata, 50 y 120. La Plata, Argentina.
vazpablo@gmail.com, mpanizzi@frba.utn.edu.ar, pbertone@lidi.unlp.edu.ar

Resumen. La creciente demanda de productos software de calidad, exige a las desarrolladoras de software, el uso de estándares y metodologías que aseguren la entrega de dichos productos software con la calidad requerida. El despliegue es el proceso de software, por el cual se hace la transferencia del sistema de software a la empresa cliente. Para las PyMES es fundamental mejorar sus procesos para ser competitivas. Es necesario que lleven adelante iniciativas que contribuyan con el desarrollo y mejora de su competitividad. El uso de métricas en el proceso de despliegue permite llevar el control de todas las actividades y tareas, reducir costos por retrabajo, evitar retrasos en la entrega del producto software, y aumentar la calidad del proceso. En este artículo se presentan los resultados de la validación de las métricas diseñadas para el proceso de despliegue de sistemas de software mediante dos estudios de casos desarrollados en PyMES de Argentina.

Palabras clave: métricas, proceso de despliegue, sistemas de software, estudios de casos, PyMES de Argentina.

1. Introducción

El despliegue de sistemas de software es un proceso crucial del ciclo de vida de desarrollo de software porque después de un despliegue exitoso, el sistema de software finalmente está operativo para que el cliente pueda beneficiarse económicamente de su uso [1].

El proceso de despliegue contiene prácticas que tienden a presentar problemas, como falta de componentes (en general externos), descargas incompletas e instalaciones erróneas, retrabajo por falta de capacidades y competencias tecnológica tanto de los recursos informáticos como los usuarios finales [2]. Los problemas que pueden ocurrir en la fase de despliegue se transfieren y eventualmente resuelven como parte de la fase de mantenimiento, por lo tanto, contar con un despliegue eficiente de software se debería ahorrar recursos en términos de costo y esfuerzo [1].

Con la aparición de un gran número de empresas de software transformó a la industria del software haciéndola más competitiva. La mejora en la calidad del software se ha convertido en un factor clave de éxito que permite a las empresas lograr una

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

ventaja competitiva y es esencial para la calidad del producto, la sostenibilidad comercial y el crecimiento [3].

En Argentina, la industria del software se compone mayoritariamente por PyMES, representando casi el 80% del sector [4] y requieren procesos sistematizados y de calidad que contribuyan con el desarrollo y mejora de competitividad frente al mercado.

En consecuencia, dada la relevancia del proceso de despliegue, los inconvenientes que conlleva un despliegue inadecuado más la necesidad de las PyMES de disponer de procesos sistematizados y de calidad para la entrega de sistemas de software que satisfagan las necesidades de sus clientes, llevo a definir un conjunto de métricas para el proceso de despliegue de sistemas de software en PyMES de Argentina

Para el diseño de las métricas se siguieron los siguientes pasos: el estado del arte mediante un mapeo sistemático de la literatura [5] y un estudio de caso desarrollado en una PyME de Argentina para obtener retroalimentación, por parte de profesionales de la industria con el fin de refinar y completar el conjunto de métricas [6].

En este artículo se presentan los resultados de la validación de las métricas diseñadas para el proceso de despliegue de sistemas de software mediante dos estudios de casos desarrollados en PyMES de Argentina.

El artículo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta una descripción general del diseño de las métricas, en la Sección 3 se describen los estudios de casos. En la Sección 4 se presenta un análisis de las amenazas a la validez y, finalmente, en la Sección 5 se exponen las conclusiones y trabajos futuros.

2. Descripción general del diseño de las métricas

Para la definición de las métricas, se contemplaron las actividades y tareas del “proceso de transición” (en inglés, *Transition Process*) del estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017 [7] por ser un estándar reconocido internacionalmente.

Se utilizó la clasificación de métricas propuesta por la familia del estándar ISO/IEC 9126 [8],[9],[10],[11], según su naturaleza: métricas básicas, métricas agregadas y métricas derivadas.

