

# AGIS: hacia una herramienta basada en ISO9001 para la medición de procesos ágiles

Santiago Matalonga<sup>1</sup> y Gastón Rivedieu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad ORT Uruguay,  
Uruguay

<sup>2</sup> Grupo Consultor,  
Uruguay

smatalonga@uni.ort.edu.uy, gaston.rivedieu@gmail.com

**Resumen.** La norma ISO 9001:2008 es quizás el modelo de mejora de procesos más adoptado en el mundo. ISO 9001:2008 es un estándar de propósito general (para industrias manufactureras y empresas de servicios), que sienta las bases para la mejora de los procesos. También ha sido ampliamente adoptado en la industria de software. Por otro lado, las metodologías ágiles de desarrollo también están creciendo en adopción y popularidad. Aparentemente en oposición a los modelos formales de mejora, las metodologías ágiles sostienen la interacción entre las personas por sobre el seguimiento de los procesos. Sin embargo, ambos enfoques tienen el mismo problema, muchos sujetos claman éxitos en términos de certificación o agilidad, pero no pueden demostrarlo con datos reales. Por un lado, por ser de propósito general, una certificación ISO 9001:2008 es relativamente alcanzable. Y al mismo tiempo, malas interpretaciones del manifiesto ágil hacen que existan muchos equipos que se autodenominan ágiles sin seguir todos los valores del manifiesto. Este artículo presenta una herramienta que basada en los principios de mejora y auditoría de ISO 9001:2008. Esta herramienta es capaz de medir el grado de agilidad de un proceso de acuerdo a los valores del manifiesto ágil. El propósito de la misma es obtener una medida objetiva del proceso productivo que evite los falsos positivos de ambos lados.

**Palabras clave.** Evaluación de procesos, desarrollo ágil de software, ISO 9001:2008.

## AGIS: Towards an ISO9001 based Tool for Measuring Agility

**Abstract.** ISO9001:2008 is probably the most widely adopted process improvement model in the world.

ISO9001:2008 is a general purpose standard for service and production organizations, which established the groundwork for improving system processes in an enterprise. This standard has also been widely adopted in the software industry. On the other hand, agile development methodologies have been steadily gaining acceptance and popularity in the past decade. At a first glance, these two approaches are opposite. While agility preaches interaction above processes, ISO is a process-oriented approach to improvement. Nonetheless, both approaches share the same conundrum: both hold claims of compliance but there have been few data-backed-up success case studies. However, since ISO is a general purpose standard, its achievement is fairly attainable. In contrast, the agile development ecosystem is full of false positives that claim agility without achieving project success. This paper presents an assessment tool to measure agility based on ISO 9001:2008 process improvement principles. Our tool is capable of measuring a degree of agility aligned with the agile manifesto values. Its goal is to provide an objective measurement of agility that avoids false positives on both sides.

**Keywords.** Process evaluation, agile development, ISO 9001 2008.

## 1. Introducción

La norma ISO 9001:2008 [1] es quizás el modelo de mejora de procesos más adoptado en el mundo. De acuerdo al ISO survey [2] existen más de 1 millón de empresas con certificados ISO en el mundo. ISO 9001:2008 es un estándar de

propósito general para industrias de producción y servicios. Ha sido muy exitoso en su implementación porque es capaz de sentar las bases para un programa de mejora de procesos integrado. La adopción de ISO 9001:2008 en la industria de software también se ha dado con relativo éxito como lo demuestran la diversidad de estándares y documentos que son usados para interpretar los requerimientos de la norma en el contexto de la industria de software (por ejemplo ISO 9003:2004 [3, 4]).

Por el otro lado, las metodologías ágiles de desarrollo también vienen ganando en popularidad desde al año 2001 cuando se firmó el manifiesto de desarrollo ágil. De acuerdo a otra encuesta, la adopción de estas metodologías vienen creciendo año a año en los últimos diez años [5]. Las metodologías ágiles de desarrollo se han caracterizado por valorar la alta interacción con los clientes, la exaltación del programador y la respuesta al cambio por sobre el seguimiento del plan.

Esto último parece, a primera vista, estar en conflicto con los principios de ISO 9001:2008, típicamente asignados a entornos guiados por la planificación frontal. Otro trabajos ya han establecido la viabilidad de combinar estos dos enfoques [6, 7].

Sin embargo, lo que estos enfoques tienen en común es la facilidad con que algunos de los implementadores pueden clamar éxitos sin poder fundamentarlos con datos tangibles de mejora. En el caso de ISO 9001:2008, esto se da porque, al ser de propósito general, puede conseguirse implementaciones que accedan a certificaciones sin que el implementador se preocupe por mejorar el proceso productivo. Y en el mundo ágil ocurre por malas interpretaciones del manifiesto y por una falta de consenso en lo que implica ser ágil [8]. Es decir, no existe una definición aceptada para determinar si un proceso de desarrollo de software es o no ágil. Por tanto, es un campo fértil para interpretaciones y auto-denominaciones que bajo la bandera de agilidad están ejecutando procesos que no cumplen con los valores del manifiesto.

Este trabajo presenta un mecanismo para medir el grado de agilidad de procesos de desarrollo de software al que llamamos AGIS – por la conjunción de Ágil e ISO. El mismo presenta un

enfoque continuo a la definición de agilidad. Entendemos que la denominación de agilidad no es binaria sino ordinal. Se puede ser más ágil o menos ágil. AGIS, complementa el modelo ISO con 10 dimensiones, orientadas a medir el grado de aplicación de los valores del manifiesto en las áreas de conocimiento de la ingeniería (con la excepción de la dimensión de AGIS que complementa los requisitos de capacitación de la norma, ver sección 3). En este artículo se analizan otras propuestas de medición de agilidad basadas en escalas ordinales, pero a diferencia de AGIS, no están basadas en un enfoque sistémico como el de ISO 9001:2008. Como discutiremos en la sección 3, el proceso de evaluación de AGIS respeta los principios de auditoría regulados por la norma ISO 19011:2011 [9], apoyándose así en un mecanismo probado para la evaluación de procesos.

