

Validación del diseño de componentes de QuAM: un Modelo de Calidad para procesos Ágiles

Noelia Pinto¹, Gabriela Tomaselli¹, Liliana Cuenca Pletsch¹, Nicolás Tortosa¹,
César J. Acuña¹

¹Grupo de Investigación en Ingeniería y Calidad del Software (GICS), UTN FRRe,
Resistencia, Chaco (3500)

{ns.pinto,gabriela.tomaselli, csr.acn, lilianacp,
nicotortosa}@gmail.com

Abstract. *Work in software processes improvement is a step that companies in the Software Industry must take in order to increase the quality and capability of their processes and consequently, the quality of their products and services. This process improvement involves the adoption of both a quality model suitable to the characteristics of the company, and a methodology to guide the software development cycle. In this article, results of the validation process of QuAM (Quality Agile Model) are presented, an approach to the design of an integrated and flexible model in order to evaluate the quality development cycles based on the principles and practices of the agile approach.*

Keywords: Quality Software, Agile methodologies, Quality Model, QuAM.

Resumen. *Trabajar en el mejoramiento de los procesos software es un paso que las empresas en la Industria del Software deben dar con el objetivo de incrementar la calidad y capacidad de sus procesos y, en consecuencia, la calidad de sus productos y servicios. Este proceso de mejora involucra la adopción de un modelo de calidad adecuado a las características de la empresa, y de una metodología que guíe el ciclo de desarrollo de software. En este artículo se presentan resultados del proceso de validación de QuAM (Quality Agile Model), una aproximación al diseño de un modelo integrado y flexible, que permita evaluar la calidad en ciclos de desarrollos basados en los principios y prácticas del enfoque ágil.*

Palabras Claves: Calidad de Software, Metodologías Ágiles, Modelo de Calidad, QuAM

1. Introducción

La Industria del Software en Argentina está conformada en su mayoría por PYMES, empresas que representan el 80% del sector, según el último informe del Observatorio Permanente de la Industria del Software y Servicios Informáticos (OPSSI) [OPSSI, 2016]. Constituyendo para el país, un eslabón fundamental para su sector productivo, por lo que resulta necesario llevar adelante iniciativas que contribuyan con el desarrollo de esta industria, como es el caso del trabajo que se presenta.

Así, y teniendo en cuenta esta realidad, resulta importante destacar que varios autores [Mas A., et al.,2005][Pasini et al., 2008] coinciden en la dificultad que significa para las PYMES implementar programas de Mejora de Procesos de Software (SPI)

fundamentalmente por la falta de seguimiento de los planes de acción y de implantación debido al alto costo que significan. De esta forma, los parámetros de tiempos de desarrollo y costo de soluciones, afectarán directamente al trabajo que se realice, siendo la calidad la primera variable de ajuste disponible, no solo desde la perspectiva a nivel de producto sino también a nivel de proceso.

Existen numerosas propuestas metodológicas que guían el ciclo del desarrollo de software y que inciden en distintas dimensiones del proceso. Las metodologías más tradicionales se centran especialmente en una rigurosa definición de roles, de las actividades involucradas, los artefactos que se deben producir, y las herramientas y notaciones que se usarán [Letelier et al., 2006].

Sin embargo, este enfoque no resulta ser el más adecuado para muchos de los proyectos actuales, donde el entorno del sistema es muy cambiante y en donde se exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo, pero manteniendo una alta calidad.

Surgen, entonces, las metodologías ágiles, que persiguen principios como la entrega incremental de funcionalidad nueva al cliente, priorizándola según el valor de negocio que agrega (de esta forma el producto de software evoluciona en las diferentes entregas), mejora continua y el énfasis en la colaboración cercana entre el equipo de programadores y los expertos del negocio [Rujana et al, 2016].

De esta forma, analizando la situación de la Industria del Software en el NEA (Región Nordeste de Argentina) respecto a la adopción del ciclo de vida que guíe los procesos de desarrollo de las empresas, surge la necesidad de proporcionar un marco de trabajo que permita evaluar la calidad cuando optan por trabajar con metodologías ágiles [Rujana et al, 2016]. Así se ha presentado con anterioridad [Acuña, Pinto et al., 2016] el diseño de QuAM como primera aproximación a un modelo que permita la evaluación de calidad en entornos ágiles.

