

Mapeo sistemático sobre la evaluación de la agilidad en organizaciones de desarrollo de software

Systematic mapping on the agility evaluation in software development organizations

Wilson Alfredo Ortega-Ordóñez
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia.
wortega@unicauca.edu.co

César Jesús Pardo-Calvache
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia.
cpardo@unicauca.edu.co

Francisco José Pino-Correa
Universidad del Cauca
Popayán, Colombia.
fjpino@unicauca.edu.co

Resumen– Los enfoques ágiles de desarrollo de *software* proporcionan grandes beneficios para las organizaciones, sin embargo su implementación está sujeta a muchos desafíos. Para las organizaciones es importante conocer el nivel de agilidad alcanzado y las brechas en su proceso de transformación, con el fin de implementar mejoras en sus procesos y aprovechar las ventajas de los enfoques ágiles. Este artículo presenta un mapeo sistemático de la literatura acerca de la evaluación de la agilidad en organizaciones desarrolladoras de *software*. Como resultado, se encontraron 18 estudios, los cuales fueron analizados y comparados teniendo en cuenta el tipo de estudio, la relación de la evaluación con los principios y valores ágiles, los criterios de evaluación definidos, los métodos de validación utilizados, y las herramientas propuestas. Además, se exponen los factores que influyen en la evaluación de la agilidad y los aspectos que motivan el interés en esta corriente de investigación.

Palabras clave– agilidad, enfoques ágiles, evaluación de la agilidad, evaluación de procesos *software*, mapeo sistemático de la literatura, mejora de procesos *software*.

Abstract– Agile *software* development approaches provide great benefits for organizations; however, their implementation is subject to many challenges. For organizations is important to know the level of agility achieved and the gaps in their transformation process in order to implement improvements in their processes and take advantage of the agile approaches. Keeping this in mind, this article presents a systematic mapping of the literature about the evaluation of agility in *software* development organizations. As a result, 18 studies were

found, which were analyzed and compared taking into account the type of study, the relationship of the evaluation with the principles and agile values, the defined evaluation criteria, the validation methods used, and the proposed tools. In addition, the factors that influence the assessment of agility and the aspects that motivate the interest in this research stream are exposed.

Keywords– agile approaches, agility, agility evaluation, *software* process evaluation, *software* process improvement, systematic literature mapping.

1. INTRODUCCIÓN

Los frameworks y soluciones ágiles (en adelante enfoques ágiles) para el desarrollo de *software* brindan grandes beneficios a las organizaciones *software*, superando inconvenientes relacionados con el cambio constante de requerimientos y con productos que no satisfacen al cliente [1], [2] a number of consultants independently created and evolved what later came to be known as agile *software* development methodologies. Agile methodologies and practices emerged as an attempt to more formally and explicitly embrace higher rates of change in *software* requirements and customer expectations. Some prominent agile methodologies are Adaptive Software Development, Crystal, Dynamic Systems Development Method, Extreme Programming (XP). El éxito de los enfoques ágiles

radica en: i) mejorar la productividad, ii) mejorar la alineación entre clientes y equipos de desarrollo, iii) facilitar la obtención de resultados anticipados (time to market) y flexibilidad, iv) permitir la adaptación a los cambios en lugar del seguimiento de un plan, y v) proveer procesos livianos e iterativos [3], [4] productivity gains and business alignment. Objective: This study seeks to evaluate, synthesize, and present aspects of research on agile methods tailoring including the method tailoring approaches adopted and the criteria used for agile practice selection. Method: The method adopted was a Systematic Literature Review (SLR). Actualmente, las organizaciones *software* cuentan con un amplio portafolio de enfoques ágiles que se pueden utilizar para el desarrollo de sus proyectos, entre los que se destacan: Scrum [5], Extreme Programming (XP) [6], Crystal Clear [7], Lean Software Development (LSD) [8], Adaptive Software Development (ASD) [9], Dynamic Systems Development Method (DSDM) [10], Feature-Driven Development (FDD) [11], Agile Unified Process (AgileUP) [12], Kanban [13], entre otros.

Para aprovechar los beneficios de los enfoques ágiles, las organizaciones *software* deben ir más allá de simplemente adoptar o institucionalizar buenas prácticas, procesos, plantillas o herramientas. La implementación de prácticas ágiles en una organización *software* implica la transformación de su cultura organizacional y un cambio de paradigma en las personas y las comunicaciones, con el fin de generar soluciones de valor para el cliente a través de equipos con un propósito compartido [14]. Sin embargo, la informalidad e indisciplina en la adopción de las prácticas ágiles ha incidido de manera negativa en la obtención de los beneficios y ventajas de la aplicación de este tipo de enfoques [15]. Por ejemplo, en la adopción de enfoques ágiles la gran mayoría de organizaciones al inicio seleccionan unas pocas prácticas ágiles, las adaptan de la forma en que prefieren y luego esperan tener una mejora en sus procesos de desarrollo, sin embargo, la gran mayoría de adaptaciones terminan en la definición de nuevos procesos que heredan características de otros enfoques, que son buenos pero que no son ágiles, incluso pueden llegar a ser más pesados y complejos que las versiones de sus modelos anteriores [15].