En resumen, AGIS tiene por objetivo satisfacer dos necesidades. Para las empresas, les permitirá tener una diferenciación de otras empresas productoras de software que únicamente tienen el certificado ISO 9001:2008. Como salida además, AGIS brinda en su informe sugerencias de mejora basadas en la calibración de sus dimensiones. Por otro lado, para los investigadores permitirá una definición objetiva del grado de agilidad de un proyecto, que podrá ser utilizado para comparar proyectos y los resultados de estos proyectos.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 2, presenta trabajos relacionados incluyendo una explicación de la familia de normas ISO 9000, y de los valores de agilidad que AGIS busca medir. La sección 3, presenta el desarrollo de la herramienta de medición de agilidad basada en ISO 9001:2008, y la sección 4 presenta el proceso de validación realizado. La sección 5 discute las limitaciones del trabajo. Finalmente la sección 6 presenta las conclusiones.

## 2. Trabajos relacionados

La familia de normas ISO 9000 es un conjunto de normas de calidad establecidas por la International Organization for Standardization (ISO). Las normas de la familia ISO 9000 no tienen

un ámbito de aplicación específico, sino que son de propósito general y, por tanto, pueden ser aplicadas por organizaciones de prestación de servicios, administración pública, y empresas de producción (entre éstas, producción de software).

Los Sistemas de Gestión de Calidad basados en ISO 9001:2008 son, probablemente, los más extendidos y adoptados. De acuerdo a la encuesta anual de adopción realizada por ISO [2] existen más de 1 millón de organizaciones cuyo Sistema de Gestión está certificado bajo la norma ISO 9001:2008. Esto demuestra el nivel de penetración que el estándar tiene en la industria de producción y servicios.

La familia ISO 9000 está organizada en los siguientes estándares:

- ISO 9000:2005. Cubre el vocabulario utilizado en la familia de estándares.
- ISO 9001:2008. Describe los requerimientos a ser auditados para certificar un sistema de gestión de calidad. Este estándar será explicado en la sección siguiente.
- ISO 9004:2009. Describe consejos y prácticas para aumentar la efectividad de un sistema de gestión de calidad basado en ISO 9001:2008.
- ISO 19011:2011. Describe los principios y los requerimientos para la realización de auditorías.

## 2.1. Modelo de calidad y estructura del estándar ISO 9001:2008

El enfoque de calidad de la familia de estándares ISO 9000 está orientado a procesos.

Las interacciones parten y terminan en el cliente, lo que marca el foco de la norma en aportar valor al mismo. Los requisitos del cliente son capturados por los procesos de realización del producto, que terminan con la entrega del producto al cliente (cláusula 7 de la norma). Estos procesos productivos son medidos y mejorados de acuerdo a las guías de la cláusula 8 de la norma. La gerencia tiene la responsabilidad de guiar el Sistema de Gestión (cláusula 5), mediante la visión y política de la empresa, así como de brindar los recursos necesarios para la ejecución de sus actividades (cláusula 6).

Aunque muchas veces en la práctica, es pasado por alto, la norma ISO 9001 presenta una

visión sistémica del proceso productivo. Esta visión es levantada y realzada por AGIS.

### 2.1.1. Principios de auditorías de procesos

Como AGIS está basado en un proceso de mejora de calidad que sigue los estándares ISO 9001:2008, fue un principio de diseño de AGIS que sus evaluaciones respetaran los principios de auditoría de procesos.

Estos principios se describen en el estándar ISO 19011:2001[9]:

- Conducta ética
- Presentación ecuánime
- Debido cuidado profesional
- Independencia
- Enfoque basado en evidencia.

El procedimiento de evaluación de AGIS, está basado en estos principios, y realza los valores de Independencia y Evidencia (ver sección 4), mediante la realización de preguntas abiertas y sistémicas, siguiendo los lineamientos de la norma ISO 19011.

### 2.1.2. Adaptación de la norma a entornos de producción de software

Para implementar los requisitos de las normas ISO 9000 a la industria de software se cuenta con guías que interpretan los requerimientos de la norma al dominio de la producción de software. Por un lado las guías TickIT [4] presentan interpretaciones para cada una de las cláusulas y tienen recomendaciones para la identificación de medidas y métricas para el seguimiento de procesos de software. El documento ISO 9003:2004 [3] presenta también la interpretación de los requisitos de la norma para los entornos de producción de software.

Ambas interpretaciones no hacen referencia explícita a la implementación de la norma en entornos de agilidad. Sin embargo en la literatura aparecen publicados varios casos de estudio que validan la aplicación de las mismas en estos contextos. Por ejemplo, [10] presenta la experiencia de haber obtenido una certificación ISO 9001:2008 con un proceso productivo basado en XP [11]. Al tiempo que [7, 12] presentan una discusión sobre cómo reconciliar los requerimientos de la norma con los valores del

manifiesto. Y [6] desarrolla una propuesta para la formalización de las metáforas de XP para satisfacer los requisitos de documentación de ISO 9001:2008.

## 2.2. Procesos de desarrollo ágiles de software

Todas las metodologías de desarrollo de software ágiles toman su propuesta de valor de los valores y principios firmados en el manifiesto ágil<sup>1</sup>. En el manifiesto se destaca la interacción frecuente con el cliente, la búsqueda de adaptarse al cambio y la exaltación del programador individual.