El objetivo de este artículo es presentar los resultados de la validación de la arquitectura diseñada para QuAM por parte de empresas que integran la Industria del Software en el NEA.

El artículo se estructura como sigue: en la sección 2 se presenta el estado del arte respecto a modelos y estándares que podrían utilizarse para la evaluación de calidad en entornos ágiles. En función a eso, en la sección 3 se incluye una descripción de los componentes que forman parte de la propuesta de QuAM, un nuevo modelo de calidad, para luego explicar el diseño y ejecución del proceso de validación. En la sección 4 se exponen los resultados junto al análisis exhaustivo de los mismos. En la sección 5 se presentan conclusiones y trabajos futuros que se pretenden desarrollar a partir de los resultados obtenidos. Finalmente, en la última sección se incluyen agradecimientos.

2. Trabajos Relacionados

Existen en la literatura varios modelos para evaluar la calidad del software, que intentan descomponer la calidad en una categoría de características más sencillas y desde dos perspectivas: el producto y el proceso.

Entre los modelos de calidad que permiten la evaluación del producto de software, se destaca el Modelo de Mc Call, creado por Jim Mc Call en 1977 [McCall et al., 1977]. Éste define 3 perspectivas características operativas (Operatividad del Producto), Capacidad para soportar los cambios (Revisión del Producto) y adaptabilidad a nuevos entornos (Transición del Producto). Estas, a su vez, se asocian a factores y criterios

determinados. Las métricas que propone son preguntas que aplican una ponderación numérica a un determinado atributo del producto de software. Una vez obtenidos los valores para todas las métricas de un criterio específico, se calcula el valor para ese criterio como el promedio de todas ellas. Otro modelo a destacar es FURPS [Grady et al., 1987], desarrollado por Hewlett-Packard en el año 1987, en el que se describen un conjunto de factores de calidad de software: Funcionalidad (Functionality), Usabilidad (Usability), Confiabilidad (Reliability), Desempeño (Performance) y Capacidad de soporte (Supportability). Estos elementos pueden usarse para establecer métricas de calidad para todas las actividades del proceso de software. Entre los estándares internacionales asociados a calidad del producto software el más relevante es ISO/IEC 9126 [ISO/IEC 9126-1, 2002], basado en un modelo jerárquico con tres niveles: Características, Subcaracterísticas y Métricas. El primer nivel tiene seis características: Funcionalidad, Fiabilidad, Eficiencia, Facilidad de Mantenimiento, Portabilidad y Facilidad de Uso. Estas características (factores) están compuestas a su vez por subcaracterísticas (subfactores) relacionadas con la calidad externa, y subcaracterísticas relacionadas con la calidad interna.

Existen, asimismo, modelos de calidad que evalúan los procesos para la obtención del producto software. Uno de ellos, basado en metodologías ágiles, es AGIS (combinación entre ÁGIL e ISO) [Matalonga S. et al., 2015], que establece un mecanismo para medir el grado de agilidad de procesos de desarrollo de software. Complementa el modelo ISO con 10 dimensiones; esta configuración se orienta a medir el grado de aplicación de los valores del manifiesto ágil [Beck K. et al., 2001] en las áreas de conocimiento de la ingeniería. AGIS tiene por objetivo satisfacer dos necesidades: por un lado se enfoca en las empresas, ya que este modelo permite alcanzar una diferenciación respecto a otras empresas que únicamente hayan certificado calidad a través de ISO 9001:2008. Además, AGIS brinda informe de sugerencias de mejora basadas en la valoración de las dimensiones que propone evaluar. El modelo ofrece, asimismo, una definición objetiva del grado de agilidad de un proyecto, que podrá ser utilizado para comparar proyectos teniendo en cuenta sus resultados. Posee 10 dimensiones entre las cuales se pueden mencionar Definición de Ciclo de Vida (AGIS 1), Capacitación y competencias (AGIS 2), Producción de Software Ejecutable (AGIS 3), etc.