El concepto de agilidad debe empezar a ser entendido de otra manera, debe estar enfocado

en la agilidad con la que los procesos *software* son concebidos e institucionalizados, teniendo en cuenta un conjunto de características específicas, por ejemplo: valores y principios del manifiesto ágil, y quizá también otros aspectos que permitan determinar el grado de granularidad o detalle y la efectividad de la gestión a partir de la medición de la complejidad de los procesos, factores que pueden impactar positiva o negativamente sobre el comportamiento de los procesos, las personas, las herramientas para utilizar e incluso en su agilidad [16].

La transformación ágil de una organización no es un proceso sencillo, ya que, como se mencionó anteriormente, está sujeto a diferentes desafíos y problemas relacionados principalmente con los cambios en la gestión, las personas, los procesos y las herramientas [17]. En este sentido, es importante que las organizaciones conozcan el nivel de agilidad conseguido y las brechas en su proceso de transformación, con el fin de aplicar acciones de mejora continua. Para lograrlo, deben evaluar no solo sus procesos *software* a nivel del enfoque ágil implementado, sino también establecer en qué grado están alineados con los principios y valores del manifiesto ágil [18].

Teniendo en cuenta lo anterior, en este artículo presentamos un mapeo sistemático de la literatura sobre la evaluación de la agilidad en organizaciones *software*. De acuerdo con los objetivos generales de los mapeos sistemáticos, nuestro objetivo es proporcionar un estado del arte actualizado, que sintetice el trabajo en esta área de conocimiento, y que además pueda utilizarse para identificar las lagunas o brechas existentes a partir de las cuales se puedan formular actividades de investigación innovadoras. Los estudios encontrados se clasifican y analizan teniendo en cuenta el tipo de estudio, la relación de la evaluación con los principios y valores del manifiesto ágil, los criterios de evaluación definidos, los métodos de validación utilizados, y las herramientas propuestas para apoyar el proceso de evaluación. Además, se exponen algunos factores detectados a partir de los estudios analizados que deberían ser tenidos en cuenta al momento de trabajar con la evaluación de la agilidad en las organizaciones de desarrollo de *software*. En este sentido, el artículo está organizado de acuerdo con la siguiente estructura: en la sección 2 se presenta una visión

general del método usado para realizar el mapeo sistemático. En la sección 3 se presentan los resultados y una discusión detallada. Finalmente, las conclusiones y trabajos futuros se presentan en la sección 4.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Luego de revisar la literatura relevante acerca de la evaluación de la agilidad, no se ha evidenciado la existencia de revisiones sistemáticas de la literatura o mapeos sistemáticos actualizados acerca de enfoques propuestos para evaluar la agilidad en organizaciones *software*. Sin embargo, se han encontrado algunas investigaciones publicadas entre el 2008 y el 2016 que presentan estudios de caso y revisiones de la literatura acerca de frameworks de evaluación de enfoques ágiles, modelos de madurez de agilidad y herramientas de apoyo a la implementación de enfoques ágiles y de evaluación de la agilidad.

En [19] se propone un conjunto de criterios de evaluación o metacriterios, que son usados para seis frameworks de evaluación de enfoques ágiles, sus resultados muestran que los frameworks no satisfacen todos los metacriterios. El problema más importante encontrado en los frameworks es que la mayoría de ellos no han considerado evaluar la agilidad del enfoque. Teniendo en cuenta que la agilidad es la principal característica de los enfoques ágiles, se espera que un framework de evaluación incluya criterios para valorar su agilidad.

En [20] se presenta un estudio de caso múltiple, que tiene por objetivo evaluar las fortalezas y debilidades de los modelos/frameworks de madurez ágil. Este tipo de soluciones se han desarrollado para guiar a las organizaciones en la mejora de procesos ágiles y en la adopción ágil. En el estudio se seleccionan cinco modelos/frameworks de madurez de la agilidad, a partir de una revisión de la literatura, luego las propuestas encontradas son evaluadas mediante su aplicación en una organización *software*. Como resultado del estudio de caso, se encuentran deficiencias en todas las propuestas, de acuerdo con seis criterios de evaluación definidos (idoneidad, integridad, definición de niveles ágiles, objetividad, exactitud y consistencia).