Para organizar el conjunto de métricas definidas para el proceso de despliegue de sistemas de software, se consideró una visión de métricas basada en tres dimensiones, también denominada “visión tridimensional” del proceso de despliegue [12], compuesta por las dimensiones “Proceso”, “Producto” y “Persona”. La dimensión “Proceso” dado que resultan de interés las fases o etapas, actividades y tareas que lo componen. La segunda dimensión, “Producto”, contempla las características del producto de software como la complejidad de instalación, los requisitos de instalación, la integración con la infraestructura del cliente y el tamaño, entre otras. Y finalmente, la última dimensión “Persona”, se la considera debido a la existencia del *peopleware* y su impacto en el proceso de despliegue de sistemas de software. Por restricciones de espacio, las métricas diseñadas para cada una de las dimensiones se encuentran en un anexo [13].

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

3. Estudios de casos

En esta sección, se presentan dos estudios de casos (EC1, EC2) realizados en PyMES desarrolladoras de software de Argentina con el propósito de validar la aplicabilidad del conjunto de métricas diseñadas con el propósito de completarlas y refinarlas si fuera necesario. Para la realización y reporte de los estudios de casos se siguieron las directrices propuestas por Runeson *et al.* [14].

3.1 Objetivos y preguntas de investigación (PI) de los estudios de casos

En la Tabla 1 se presenta el objetivo de los estudios de casos siguiendo el paradigma *Goal-Question-Metric* de Basili *et al.* [15].

Analizar	la documentación del despliegue de sistemas de software.
con el propósito de	evaluar la aplicabilidad de las métricas,
con respecto a	a las dimensiones “Proceso”, “Producto” y Persona”.
desde el punto de vista	de profesionales de la industria del software,
en el contexto de	PyMES de Argentina.

Tabla 1. Objetivo de los estudios de casos.

Para alcanzar este objetivo se plantearon las siguientes preguntas de investigación (PI):

PI1: ¿Que mediciones se llevaron a cabo durante las actividades del proceso de despliegue de sistemas de software (identificación y análisis)?

A través de esta pregunta, se busca obtener la información de las métricas que se recolectaron durante la ejecución del proceso de despliegue y el uso dado por la consultora para compararlo con la propuesta realizada.

PI2: ¿De qué manera se puede fortalecer el proceso de despliegue de sistemas de software en esta empresa?

Con esta pregunta se intenta determinar la forma en que la consultora puede fortalecer su proceso de despliegue, para esto se propone un conjunto de métricas identificando su objetivo y la forma de cálculo.

3.2 Contexto, caso y unidad de análisis

De acuerdo con la clasificación de Yin [16] los dos estudios de casos son holísticos y de casos únicos caracterizados por los elementos que se presentan en la Tabla 2. Se utilizó la clasificación de PyMES en Argentina según la cantidad de empleados [17].

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

Tabla 2. Contexto, caso y unidad de análisis de los estudios de casos (EC1, EC2).

Estudios de casos	Contexto	Caso	Unidad de análisis
EC1	PyME Mediana de tramo 2 desarrolladora de software sistemas radicada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la misma cuenta con un plantel de 430 empleados.	Despliegue de un Portal de Recursos Humanos realizado en una entidad bancaria de la República Argentina.	Documentación del despliegue de un Portal de Recursos Humanos.
EC2	PyME Mediana tramo 1 de sistemas radicada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la misma cuenta con un plantel de 60 empleados.	Despliegue de un Sistema de Gestión para una agencia de publicidad de la República Argentina.	Documentación del despliegue de un Sistema de Gestión.

3.3 Preparación para la recolección de los datos

En los estudios de casos participaron los dos jefes de proyectos de cada una de las PyMEs.

Las actividades de formación a los dos jefes de proyectos se realizaron de manera virtual vía la plataforma *Meet*. La duración de la formación en cada empresa ha sido de 1 sesión de 3 horas. Una vez finalizada la formación se mantuvo contacto permanente con la empresa vía telefónica, *WhatsApp* y por videoconferencia para la resolución de dudas que surgieron durante la aplicación de las métricas por parte de los jefes de proyectos durante un mes aproximadamente. Finalizado el despliegue, los jefes de proyectos de cada uno de los estudios de caso facilitaron la documentación generada durante dicho proceso para analizar la aplicación de las métricas propuestas.