Otro modelo similar al anterior es AGIT (AGile software developmenT) [Cohen D. et al., 2003] el cual sugiere que la mejor performance es lograda cuando las metas de todos los stakeholders son satisfechas. Esto requiere una aproximación que tenga en cuenta los puntos de vistas de las diferentes stakeholders, para lo cual se definen indicadores adecuados a cada uno. AGIT considera cuatro diferentes puntos de vistas para stakeholders: el Administrador IT es el actor preocupado con los aspectos tradicionales de la performance del desarrollo de SW considerando tiempo, costo y calidad; el segundo actor se representa con los miembros del equipo cuya meta es la “satisfacción del trabajo”; el Scrum Master cuya principal meta es la “resolución eficiente de impedimentos”. Finalmente, el principal objetivo que buscan los clientes, el cuarto stakeholder, es su propia satisfacción. Este modelo sugiere evaluar la calidad de los procesos de desarrollo considerando los puntos de vistas de los diferentes stakeholders intervinientes, describiendo los indicadores que se adecúan a cada uno de estos perfiles.

Por último entre los modelos que se aplican a procesos de desarrollo de software es importante destacar a CMMI (Capability Maturity Model Integration) [Team CP, 2006], un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. CMMI tiene cuatro disciplinas para elegir: Siste-mas

de Ingeniería (SE) , Ingeniería de Software (SW), Procesos de Desarrollo y Productos (IPPD) y Distribución (SS). El modelo en sí tiene dos representaciones. Una es la representación por etapas en la cual se centra en un conjunto de áreas de proceso, que se organizan por niveles de madurez (1-5), mientras que en la representación continua cada área de proceso se clasifican en términos de niveles de capacidad (0-5).

Entre todos los modelos presentados, se observa que no existe una propuesta que permita la evaluación de calidad de los procesos ágiles en sí mismos. Por lo que el trabajo que se presenta a continuación constituye un aporte en este sentido. QuAM, es una aproximación cuyo objetivo es proporcionar un método de evaluación que permita determinar la calidad en los procesos de desarrollo de software basados en Metodologías Ágiles y de sus productos resultantes.

3. QuAM: Una aproximación para evaluar la calidad en entornos ágiles

3.1. Diseño del Modelo

QuAM define un esquema de componentes para configurar un modelo de evaluación de calidad que ofrezca una medición objetiva de la calidad del proceso ágil implementado en determinado proyecto, permitiendo obtener el perfil ágil asociado al mismo.

Hasta el momento solo se han definido los componentes que permitan evaluar la calidad a nivel de proceso, propuesta a la que se ha denominado QuAM Nivel 1. Así, se establece un árbol de métricas ($M_i, i = 1..4$) compuestas por atributos medibles (A_i) a través de una serie de criterios con medidas asociadas tal como se indica a continuación:

Métrica 1 - Elección del Ciclo de Vida: QuAM ponderará mejor a los ciclos de vida iterativos y a los incrementales por sobre los demás. Se hará foco en la ejecución del mismo, y no en la documentación que se genere. Los atributos y criterios a evaluar se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Atributos y Criterios de la Métrica: Elección del Ciclo de Vida

<i>Atributos Positivos</i>	<i>Atributos Negativos</i>
<p><i>A1.1 - Valor al Ciclo de Vida Iterativo e Incremental</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • En cada iteración no solo se mejora, sino también se añaden nuevas funcionalidades al producto (3) • En cada iteración se revisa y mejora el producto a través de la refactorización (1) • No se realizan iteraciones completas, pero se añaden nuevas funcionalidades al producto (0) 	<p><i>A1.2 - Valor al Ciclo de Vida en Cascada</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • El proyecto se divide en fases estrictamente secuenciales (-3) • Las fases se ejecutan en forma simultánea (-1) • Al finalizar cada fase es posible realizar backtracking y mejorar lo definido en la etapa anterior (0)

Métrica 2 - Evaluación del Equipo de Trabajo: Para QuAM será importante evaluar el flujo de comunicación entre los miembros del equipo y la capacidad del mismo para afrontar prácticas ágiles. Los atributos y criterios asociados a esta métrica se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Atributos y Criterios de la Métrica: Evaluación del equipo de trabajo