El principal objetivo de [21] es revisar los métodos de evaluación ágil existentes y proporcionar una breve discusión sobre los inconvenientes de

estos métodos. Este trabajo analiza cinco enfoques que permiten medir el grado de agilidad de las organizaciones que se están moviendo hacia un enfoque ágil. Los autores concluyen que aunque el uso de enfoques ágiles está aumentando en las organizaciones *software*, aún existe una brecha para evaluar el grado de agilidad de este tipo de organizaciones. En general, no existe un modelo perfecto para evaluar el grado de agilidad de las organizaciones o equipos de *software* que adoptan métodos o prácticas ágiles.

En [22] se hace un análisis de las herramientas *software* que pretenden ayudar a las pymes en la implementación de enfoques ágiles. Como parte del estudio, se hace una revisión sistemática de la literatura relacionada con frameworks, métodos y metodologías para evaluar la implementación y uso de enfoques ágiles en las pymes. Como resultado de la revisión se encuentran veintisiete herramientas *software* que son evaluadas con base en seis criterios: i) enfoque que evalúa, ii) enfoque de evaluación (implementación, adopción, ambos), iii) objetivo (generar una discusión o proveer una guía), iv) soporte al usuario, v) aplicación de los principios ágiles para la evaluación, y vi) puntuación de agilidad que provee. Los resultados de la evaluación de las herramientas mostraron que ninguna ofrece un soporte completo para las PYMES incluyendo la evaluación, el análisis de los resultados y las acciones sugeridas de acuerdo con los resultados que cubren tanto la implementación como el uso del enfoque ágil.

En [23], se presenta un estudio de caso múltiple donde se evalúan las herramientas *software* existentes para la evaluación de la agilidad a partir de nueve criterios de calidad: i) cobertura de principios ágiles, ii) disponibilidad, iii) capacidad de orientación al evaluador, iv) capacidad de almacenamiento de la evaluación, v) reportes automatizados, vi) funcionalidades de comparación de resultados, vii) diferentes modos de uso (individual, grupal, en paralelo), viii) diferentes alcances de evaluación (proyectos, equipos y organizaciones), y ix) extensibilidad del modelo de evaluación usado por la herramienta. El análisis de las herramientas permitió concluir que ninguna cumple con todos los criterios de calidad mencionados anteriormente, además se basan específicamente en determinar si los equipos adoptan un conjunto específico de prácticas ágiles.

3. METODOLOGÍA

El propósito de este estudio es examinar y caracterizar el estado del arte de la evaluación de la agilidad en las organizaciones desarrolladoras de *software*, analizando las propuestas existentes e identificando lagunas o brechas existentes a partir de las cuales se puedan formular futuras investigaciones. Teniendo en cuenta que un estudio de tipo mapeo sistemático permite encontrar tendencias de investigación en un tema de interés, se hizo un estudio de este tipo siguiendo los lineamientos propuestos en [24].

La pregunta de investigación principal definida para la realización de este trabajo fue: ¿Qué estudios e iniciativas se han llevado a cabo con relación a enfoques para la evaluación de la agilidad en organizaciones *software*?

La pregunta principal se dividió en seis preguntas más concretas que permiten analizar las propuestas con más detalle. A continuación, en la Tabla I se pueden observar las preguntas de investigación para este trabajo:

Tabla I
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Número	Pregunta de investigación
RQ1	¿Qué estudios primarios existen sobre evaluación de la agilidad en organizaciones <i>software</i> ?
RQ2	¿Qué tipos de soluciones han sido propuestas para evaluar la agilidad en organizaciones <i>software</i> y cuál es su alcance?
RQ3	¿Cuáles son los criterios usados para evaluar la agilidad en organizaciones <i>software</i> ?
RQ4	¿Qué herramientas <i>software</i> se han propuesto para apoyar el proceso de evaluación de la agilidad en las organizaciones <i>software</i> ?
RQ5	¿Qué estrategias de validación se han usado en cada estudio?
RQ6	¿Cuáles son los factores de éxito o fracaso en la evaluación de la agilidad en las organizaciones <i>software</i> ?

Fuente: Los autores.

En la Tabla II se muestra la cadena de búsqueda básica formada a partir de un conjunto de pala-

bras clave utilizadas para encontrar una respuesta a las preguntas de investigación.

Tabla II
CADENA DE BÚSQUEDA BÁSICA

Cadena de búsqueda básica
(method OR model OR methodology OR framework) AND (evaluation OR assessment OR appraisal OR measurement OR measuring) AND (Agile OR agility) AND Software AND (development OR process)

Fuente: Los autores.