La aplicación de los principios de desarrollo ágil reportan una mejora en la calidad, reducción de tiempo de ciclo y mejoras en el ambiente laboral de los equipos de desarrollo de software. En publicaciones académicas estos estudios son escaso (por ejemplo [13, 14]) justamente debido al problema de determinación de “que es agilidad” que abordamos en este trabajo. Justamente bajo la denominación de “agilidad” han surgido algunos reportes que parecen contradecir estos resultados. Algunos autores asignan la causa de estos contraejemplos a proyectos de software [15, 16] que por más que se autodenominan ágiles, no siguen todos o algunos de los principios del manifiesto. Por tanto, recientes investigaciones en el contexto de agilidad de software pretenden proveer una definición para lo que se entiende por ser ágil [8]. De los trabajos académicos mencionados, en [13] se presenta un estudio primario que comparan proyectos iterativos con ágiles con estos últimos obteniendo mejores performances en las variables medidas. En cambio [14] presenta una revisión sistemática que únicamente identifica tres estudios primario con una comparación razonable, según el criterios de los autores, entre las efectividad o eficiencia de las metodologías ágiles.

En cualquiera de estos casos, se hace evidente el problema de determinar cuando un proyecto es o no ágil. Las siguientes secciones presentan las propuestas identificadas en la literatura para la definición y medición del concepto de agilidad.

---

<sup>1</sup> <http://www.agilemanifesto.org/>

### 2.2.1. Propuestas de definición de agilidad

Recientes investigaciones se han abocado al problema de lo que implica ser ágil. Por ejemplo, Kruchten presenta una definición del concepto de agilidad basado en 8 dimensiones individuales que se mapean a los valores del manifiesto [8].

Este esquema taxonómico parece ser el camino aceptado por diversos autores. Este esquema parece haber sido propuesto por extendido por [17, 18, 19]. El aspecto que estas propuestas tienen en común se basa en la interpretación que *ser ágil*, no es una caracterización binaria, sino un rango de valores que puede ser medido a través de escalas ordinales. Por tanto, las propuestas tratan en general de establecer estas escalas para poder dar una medida del grado de agilidad de los proyectos de software. En cambio, no existe consenso de cuáles deben ser las dimensiones y como pueden ser evaluadas.

Por ejemplo en [17], los autores describen un framework para establecer el grado de disciplina y agilidad de un proyecto de software. El objetivo de este framework es determinar el grado de agilidad/disciplina requerido por un proyecto en base a las siguientes dimensiones: Criticidad, Experiencia del personal, Dinamismo del entorno, cultura organizacional y tamaño del equipo. El modelo propuesto por [20], utiliza las mismas dimensiones que [17], pero son puestas en un contexto de evaluación dirigido por objetivos de medición que pueden ser interpretados como caracterizaciones del contexto de idoneidad para proyectos ágiles.

Por otro lado [19] propone un modelo de autoevaluación de la agilidad basado en dimensiones ordinales de 5 valores. En estas dimensiones están modelados conceptos del proceso como son: Existencia del Product owner, Gestión de Liberaciones; Gestión de la iteración, Integración del Equipo, Testing, Practicas de Desarrollo. Según el autor, el objetivo de esta evaluación no es dar un grado de agilidad, ni comparar procesos de desarrollo ágil, sino ayudar a los equipos a identificar puntos para mejorar el proceso.

**Tabla 1.** Comparativa de dimensiones de evaluación de agilidad

Dimensiones	Knutchen [8]	Bohem [17] y Pikkarainen [20]	Leffingwell [19]	Thoughtworks	Rational Self check
Tamaño (del equipo)	Si	Si			
Distribución del Equipo	Si				
Criticidad del proyecto	Si	Si			
Cultura	Si	Si			
Modelo de negocio	Si				
Estabilidad arquitectónica	Si				
Gobernanza	Si			Si	
Edad del sistema	Si				
Ratio de cambios	Si				
Dinamismo		Si			
Existencia del Product Owner			Si		
Gestión de liberaciones			Si		
Integración del equipo			Si		
Testing			Si	Si	
Prácticas de desarrollo			Si		
Responsabilidad compartida				Si	
Frecuencia de integración				Si	Si
Requerimientos				Si	Si
Aseguramiento				Si	
Simplicidad				Si	
Gestión de configuración				Si	
Comunicación				Si	
Reuniones de equipo					Si
Estimaciones					Si
Feedback de usuario y uso					Si

Además de estas propuestas académicas, nuestra investigación detectó las siguientes propuestas de consultoras que exponen encuestas de autoevaluación del grado de agilidad. Todas las evaluaciones relevadas en esta categoría tienen en común que el resultado obtenido es auto-procesado y el usuario lo obtiene luego de su interacción con la página web:

- Thoughtworks: Presenta una autoevaluación cuyo resultado es un perfil de agilidad representado por un gráfico de red. Las dimensiones de medición propuestas son: Responsabilidad Compartida; Frecuencia de Integración, Requerimientos, Testing, Capacidad de Respuesta, Aseguramiento,

Simplicidad, Gestión de Configuración, Comunicación y Gobernanza.<sup>2</sup>

- RationalSelf- Check: Es el enfoque que utilizó IBM para asistir a la transición en agilidad de sus equipos de desarrollo. Está basado en formularios de auto-respuesta y su implementación fue apoyada por los indicadores de seguimiento de IBM. Las dimensiones evaluadas son: Iteraciones de Duración fija, Software Funcionando, Feedback de usuario y su uso, Estimación, Requerimientos priorizados, reuniones de equipo [21].

La siguiente tabla resume las dimensiones utilizadas por estos trabajos.