<i>Atributos Positivos</i>	<i>Atributos Negativos</i>
<p><i>A2.1 - Valor a las reuniones del equipo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • En cada iteración se realiza por lo menos 	<p><i>A2.3 - Valor al cumplimiento del cronograma</i></p>

<p>una reunión con la presencia física de todo el equipo (3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • En cada iteración se realiza por lo menos una reunión de forma virtual (1) • No se realizan reuniones en todas las iteraciones (0) 	<ul style="list-style-type: none"> • El cronograma establecido por etapas es estricto y no permite cambios (-3) • Se establecen hitos de control en el cronograma y pueden definirse cambios en las fechas establecidas (-1) • El cronograma se adapta de acuerdo a los cambios y necesidades que surgen a lo largo del proyecto (0)
<p><i>A2.2 - Valor a la definición de roles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza una clara definición de roles, responsabilidades e interacción entre los miembros del equipo (3) • Se realiza una clara definición de roles y responsabilidades entre los miembros del equipo (2) • Se realiza una clara definición de roles en los individuos del equipo (1) • No se definen roles para los individuos (0) 	<p><i>A2.4 - Valor al proceso por sobre el equipo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se definen actividades, entregables y herramientas de desarrollo y gestión para el proyecto (-3) • Se definen actividades y entregables del proyecto (-2) • Se definen actividades para cada iteración en el proyecto (-1) • Se definen actividades para el proyecto pero no a nivel de cada iteración (0)

Métrica 3 - Capacidad de producción de entregables: QuAM evaluará la periodicidad con la que el proyecto produce versiones entregables del producto al cliente. En este componente se tendrá en cuenta el cumplimiento del lead time y la validez de cada entregable, favoreciendo a aquéllos proyectos cuya validación haya sido automatizada. También se medirá el proceso de gestión de cambios sobre el producto y la implementación de procesos de verificación y validación de los mismos. En la tabla 3 se incluyen los atributos y criterios que se consideran para esta métrica.

Tabla 3. Atributos y Criterios asociados a la Métrica: Capacidad de producción de entregables

<i>Atributos Positivos</i>	<i>Atributos Negativos</i>
<p><i>3.1 - Valor al uso de herramientas de gestión de cambios.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe un único proyecto en la herramienta de gestión de cambios utilizada, y se administran flujos de trabajo (ramas) por cada miembro del equipo involucrado (3) • Existe un único proyecto en la herramienta de gestión de cambios pero no todos los miembros del equipo poseen su flujo de trabajo (rama) (1) • Existe un único proyecto en la herramienta de gestión de cambios con solo un flujo de trabajo compartido por todos los miembros del equipo (0) 	<p><i>A3.3 - Valor a la gestión de requerimientos y requisitos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • El documento de especificación de Requerimientos de Software (ERS) se actualiza en forma simultánea con el software (-3) • El documento de especificación de Requerimientos de Software (ERS) se actualiza solo si se añaden nuevos requerimientos al Software (-1) • El documento de especificación de Requerimientos de Software (ERS) no se puede actualizar, y se debe cumplir estrictamente (0)
<p><i>A3.2 - Valor al producto funcional</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar entregable con testing automatizado e integrado con el resto de las funciones al finalizar cada iteración (3) • Generar entregable con testing manual al finalizar cada iteración (1) • Generar entregable al finalizar el proyecto realizando testing por única vez (0) 	<p><i>A3.4 - Valor a la documentación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requiere documentación detallada al comienzo del proyecto (-3) • Requiere solo documentación necesaria al comienzo de cada iteración (-1) • No requiere documentación para comenzar a implementar la funcionalidad incluida en una iteración (0)

Métrica 4 - Comunicación con el cliente: QuAM propiciará la incorporación del cliente, como miembro activo en todas las etapas del proyecto. Así, esta métrica permitirá

evaluar la ejecución regular de mecanismos de comunicación entre el cliente y el equipo. La definición de esta métrica se incluye en la tabla 4.