Para la recolección de los datos se utilizó una técnica de tercer grado combinada con un método independiente según la clasificación propuesta en [18].

Se utilizó una plantilla con un esquema de codificación compuesto de 3 grupos (A1 Preparación del despliegue, A2 Realización del despliegue y A3 Gestión de los resultados del despliegue), cada uno de ellos coinciden con las 3 actividades del proceso técnico “Transición” del estándar ISO/IEC/IEEE 12207:2017 [7]. Para recolectar la información sobre las métricas utilizadas, se utilizó la codificación propuesta en la sección 2. En la Tabla 3 y en la Tabla 4 se presenta la trazabilidad de la documentación analizada de cada uno de los estudios de casos utilizando las plantillas diseñadas para la recolección de los datos.

Tabla 3. Trazabilidad de la documentación analizada para el EC1.

Documentos / Actividades	A1	A2	A3
Plan de trabajo	CAP, HEP, PAP PEP, ET, TP, ESF		
Informe de avance		%DesvioCap %DesvioHE %DesvioPEnt %AvanceE %AvancePA	

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

	%DesvioPA %DesvioEsf %AvanceTR %DesvioTR %DensidadD	
Informe de cierre		%DesvioCap %DesvioHE %DesvioPEnt %AvanceE %AvancePA %DesvioPA %DesvioEsf %AvanceTR %DesvioTR %DensidadD
Casos de Prueba del despliegue	CantDef %DensidadD	

Tabla 4. Trazabilidad de la documentación analizada para el EC2.

Documentos/ Actividades	A1	A2	A3
Plan de despliegue	CAP, HEP, PAP PEP, ET, TP ESF, E, VELH		
Informe de avance		%DesvioCap %DesvioHE %DesvioPEnt %AvanceE %AvancePA %DesvioPA %DesvioEsf %AvanceTR %DesvioTR %DensidadD PRD PRDT CAPR	
Cierre del despliegue			%DesvioCap %DesvioHE %DesvioPEint %AvanceE %AvancePA %DesvioPA %DesvioEsf %AvanceTR %DesvioTR %DensidadD PRD PRDT VEL
Plan de Capacitación	CAP		
Casos de prueba	PA	PAE	PAE
Informe de ejecución de pruebas del despliegue		CantDef %DensidadD	

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

3.4 Análisis e interpretación de los resultados

En esta sección, en primer lugar, se presentan los resultados obtenidos del EC1 y EC2 sobre la aplicación de las métricas para dar respuesta a la PI1 (Ver Tabla 5). En segundo lugar, se describen las propuestas de mejora (informes entregados a las PyMEs) que permitió dar respuesta a la PI2 (ver Tabla 6).

Tabla 5. Resultados obtenidos para dar respuesta a la PI1 (EC1 y EC2).

Estudio de caso	Actividad 1. Preparación del Despliegue	Actividad 2. Ejecución del Despliegue	Actividad 3. Gestión de resultados del despliegue
EC1	<ul style="list-style-type: none"> Planificación de las tareas a desempeñar. Estimación del esfuerzo de cada una de las tareas. Casos de test diseñados. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro del avance de las tareas. Casos de test ejecutados de forma incompleta. Registro de defectos. Ejecución de tareas no planificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Problemas con los repositorios de software. Múltiples inconvenientes técnicos y del producto impactaron fuertemente en la calidad final del producto y la satisfacción de los usuarios.
EC2	<ul style="list-style-type: none"> Planificación de las tareas a desempeñar. Estimación del esfuerzo del despliegue y de cada una de las tareas. Casos de prueba diseñados. 	<ul style="list-style-type: none"> Registro del avance y desvío de las tareas. Casos de test ejecutados de forma inconsistentes. Registro de defectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Desvíos en la planificación. Esfuerzo mayor al planificado. Inconsistencia entre ambientes de QA y Producción.