Todas estas propuestas tienen en común que el resultado es presentado en un gráfico de red. A diferencia de AGIS, estos mecanismos están basados en encuestas con respuestas cerradas. Como la evaluación de AGIS está basada en los principios de auditoría, con preguntas abiertas y sistémicas, el proceso de evaluación favorece la identificación de mejores prácticas y oportunidades de mejora. Al igual que estas propuestas, la evaluación AGIS, es taxonómica en el sentido que define las dimensiones de agilidad en que describen el grado de agilidad de un proyecto de software.

### 3. AGIS: una herramienta basada en ISO9001:2008 para la medición de agilidad

El enfoque seguido por AGIS está basado en las prácticas relevadas y mencionadas en las secciones anteriores. El diferenciador de AGIS, con respecto a las otras propuestas revisadas, está en su apoyo en los principios de calidad de la norma ISO 9001:2008.

#### 3.1. Motivación y consideraciones de diseño

Establecer una medición de agilidad basado en la norma ISO 9001:2008, presenta ventajas que

<sup>2</sup>Thoughtworks Agile Self Assesment: <http://www.agileassessments.com/Agile-Onsite-Assessment-ThoughtWorks.pdf>. Revisado por última vez el 7/12/2012.

facilitan la sinergia entre los modelos formales de mejora de procesos y los principios y valores del manifiesto ágil.

Como fue mencionado, en el contexto de desarrollo ágil existen muchos proyectos que se denominan ágiles que no respetan los valores del manifiesto. En general estos proyectos presentan resultados diferentes y hacen difícil su comparación. Al no haber una definición consensuada de agilidad, no es posible comparar resultados de proyectos.

AGIS ofrece una medición objetiva de la agilidad con la que un proyecto implementa sus procesos. Esta medida, al estar basada en los valores y prácticas del manifiesto, permite diferenciar o segmentar los proyectos de desarrollo de software por su grado de agilidad. La segmentación está dada, por el hecho que AGIS presenta una visión continua de la agilidad. Dando como resultado un perfil de agilidad del proyecto representado por un diagrama de red. Además, al estar construido en base a la norma ISO 9001:2008, asegura que el equipo ha establecido las bases para una mejora de procesos.

#### 3.1.1. Las diez dimensiones de agilidad de AGIS

La presente sección describe los objetivos de medición de cada dimensión de AGIS, incluyendo una explicación de cómo se realiza la evaluación de las dimensiones.

La valoración de las dimensiones se realiza en una escala ordinal y discreta de 4 niveles. Cada dimensión es valuada según criterios pre-establecidos como parte del proceso de diseño de AGIS. Como AGIS será una herramienta comercial cuyos derechos son propiedad de LSQA<sup>3</sup>, no podemos entrar en detalle de los criterios para puntuar para cada dimensión. En cambio en esta sección se presentan los lineamientos generales que fueron tenidos en cuenta para el desarrollo de estos criterios.

Respetando los valores del manifiesto, todas las dimensiones AGIS valoran el feedback rápido

<sup>3</sup> LSQA es un organismo certificador con sede en Montevideo, Uruguay y es el sponsor principal del Proyecto.

por sobre la negociación y la espera. Este concepto de feedback es tangible y puede ser identificado en todas las dimensiones de AGIS. Por ejemplo, un ciclo de vida iterativo es mejor considerado que un ciclo de vida en cascada según los criterios de AGIS (dimensión AGIS 1).

En términos de prácticas de ingeniería de software, AGIS valora la cadencia por sobre planes por iteración. Aunque el concepto de cadencia no está presente explícitamente en los valores del manifiesto, el mismo es una práctica presente en muchas metodologías ágiles como SCRUM [22], FDD[23]. Una cadencia constante favorece el feedback, la predicción y la confianza de los involucrados en el proceso productivo [24].

AGIS favorece la automatización (en medidas de proceso y pruebas por ejemplo) por sobre las tareas manuales. Esto se da en dimensiones como AGIS 3 Producción de Software Ejecutable y AGIS 8: Seguimiento y medición del proceso.

A continuación se describen las 10 dimensiones de AGIS junto con su criterio general de evaluación.

- AGIS 1: Definición de Ciclo de Vida. El Ciclo de Vida define el orden de las actividades del proceso productivo. Representa un mapa mental de cómo se organizará el proyecto. No todos los ciclos de vida pueden soportar todas las metodologías ágiles, y aunque en general las mismas favorecen los Ciclos de Vida iterativos o evolutivos por sobre los de fases (phase gate).

De la misma manera en la evaluación de AGIS se ponderan mejor los Ciclos de vida evolutivos, y los iterativos. Durante la evaluación AGIS el evaluador buscará evidencias de la implementación de estos ciclos de vida, siempre con foco en la ejecución del mismo, no en la documentación del proceso.

- AGIS 2: Capacitación y competencias. Los recursos del proyecto deben estar capacitados y entrenados para ejecutar los procesos del proyecto. La capacitación debe incluir tanto las tecnologías de producción, los conocimientos del proceso y los valores y políticas del equipo y la organización.

Hemos observado que no todas las tecnologías son capaces de soportar las prácticas recomendadas por las metodologías. Al mismo tiempo, el foco en la comunicación entre los recursos de un proyecto AGIS también impone necesidades de capacitación a los recursos.

Durante la evaluación de esta dimensión se busca evidencia de que las necesidades de capacitación, tanto en tecnologías como en habilidades soft, estén cubiertas.

- AGIS 3: Producción de Software Ejecutable. Un entregable potencialmente instalable da visibilidad al avance del proyecto, hace que el trabajo y el progreso del proyecto sean tangibles a los ojos del cliente. La medición de este entregable permite dar soporte a otras dimensiones.