Tabla 4. Atributos y Criterios asociados a la Métrica: Comunicación con el Cliente

<i>Atributos Positivos</i>	<i>Atributos Negativos</i>
<p><i>A4.1 - Valorar la colaboración con el cliente</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • El Cliente es parte del equipo, responde consultas, planifica iteraciones, y colabora en la escritura de requerimientos y pruebas (3) • El Cliente es parte del equipo, responde consultas y planifica las iteraciones (1) • El Cliente colabora a demanda del equipo (0) 	<p><i>A4.2 - Valorar la negociación contractual</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Existe contratación detallada al inicio y no se aceptan cambios (-3) • La contratación exige contemplar cambios durante el proyecto (-1) • El contrato existe pero no incide en el proyecto a nivel de proceso de desarrollo (0)

Es importante destacar que para el diseño de esta propuesta, se consideraron atributos positivos (los que se intentan enfatizar), y atributos negativos (los que se intentan atenuar). De esta forma el atributo positivo se mide en una escala del 0 al 3, y el atributo negativo en una escala del -3 al 0. Así, cada métrica podría obtener una medida entre -3, en el caso que ambos atributos tomen el peor valor (-3 para el atributo negativo y 0 el atributo positivo), y 3, en el caso que ambos atributos tomen el mejor valor (0 el atributo negativo y 3 el atributo positivo). Si se obtiene un valor cero o cercano al cero, significa que la medición no valora significativamente el atributo positivo por sobre el negativo. Por tanto, y teniendo en cuenta el detalle de los criterios asociados, para obtener el valor final de cada métrica, se deben considerar tanto la medida correspondiente a los atributos positivos como la asociada a los negativos y la suma de sus valores, mostrado en (1):

$$M_i = \sum_{j=1}^n M(A_{i,j}) \quad (1)$$

3.2. Validación: Diseño de la experiencia

Una vez definido el conjunto de componentes del modelo se procedió a diseñar la experiencia que permita validar QuAM.

Para ello, se invitó a las PYMES de Software del NEA, a colaborar en el proceso de validación teniendo en cuenta características de un proyecto real en ambiente de producción, a fin de detectar aciertos o cuestiones que deban mejorarse en la definición del modelo y basando esta nueva etapa en los resultados obtenidos en un estudio anterior [Rujana et al., 2016] [Acuña et al., 2016]. En ese estudio previo se observó que la mayoría de las empresas afirmaban no utilizar ni conocer metodologías ágiles.

La validación, se inició con la selección de la población que participaría del proceso de validación de QuAM. La misma se compone, entonces, por un grupo de 25 empresas insertas en la Industria del Software del NEA, 22 de las cuales pertenecen al Polo IT Chaco. Para la recolección de información se utilizó una Encuesta online con preguntas cerradas referida al proceso de desarrollo que haya guiado el ciclo del proyecto elegido. La misma fue diseñada e implementada a través de Google Forms, para lograr facilitar su difusión entre los participantes de la experiencia y lograr la máxima confiabilidad en el proceso de recolección de información.

Del proceso de validación ya han colaborado, aproximadamente, el 40% de las empresas invitadas a participar. Se realizó un análisis de lo obtenido para generar informes

parciales que determinen el nivel de calidad asociado a los procesos ágiles de las empresas.

4. Análisis de Resultados

Al momento se cuenta con la información provista por 10 empresas, que han respondido la Encuesta teniendo en cuenta un proyecto de software elegido para participar de este proceso de validación.

El análisis parcial que aquí se presenta se obtuvo al realizar la sumatoria de los valores de atributos positivos junto a los atributos negativos por cada métrica y de acuerdo a las respuestas ofrecidas por las empresas.

Así respecto a los resultados se observa, por ejemplo, que respecto a la Métrica 1, el 50% da más importancia al Ciclo de Vida Iterativo e Incremental que al Ciclo de Vida en Cascada. Esto se puede apreciar claramente en la figura 1:

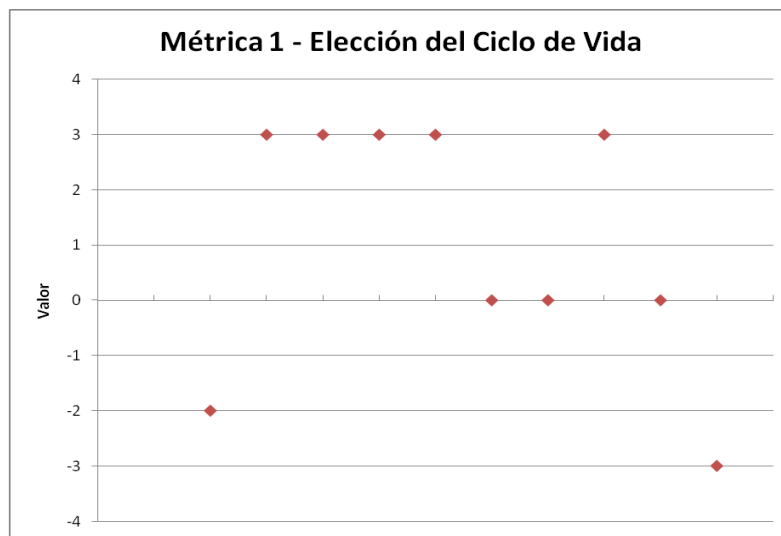


Figura 1. Gráfico de dispersión resultado para la Métrica 1

Con respecto a la Métrica 2, se observa más dispersión en los datos pero al contar con 2 atributos positivos y 2 negativos, fue necesario analizar en detalle el significado de la gráfica presentada en la figura 2. Así teniendo en cuenta los valores de atributos positivos que la mayoría de las empresas si bien da notable importancia a la clara definición de roles y responsabilidades por cada miembro, no dan igual valor a las reuniones dentro del equipo. En el caso de los atributos negativos se observa que por un lado el cronograma no es estricto y puede adaptarse a las necesidades cambiantes del entorno pero por otro lado al inicio, y no por iteración, son definidas las actividades y entregables del proyecto. De todos modos el 50% de la población ha logrado valores casi máximos para la métrica, entre 2 y 3.

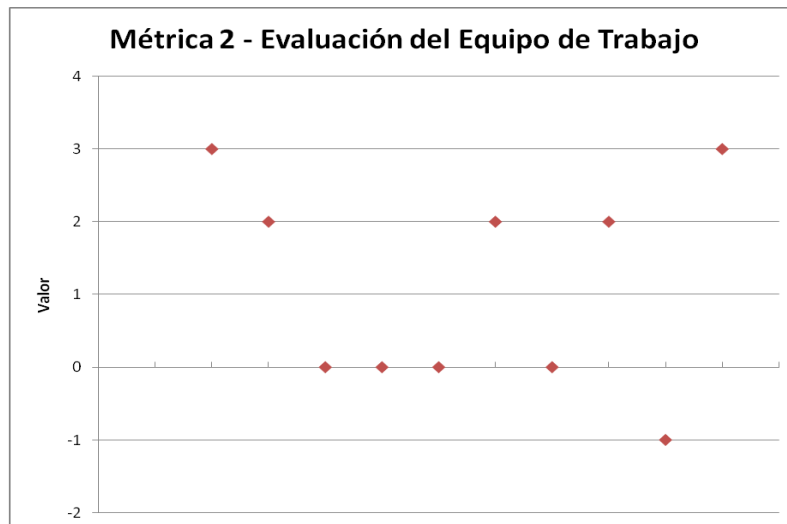


Figure 2. Gráfico de dispersión resultado para la Métrica 2

Para el caso de la Métrica 3, nuevamente se observa alta dispersión en los datos pero más del 50% de las empresas encuestadas otorgan considerable importancia a este factor. Analizando en detalle el valor de los atributos se verifica que la mayoría utiliza alguna herramienta de gestión de cambios, y el 80% realiza testing del producto al finalizar cada iteración. Sin embargo se observa que muchas de las empresas no actualizan su lista de requerimientos a menos que se añadan nuevas funcionalidades al proyecto, y además requieren documentación al iniciar cada iteración. Los resultados para la métrica 3 se pueden ver en la figura 3.