Tabla 6. Informes con las propuestas de mejora en respuesta a la PI2.

Informe EC1	Informe EC2
<ul style="list-style-type: none"> Planificar y estimar cada una de las fases del ciclo de vida de desarrollo del software. Realizar mediciones en todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de software. Identificar las mediciones relevantes. Elaborar el plan de pruebas de despliegue. Identificar las capacidades necesarias para llevar adelante cada una de las actividades del despliegue. Identificar los riesgos del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Las mediciones de software son el mejor método de control y contribuyen a la toma temprana de decisiones. Definir de manera clara y precisa las actividades a realizar desde el inicio. Ambientes de calidad parecidos a los de producción. Planificar y estimar para mostrar avances constantes que den valor al cliente. Identificar las mediciones relevantes para cada fase del ciclo de vida de desarrollo del software. Identificar los riesgos del proceso.

4. Amenazas a la validez

Para analizar la validez de los estudios EC1 y EC2 se tuvieron en cuenta los factores propuestos en [14]:

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

- Validez de constructo. Los resultados se obtuvieron en base al análisis documental realizado y de la aplicación del conjunto de métricas para el proceso de despliegue de sistemas de software en dos contextos reales, lo que nos permitió responder a las preguntas de investigación definidas, determinando su pertinencia e idoneidad para el caso.
- Validez interna. La documentación utilizada pertenece a dos casos reales de la República Argentina. Para lograr una mayor precisión y validez del proceso estudiado, se reconoce la necesidad de combinar la fuente de datos (documentación del proyecto) con otro tipo de fuente, como entrevistas y / o grupos focales para garantizar una "triangulación de datos (fuente)". Además, los datos cualitativos recopilados y analizados podrían combinarse con datos cuantitativos resultantes del proyecto, asegurando así una "Triangulación Metodológica".
- Validez externa. El uso de solo dos estudios de caso puede limitar la generalización de los resultados. Sin embargo, se realizó un estudio preliminar en [6] y en este caso se considera necesario informar sobre estos hallazgos, ya que sirve como un incentivo para que otros investigadores repitan nuestro estudio en diferentes estudios de casos.
- Fiabilidad. Los datos de EC1 y EC2 fueron recopilados por un solo investigador. Aunque fueron analizados con los directores de tesis, esto puede considerarse como una amenaza para la investigación. Para agregar un mayor grado de confiabilidad, sería aconsejable que otro investigador aplique la plantilla con la codificación diseñada en otros estudios de casos.

5. Conclusiones y trabajos futuros

Se presentaron los resultados de EC1 y EC2 para determinar la viabilidad de la aplicación de un conjunto de métricas para el proceso de despliegue de sistemas de software en un entorno real.

A continuación, se detallan las conclusiones obtenidas después de llevar a cabo los estudios de caso:

- Se constató, que los profesionales que participaron en los estudios de casos consideran que las métricas propuestas impactan positivamente en la mejora de la calidad de los despliegues de los sistemas de software de sus PyMES.
- Como fortaleza de las métricas propuestas se encuentra la flexibilidad que aporta al poder aplicarse las justas y necesarias de acuerdo con las actividades y tareas a realizarse durante el despliegue, permitiendo a las PyMES llevar a cabo sus despliegues de sistemas de software desarrollados de manera sistematizada y controlada, adecuándose a sus recursos y necesidades.
- Los estudios de casos permitieron identificar a través del análisis documental falencias en el uso de métricas, ya que algunas de las mismas no lograron aplicarse en ninguno de los estudios de casos.
- También nos permitió elaborar una serie de recomendaciones para que la empresa implemente y mejore su proceso de despliegue, así como para introducir el uso de métricas para futuros despliegues de sistemas de software. Además, se sugirió el