Esta dimensión se evalúa tanto la frecuencia con que el proyecto genera software ejecutable, como al calidad con que los genera. Para evaluar la frecuencia, AGIS puntúa mejor aquellos proyectos que consiguen acompasar las etapas de su ciclo de vida con la generación de entregables. Para complementar esta evaluación, se busca también que este entregable haya sido verificado, favoreciendo aquellos cuya verificación este de alguna manera automatizada.

- AGIS 4: Retroalimentación desde y hacia los usuarios. Involucrar activamente al cliente para conocer su opinión, relevar requerimientos y favorecer la aceptación del producto, estableciendo los criterios de valor del cliente y ejecutado las actividades necesarias para aportarle valor en los términos que el cliente los entiende.

En esta dimensión se busca evaluar la participación del cliente en el proyecto. La colaboración con el cliente es un valor de las metodologías ágiles, pero se ha visto que la presencia on-site no es requisito para mantener la agilidad [25]. Por tanto, aunque en la evaluación se va a favorecer la presencia on-site del cliente, en la misma se buscara que estén presentes y se estén ejecutando regularmente los mecanismos de comunicación entre el cliente y el equipo.

- AGIS 5: Medición del equipo de desarrollo. Establecer las capacidades de medición que

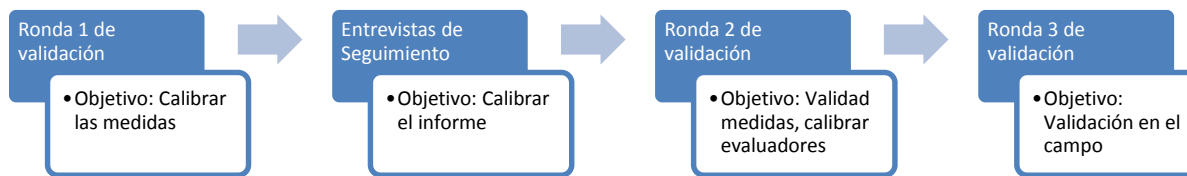


Fig. 1. Proceso de validación de la herramienta

busquen asegurar la mejora de los indicadores del proyecto. Idealmente evolucionado hacia un proceso de análisis crítico y objetivo que pueda ser utilizado para predecir los atributos de los entregables de software.

Durante la evaluación de esta dimensión se buscan evidencias tanto en la recolección como en el uso de las medidas.

La recolección de las medidas definidas por el equipo será mejor calificada si se está manteniendo la cadencia establecida por las iteraciones del ciclo de vida. Y el uso será mejor puntuado si las mismas se están siendo estudiadas para mejorar la performance del equipo.

- AGIS 6: Eficiencia de las reuniones de equipo. El equipo debe establecer reglas claras de convivencia que les permitan convertirse en un equipo de alta performance.

En esta dimensión se evalúa si las reuniones de equipo están siendo eficientes, para determinar esto se observa si estas están cumpliendo con las restricciones establecidas y si cuentan con roles dentro de las mismas para asegurar la consecución de sus objetivos. Por ejemplo, en muchas implementaciones de SCRUM con desarrolladores tiempo completo se observa que las reuniones de planificación no terminan en las 4 horas recomendadas.

- AGIS 7: Verificación y Validación. Asegurar que se estén realizando actividades de verificación y validación para retroalimentar y hacer tangible la dimensión de calidad del proyecto de software.

En esta dimensión se evalúa que se están aplicando técnicas de Ingeniería de Software para asegurar la calidad de los entregables. Se evalúa

tanto el uso de actividades preventivas (revisiones o inspecciones) como de Testing. Para las actividades de testing, AGIS favorece nuevamente la introducción de prácticas de automatización.

- AGIS 8: Seguimiento y medición del proceso. Desarrollar las prácticas que ayuden a los equipos ágiles a ajustar sus procesos y comportamientos para asegurar la mejora continua de sus procesos. Establecer si el flujo del proyecto soporta las actividades de medición y aseguramiento de manera que posibilite el análisis y la implementación de acciones de mejora para el proyecto.

Para esta dimensión se evalúa tanto la frecuencia del feedback con que el proyecto utiliza los datos del proceso para mejorar su rendimiento, como también la fiabilidad de esos datos. Favoreciendo aquellos cuyo registro se realiza durante la ejecución de la tarea.

- AGIS 9: Gestión de requerimientos y trazabilidad. Establecer los mecanismos para relevar los requerimientos y necesidades del cliente, priorizando aquellos que favorezcan el valor, y el retorno de inversión del cliente. Desarrollar las capacidades de trazabilidad entre las especificaciones, y los productos de software para aceptar y facilitar el cambio.

En esta dimensión se evalúa el proceso de ingeniería de software que se está utilizando para la elicitación y como este está apoyado por prácticas de Ingeniería de software. Aquí se evalúa el contexto del proyecto y la aplicación de las prácticas. Por ejemplo, muchos proyectos que implementan SCRUM implementan para la gestión de requerimientos Historias de Usuarios. Pero estas últimas, no son requerimientos —en el entendido clásico de la palabra [26, 27]— y



**Tabla 2.** Relación entre dimensiones AGIS e ISO 9001:2008

Dimensión AGIS	Cláusula ISO 9001:2008 relacionada
AGIS 1	7.1 Planificación de la realización del producto
AGIS 2	6.2.2 Competencia, formación y toma de conciencia
AGIS 3	7.5.1 Control de producción y prestación del servicio
AGIS 4	7.2.3 Comunicación con el cliente
AGIS 5	7.3 Control de cambios del diseño y desarrollo
AGIS 6	
AGIS 7	7.3.5 Verificación del diseño y desarrollo 7.3.6 Validación del diseño y desarrollo
AGIS 8	8.2.3
AGIS 9	7.2.3 Comunicación con el cliente 7.5.3 Identificación y trazabilidad 7.3.2
AGIS 10	4.2.3 Control de documentos

requieren de un contexto adecuado que les de soporte para ser efectivas.