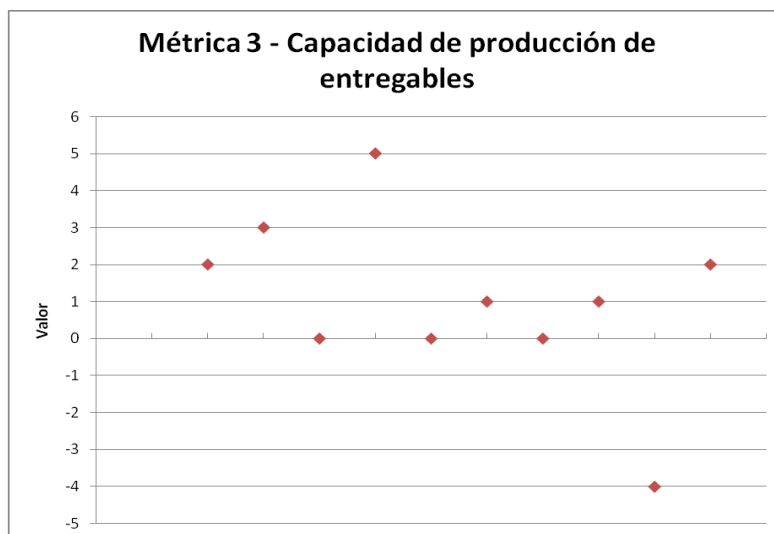


Figure 3. Gráfico de dispersión resultado para la Métrica 3

Finalmente para el caso de la Métrica 4: Comunicación con el cliente, y tal como se muestra en la figura 4, la mayoría de la población que participó de la experiencia no da importancia a este componente. De hecho, aunque en mayor medida no es significativo el contrato en el avance del proyecto, casi el 75% solo convoca al cliente a participar del proyecto si fuera estrictamente necesario y a demanda del equipo.

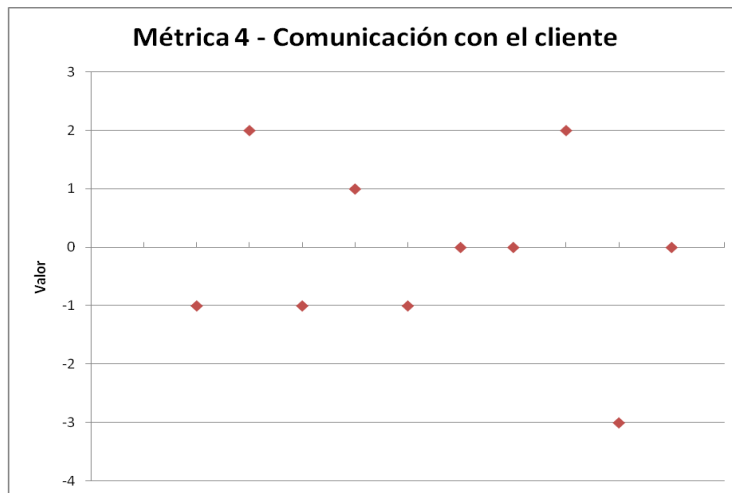


Figure 4. Gráfico de dispersión resultado para la Métrica 4

Es necesario resaltar que este análisis no pretende clasificar a las empresas según su grado de agilidad, sino más bien obtener una visión respecto a la adopción, o no, de prácticas ágiles por parte de las mismas.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

La principal contribución de este trabajo es la presentación de los resultados obtenidos a partir del análisis de la ejecución del proceso de validación del nuevo modelo QuAM, el cual tiene por objetivo permitir evaluar la calidad de los procesos ágiles en PYMES dedicadas al desarrollo de Software.

Si bien existen en la literatura varios trabajos que, con el objetivo de mejorar la calidad de los procesos de desarrollo, presentan propuestas para adaptar normas y estándares a la filosofía ágil; no se enfocan específicamente en la evaluación de los resultados obtenidos mediante procesos bajo esta. Así, en principio, la presentación de QuAM como aproximación a un nuevo modelo de calidad permitirá iniciar la evaluación de calidad en proyectos de software reales guiados a través de ciclos ágiles.

A partir de esta experiencia se pudo concluir que, aunque la mayoría de las empresas manifestaron en un estudio anterior [Rujana et al., 2016] no usar ni conocer sobre metodologías ágiles, hacen uso de diversas prácticas ágiles que guían el ciclo de vida de sus proyectos. La validación del modelo permite afirmar que los componentes de QuAM y la evaluación de los mismos contribuyen a obtener una mirada en detalle respecto a qué cuestiones podrían afectar la calidad en el proceso ágil que llevan adelante las empresas para la obtención de sus productos de software.