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

uso de métricas para otros procesos del ciclo de vida de desarrollo de software.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los estudios de caso, como futuros trabajos se identifican: (a) aplicar las métricas a otros tipos de sistemas de información y recolectar información mediante una encuesta basadas en TAM (*Technology Acceptance Model*), con el objetivo de analizar el nivel de aceptación y de utilidad de la aplicación para el proceso de despliegue de sistemas de software, (b) aplicar las métricas en otros tipos de empresas, como por ejemplo empresas emergentes (Startups) o empresas de mayor tamaño para recolectar feedback por parte de los usuarios y contrastarlo con los resultados obtenidos en PyMES, (c) proponer nuevas métricas basadas en indicadores obtenidos a partir del diseño de encuestas de satisfacción.

Referencias

1. Subramanian, N. (2017). The software deployment process and automation. *CrossTalk*, 30(2):28-34.
2. Jansen S., Brinkkemper S. (2006). Definition and validation of the key process of release, delivery and deployment for product software vendors: Turning the ugly duckling into a swan IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM, art. no. 4021334, pp. 166-175.
3. Abushama, H. (2016). PAM-SMEs: process assessment method for small to medium enterprises. *Software: Evolution and Process*, 28(8):689 –711.
4. OPPSI-CESSI. (27 de 04 de 2019). Reporte anual del sector de software y servicios informáticos de la República Argentina del año 2018. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Cámara de la Industria Argentina de Software (CESSI).
5. Vázquez P., Panizzi M. y Bertone R. (2021). Métricas para el proceso de despliegue de sistemas software: Un mapeo sistemático. *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*. Vol. II, ed. 6, pp. 386-396. ISBN 978-958-53278-6-3.
7. Vázquez P., Panizzi M., Bertone R. (2021). Refinamiento de métricas para el proceso de despliegue de sistemas de software: Estudio de caso. In *Proceedings of the IADIS Ibero American Conference Applied Computing (CIACA 2021)*. Del 18 al 19 de noviembre de 2021. ISBN 978-989-8704-35-1.
8. ISO/IEC/IEEE 12207:2017(E). (2017). *Systems and software engineering — Software life cycle processes*.
9. ISO/IEC 9126-1. (2001). *Software engineering - Product quality - Part 1 Quality model*.
10. <http://www.iso.org/iso/home.html>.
11. ISO/IEC 9126-2. (2003). *Software engineering - Product quality - Part 2 External metrics*.
12. <http://www.iso.org/iso/home.html>.
13. ISO/IEC 9126-3. (2003). *Software engineering - Product quality - Part 3 Internal metrics*.
14. <http://www.iso.org/iso/home.html>.
15. ISO/IEC 9126-4. (2004). *Software engineering - Product quality - Part 4 Quality in use metrics*. <http://www.iso.org/iso/home.html>.
16. Panizzi M., Davila M., Hodes A., Vázquez P., Ortiz F., Arana F., Bertone R. (2020). Desafíos para la implantación de sistemas de software. En las Actas del XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020), El Calafate, Argentina 7 y 8 de mayo de 2020. ISBN 978-987-3714-82-5.
17. Pablo Vázquez, Marisa Panizzi, Rodolfo Bertone (2023). Anexo - Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software. Disponible en: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23826096>

Estudios de casos realizados en PyMEs de Argentina para validar un conjunto de métricas para el despliegue de sistemas de software

18. Runeson P, Höst M, Rainer A, Regnell B. (2012). Case study research in software engineering: guidelines and examples. Wiley Publishing, Hoboken.
19. Basili, V. and Rombach, D. (1988). The TAME project: towards improvement-oriented software environments. IEEE Transactions on Software Engineering, 14(6):758-773.
20. Yin, R.K. (2014). Case study research: design and methods. 5th Edition. Sage Publications.
21. Ministerio de Desarrollo Productivo. (2018), “Nuevas categorías para ser PyMES”. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/nuevas-categorias-para-ser-pyme>.
22. Lethbridge T., Sim S., Singer J. (2005). Studying software engineers: data collection techniques for software field studies. Empir Softw Eng 10(3), pp. 311–341.