- AGIS 10: Gestión de configuración. El propósito es establecer y gestionar los niveles de configuración o versionado adecuados para los productos de trabajo del proyecto. Tradicionalmente, la gestión de configuración es de las tareas más burocráticas de la gestión del proyecto. Como proyecto ágil se deben mantener las formalidades sin que el procedimiento de gestión de cambios afecte la cadencia del ciclo de vida y la capacidad del equipo y del proyecto de responder a los cambios del cliente.

En esta dimensión se evalúa la solución de gestión de configuración, incluyendo la estrategia de versionado y favoreciendo soluciones automatizadas. La mayoría de las dimensiones de AGIS está relacionada con cláusulas pertenecientes al capítulo 7 de la norma

(realización del producto). Esto es resultado de la decisión de diseño que AGIS debería ser un complemento para la norma. De esta forma, las dimensiones de AGIS principalmente imponen requerimientos que están asociados al proceso de Ingeniería de Software. La siguiente tabla presenta el mapeo realizado entre AGIS y la norma.

#### 4. Proceso de evaluación de AGIS

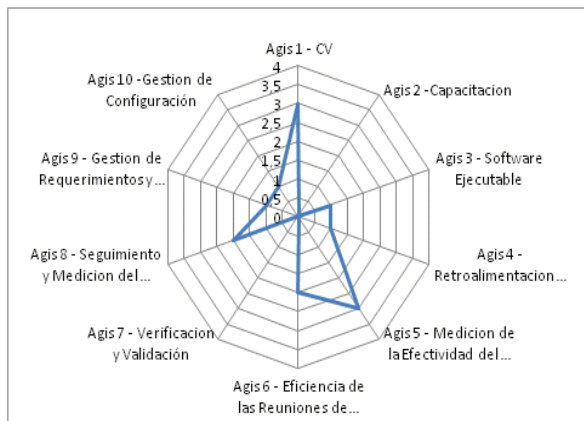
El proceso de evaluación de AGIS está basado en los mecanismos de certificación definidos en la norma ISO 19011:2011 [9]. Es decir, durante una auditoria de procesos ISO 9001:2008 puede incluirse las preguntas y evidencias necesarias para evaluar las dimensiones de AGIS. De esta forma, con el mismo esfuerzo, una empresa que desee ser auditada puede solicitar una evaluación AGIS sin incurrir en costo adicional.

En comparación con las alternativas evaluadas, en donde la evaluación se realizaba mediante la graduación de respuestas, AGIS tiene la ventaja de utilizar un mecanismo de evaluación que está probado y que es capaz de identificar oportunidades de mejora.

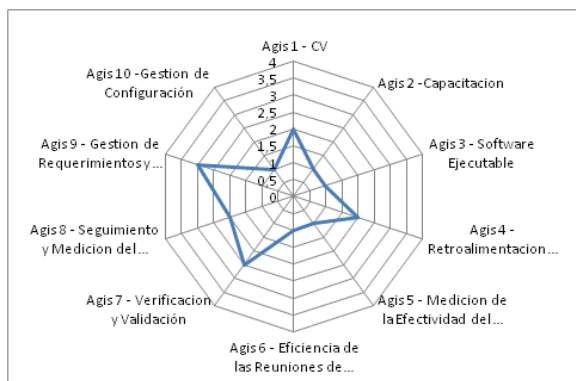
Como contraparte, las evaluaciones AGIS sufren del mismo problema que sufren las auditorias ISO. Las mismas están sujetas a la calibración de los auditores según requieren las normas 19011:2011 e ISO 17021:2011. Esto es, idealmente, frente a las mismas evidencias dos auditores independientes deberían dar la misma graduación. Esto es un problema que los organismos certificadores tienen presente y que mitigan mediante capacitaciones y re-certificaciones de los auditores. Entendemos que mientras la evaluación AGIS continúe estando asociada a un organizo certificador, es posible asociar estos requerimientos de calibración a los mismos estándares y procesos que están siendo seguidos para otras normas. Por tanto, AGIS estaría obteniendo resultados consistentes y comparables entre las evaluaciones de distintas organizaciones por diferentes evaluadores.

##### 4.1. Validación de la herramienta en el campo

La Fig. 1 presenta el proceso de validación planificado para la herramienta. Al momento de



(a) Equipo Uno



(b) Equipo Dos

**Fig. 2.** Resultados de la primera ronda de validación

escribir este artículo se han realizado las primeras rondas de validación representadas. Ambas fueron realizadas con proyectos de final de carrera de grado universitario en la Universidad ORT Uruguay.

La primera ronda de evaluación fue realizada en Agosto-Diciembre de 2011. El objetivo de esta primera instancia fue calibrar el método de medición y las preguntas asociadas a cada dimensión. Los sujetos evaluados fueron dos proyectos de desarrollo de software que utilizaban adaptaciones de las metodologías SCRUM y FDD respectivamente. Cada equipo de desarrollo fue sometido a una evaluación por los autores de este manuscrito. Cada entrevista fue conducida por uno de los autores, y las respuestas codificadas en

forma individual por cada autor. Luego en una sesión de puesta a punto donde se compararon los puntajes de cada dimensión. A los equipos les fue devuelto un informe con la medición de AGIS y recomendaciones de mejora. Por ejemplo, al equipo Uno se le indico como debilidad el proceso de Testing que estaban ejecutando (AGIS 7). Se les recomendó el uso de herramientas automáticas de prueba que eran soportadas por la tecnología que estaban usando. En cambio al equipo Dos se le recomendó trabajar en la integración de su ciclo de vida (iterativo; AGIS 1); con la integración de un proceso de gestión de configuración (AGIS 10) que permita el despliegue de software funcionando al final de cada iteración (AGIS 3).