Como trabajo futuro se pretende obtener mayor cantidad de resultados desde la experiencia de validación, y presentar los mismos a las empresas participantes que determine si lo concluido a partir de la utilización del modelo propuesto se aproxima a la realidad que ellas mismas perciben y si requieren ajustes. A partir de allí, se continuará con la definición de un framework, que permita automatizar la medición de la calidad de los proyectos de software basados en procesos ágiles. Actualmente el equipo abocado a este proyecto se encuentra definiendo el esquema y arquitectura de una de las aplicaciones que formarán parte de la suite de herramientas del framework que se pretende desarrollar. Esta primera aplicación servirá de soporte y automatizará los elementos gestionados por el modelo QuAM.

6. Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación acreditado “Framework para la evaluación de Calidad del Software”, EIUTIRE0002205TC de UTN. Cabe destacar también que el artículo se enmarca en las actividades planificadas en el Proyecto de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS) presentado, “Aporte a la competitividad de las empresas de desarrollo de Software del NEA”, IP253, evaluado y aprobado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET). Asimismo agradecemos la colaboración de los alumnos, becarios y miembros del GICS, Blas Cabas Geat y Maximiliano Ulibarrie.

Referencias

- [Acuña et al., 2016] Acuña, C. J., Pletsch, L. C., Tomaselli, G., Pinto, N., & Tortosa, N. Calidad de Software y Metodologías Ágiles en las PYMES de la Industria del Software. CONAIISI 2016. ISBN 978-987-1896-47-9
- [Acuña, Pinto et al., 2016] Acuña, C., Pinto, N., Tomaselli, G., Tortosa, N. Evaluación de la Calidad en entornos ágiles: un estudio comparativo de la literatura. 3er. Congreso Argentino de Ingeniería, 2016.
- [Beck K. et al., 2001] Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R. and Kern, J., 2001. Manifesto for agile software development.
- [Cohen D. et al., 2003] Cohen, D., Lindvall, M. and Costa, P., 2003. Agile software development. DACS SOAR Report, 11.
- [Grady et al., 1987] R. Grady, D. Caswell, Software Metrics: Establishing a Company-Wide Program. Mountain View, California: Prentice Hall, 1987. 275 p.
- [ISO/IEC 9126-1, 2002] THE INTERNATIONAL STANDARD INSTITUTE. ISO/IEC 9126-1, Information Technology – Software Product Quality – Part 1: Quality Model. Geneva, Suiza: The ISO Publisher, 2002. 32 p.
- [Letelier et al., 2006] Letelier, P., Penadés, P. “Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)” Técnica Administrativa, Buenos Aires. ISSN 1666-1680, 2006.
- [Mas A., et al., 2005] Mas A., Amengual E. (2005). “Las mejoras de los procesos de Software en las pequeñas y medianas empresas (pymes). Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real”. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, Vol.1, No. 2
- [Matalonga S. et al., 2015] Matalonga, S., & Rivedieu, G. AGIS: hacia una herramienta basada en ISO9001 para la medición de procesos ágiles. Computación y Sistemas, 19(1), 163-175. Disponible en <http://www.agilemanifesto.org/iso/es/> Último acceso 08/2016
- [McCall et al., 1977] J.A. McCall, P.K. Richards and G.F. Walters. “Factors in software quality, volume III: Preliminary handbook on software quality for an acquisition manager”. Informe técnico RADC-TR-77-369, vol. III, Hanscom AFB, MA 01731, 1977.

[OPSSI, 2016] Reporte anual sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina. Disponible en <http://www.cessi.org.ar/descarga-institucionales-2007/documento2-130347cd83ae771a9f3db3da5407269a2>

[Pasini et al., 2008] Pasini, A. C., Esponda, S., Bertone, R. A., & Pesado, P. “Aseguramiento de Calidad en PYMES que desarrollan software.” XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2008.

[Rujana et al., 2016] Rujana M., Romero Franco N., Tortosa N., Tomaselli G., Pinto N. (2016). Análisis sobre adopción de metodologías ágiles en los equipos de desarrollo en pymes del NEA. GICS, UTN, FRRe. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina).

[Team CP, 2006] Team, C.P., 2006. CMMI for Development, version 1.2.