Las siguientes imágenes presentan perfil de agilidad resultante de la evaluación de cada uno de los proyectos. Como fue mencionado este perfil se presenta como un gráfico de red.

Tres meses después se les realizó a los equipos una entrevista de seguimiento para evaluar el uso del informe y los beneficios obtenidos por la evaluación. Ambos equipos evaluaron favorablemente la intervención, y prestaron sugerencias para facilitar la lectura del informe. Si bien la respuesta de los dos equipos fue afirmativa, las sugerencias de estas respuestas también fueron utilizadas para calibrar el informe y mejorar su alcance.

La segunda ronda de validación tuvo lugar en Abril-Mayo 2012, e involucro un único proyecto. El mismo estaba siguiendo una adaptación a SCRUM. La entrevista fue conducida por uno de los investigadores y grabada. Con la grabación el otro investigador evaluó las respuestas y luego se compararon las notas. Existiendo diferencias únicamente en 2 de las 10 dimensiones. La siguiente imagen presenta el perfil de agilidad de este proyecto según la evaluación consensuada de los dos evaluadores.

Las validaciones en el entorno universitario no permitieron evaluar la interacción de AGIS con un entorno certificado ISO 9001. Razonablemente, a los procesos de desarrollo académicos no se les puede requerir expectativas de cumplimiento de requisitos de la norma ISO 9001:2008. La validación en campo de la industria estaba pactada para el segundo semestre de 2012, pero

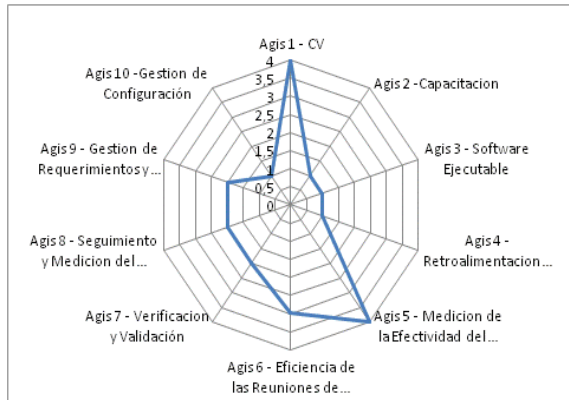


Fig. 3. Resultado de la segunda ronda de validación

decisiones de negocio pospusieron la validación y el lanzamiento de AGIS como producto comercial.

## 5. Discusiones y Limitaciones

Esta sección presenta algunas discusiones sobre el alcance de la herramienta. En primer lugar el método de evaluación seleccionado para AGIS tiene la limitación de que distintos evaluadores deben estar calibrados para que los resultados puedan ser comparables. Este es el mismo problema que tienen los organismos certificadores con sus auditores ISO 9001:2008. Creemos que mientras AGIS quede asociado a un organismo certificador, el problema de calibración de los evaluadores debe ser tratado con las mismas reglas con que se manejan a los auditores ISO 9001:2008.

El otro punto que es quizás de mayor interés para la comunidad de ingeniería de software es si AGIS realmente está midiendo agilidad del proceso de desarrollo. Por un lado, como no existe una definición consensuada de lo que implica ser "ágil", AGIS está midiendo lo que sus autores conceptualizaron como respuesta. Por lo pronto y por lo menos, AGIS propone una nueva respuesta a la pregunta "¿Qué es ser ágil?" AGIS está alineado con la tendencia actual, en donde agilidad *no* es un concepto discreto dentro de un rango de medidas. Por otro lado, al considerar otros aspectos del desarrollo de software, por encima de los valores del manifiesto (por ejemplo

"cadencia") el equipo de desarrollo se ha preguntado si además de agilidad se están midiendo otras propiedades del proceso de desarrollo (por ejemplo "leanness" [28] continuando con el ejemplo de la cadencia) que no son inherentes al problema de la agilidad.

De cualquier manera, creemos que mientras AGIS continúe asociado a un organismo certificador, estas debilidades serán superadas por la capacidad del mismo de brindar mediciones confiables, calibradas y comparables.

## 6. Conclusiones

Este trabajo ha presentado una herramienta para realizar una medición del grado de agilidad de un proceso de producción de software. La misma está basada en ISO 9001:2008, tanto para sustentar la existencia de un foco en la mejora de procesos, como para apoyarse en el mecanismo de evaluación de procesos (auditorías) de la familia de normas ISO 9001. Idealmente una vez en producción la AGIS permitirá a las organizaciones productoras de software con certificado 9001 diferenciarse al presentar su grado de agilidad. Y eventualmente a la comunidad de investigación de una medición objetiva que permitirá comparar resultados de proyectos.

AGIS, complementa los requerimientos de la norma con 10 dimensiones que están orientadas a evaluar cómo los valores de agilidad se implementan en el proceso de producción de software.

El proceso de evaluación fue validado en un entorno académico, determinando que es posible utilizarlo para comparar procesos productivos que aplican los valores del manifiesto ágil. AGIS fue capaz de determinar el grado de agilidad y de comparar implementaciones distintas en función de sus 10 dimensiones.

Como fue mencionado, el estado actual de AGIS como herramienta de medición de agilidad está limitado por la capacidad del organismo certificador de producir evaluadores calibrados. Creemos que los mecanismos para realizar esta tarea están operativos con otras normas y que es razonable esperar que este organismo sea capaz

de escalar este trabajo a medida que la demanda de evaluaciones AGIS así lo requiera.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a LSQA ([www.lsqa.com](http://www.lsqa.com)) por financiar parcialmente este Proyecto de investigación.

## Referencias

1. **ISO (2008).** *ISO 9001:2008(E) Quality Management Systems Requirements*.
2. **ISO (2010).** *ISO Survey Results Summary*.
3. **ISO (2004).** International Standards Organization, ISO 9003:2004 Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software.
4. **The British Standards Institution (2003).** *Tick It Guide*. <http://www.tickit.org/guide5-5.htm>.
5. **VersionOne Inc. (2011).** *State of Agile survey*.
6. **Qasaimeh, M. & Abran, A. (2010).** Investigation of the Capability of XP to Support the Requirements of ISO 9001 Software Process Certification. *Eighth ACIS International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA)*, pp. 239–247.
7. **Stålhane, T. & Hanssen, G. (2008).** The Application of ISO 9001 to Agile Software Development. *Product-Focused Software Process Improvement*, A. Jedlitschka and O. Salo (eds.), Springer, Vol. 5089, pp. 371–385.
8. **Kruchten, P. (2011).** Contextualizing agile software development. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*.
9. **ISO (2012).** *ISO 19011:2012 Quality Management System Auditing*.
10. **Wright, G. (2003).** Achieving ISO 9001 Certification for an XP Company. *XP/Agile Universe*, Springer, Lecture Notes in Computer Science, pp. 43–50.
11. **Beck, K. (1999).** *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional, 224 p.
12. **Namioka, A. & Bran, C. (2004).** eXtreme ISO !??. *Companion to the 19th annual ACM SIGPLAN conference on Object-oriented programming systems, languages, and applications*, pp. 260–263.
13. **Tarhan, A. & Yilmaz, S.G. (2013).** Systematic analyses and comparison of development performance and product quality of Incremental Process and Agile Process. *Inf. Softw. Technol.*, Vol. 56, pp. 477–494.
14. **Dyba, T. & Dingsoyr, T. (2008).** Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Inf. Softw. Technol.*, Vol. 50, pp. 833–859.
15. **Turk, D. & Rumpe, B. (2005).** Assumptions Underlying Agile Software-Development Processes. *J. Database Manag.*, Vol. 16, No. 4, pp. 62–87.
16. **Boca, S.P.P., Bowen, J.P.J., Gorman, & Hinchey, M. (2009).** Formal Versus Agile: Survival of the Fittest. *Computer (Long. Beach. Calif)*, Vol. 42, No. 9, pp. 37–45.
17. **Boehm, B. & Turner, R. (2003).** *Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed*. Addison-Wesley/Pearson Education, 304 p.
18. **Pikkarainen, M. & Mäntyniemi, A. (2006).** An Approach for Using CMMI in Agile Software Development: Experiences from three case studies. *Proceeding of the 2006 SPICE Conference*.
19. **Leffingwell, D. (2007).** *Scaling Software Agility*. Addison-Wesley Professional
20. **Pikkarainen, M. & Passoja, U. (2005).** An Approach for Assessing Suitability of Agile Solutions: A Case Study. *International conference of eXtreme Programming and agile process in software engineering*, pp. 1–10.
21. **Kroll, P., & Krebs, W. (2008).** *Introducing IBM rational self-check*. The Rational Edge, 14 p.
22. **Schwaber, K. (2004).** *Agile project management with Scrum*. Redmond, Wash.: Microsoft Press, Vol. 19, 163 p.
23. **Palmer, S.R. & Felsing, J.M.A. (2002).** *Practical guide to Feature-Driven development*. Prentice Hall, 304 p.
24. **Reinersten, D.G. (2009).** *The Principles of Product Development Flow: Second Generation Lean Product Development*. Celeritas Publishing.
25. **Matalonga, S., Solari, M., & Maturro, G. (2013).** Factors affecting distributed agile projects: a systematic review. *Int. J. Softw. Eng. Knowl. Eng.*, Vol. 23, No. 9, pp. 1289–1301.
26. **Pressman, R.S. (2009).** *Software engineering: a practitioner's approach*. McGraw-Hill.
27. **Cohn, M. (2005).** *Agile estimating and planning*. Prentice Hall, 368 p.
28. **Poppendieck, M. & Poppendieck, T. (2003).** *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Addison-Wesley Professional.

**Santiago Matalonga** es profesor investigador en la Universidad ORT Uruguay. Él obtuvo su doctorado en software y sistemas por la Universidad Politécnica de Madrid. Es investigador calificado en el sistema nacional de investigación de Uruguay desde Marzo 2010, y desde Agosto 2012 está calificado como investigador en el programa nacional de desarrollo de las ciencias básicas (PEDECIBA). Santiago es Autor de varias publicaciones en revistas y congresos sobre la temática de mejora de procesos. Siendo su interés de investigación los modelos económicos de mejora de procesos que permitan obtener mejoras tangibles a la industria. Santiago tiene un fuerte vínculo con la industria uruguaya de software donde ha trabajado desde el 2002. Destacando participación en el equipo de mejora de procesos que estuvo a cargo de la primera evaluación CMMI Nivel 3 de una empresa uruguaya. Actualmente presta servicios de consultoría en gestión de ciclo

de vida, estrategia organizacional y coaching metodologías ágiles de desarrollo.

**Gastón Rivedieu** es Ingeniero Químico por la universidad de la República y Master in Business Administration por la Universidad ORT Uruguay. Cuenta con varias especializaciones en Sistemas de Gestión efectivos. Es consultor y auditor internacional, desde el año 1995, habiendo trabajado en Organismos de Certificación Internacionales. Su enfoque tiene un especial énfasis en el diseño, implementación y medición de los procesos de gestión de las organizaciones, con el objetivo de reducir todo tipo de desperdicio, analizar factores que influyen y mejorar los resultados desde todo punto de vista.

*Artículo recibido el 21/10/2013, aceptado el 05/12/2014. Autor de correspondencia es Santiago Matalonga.*