Las fuentes con las que se llevó a cabo el mapeo sistemático fueron: i) Bases de datos científicas: ScienceDirect, Springer Link, IEEE Xplore Digital Library, Scopus, y ii) Literatura gris: documentos entregados por expertos. Además, la ventana de tiempo establecida para este mapeo fue desde el 2007 a mayo de 2018.

A continuación, se ejecutó la cadena búsqueda en cada una de las bases de datos científicas con el fin de encontrar los estudios relevantes (candidatos potenciales a convertirse en estudios primarios). Para determinar si un estudio era relevante, se hizo un análisis del título, resumen y palabras clave de cada estudio obtenido como resultado de la búsqueda. Dicho análisis se centró en determinar si cumplía con los siguientes criterios de inclusión: i) estudios que proponían una estrategia para llevar a cabo la evaluación de la agilidad en organizaciones *software*, ii) estudios escritos en inglés y, iii) estudios publicados en revistas internacionales (journals) o en eventos. Como criterios de exclusión se consideraron: i) estudios que no propusieran una estrategia para evaluar la agilidad en las organizaciones, y ii) estudios duplicados (considerando el estudio más completo y reciente).

Con los estudios relevantes seleccionados, nuevamente se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, pero esta vez analizando cada estudio en su totalidad. Los estudios seleccionados luego de este análisis se convirtieron en estudios primarios.

La selección de estudios siguió un procedimiento iterativo incremental. Este procedimiento se implementó buscando, extrayendo y visualizando los resultados de cada fuente de búsqueda de forma iterativa. De esta manera, el informe de revisión creció y evolucionó cada vez más hasta que

se completó, obteniendo así el informe final del mapeo sistemático.

4. RESULTADOS

En la Tabla III se muestra el consolidado de los estudios analizados y seleccionados en cada una de las iteraciones de la revisión. En total, se encontraron 1491 estudios, de los cuales 1489 se obtuvieron como resultado de ejecutar la cadena de búsqueda en las bases de datos científicas y 2 estudios correspondieron a literatura gris. Siguiendo la metodología planteada anteriormente, se seleccionaron 35 estudios relevantes y 18 estudios primarios.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de cada uno de los estudios primarios a través de cada una de las preguntas de investigación.

4.1 Pregunta RQ1. Estudios sobre evaluación de la agilidad

En la Tabla IV se muestran los estudios primarios incluyendo: Identificación del estudio, nombre del estudio, año de publicación y referencia. Los estudios E1 al E16 se obtuvieron de las bases de datos científicas. Los estudios E17 y E18 corresponden a literatura gris.

Tabla III
ESTUDIOS ANALIZADOS Y SELECCIONADOS

No. Iteración – Fuente	Estudios encontrados	Estudios relevantes	Estudios primarios seleccionados
1- Science Direct	54	6	1
2 - Springer Link	511	8	3
3 - IEEE Xplore	466	15	10
4 - Scopus	458	4	2
5 - Literatura gris	2	2	2
Total	1491	35	18

Fuente: Los autores.

Tabla IV
ESTUDIOS PRIMARIOS

Id	Nombre del estudio	Año	Ref.
E1	Adept: a unified assessment method for small <i>software</i> companies	2007	[25]
E2	A disciplined approach to adopting agile practices: the agile adoption framework	2007	[26]
E3	On the measurement of agility in <i>software</i> process	2007	[27]
E4	An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering,	2008	[28]
E5	CEFAM: comprehensive evaluation framework for agile methodologies	2008	[29]
E6	Project agility assessment: an integrated decision analysis approach	2008	[30]
E7	Using a validation model to measure the agility of <i>software</i> development in a large <i>software</i> development organization	2009	[31]
E8	A practical measure for the agility of <i>software</i> development processes	2010	[32]
E9	Study on assessment framework of <i>software</i> process in agile	2010	[33]
E10	A methodology for assessing agile <i>software</i> development methods	2012	[34]
E11	A model for measuring agility in small and medium <i>software</i> development enterprises	2012	[35]
E12	Towards a framework for assessing agility	2012	[36]
E13	Development of the organizational agility maturity model	2014	[37]
E14	A reference model for <i>software</i> agility assessment: Agilitymod	2015	[15]
E15	Assessment of agility in <i>software</i> organizations with a web-based agility assessment tool	2017	[38]
E16	ASA: agile <i>software</i> development self-assessment method	2017	[39]
E17	Squad Health Check model	2014	[40]
E18	Scrum Level	2018	[41]

Fuente: Los autores.

4.2 Pregunta RQ2. Tipos de soluciones propuestas y alcance de la evaluación

En la Tabla V, se clasifican los estudios de acuerdo con el tipo de solución que proponen para hacer la evaluación de la agilidad. Asimismo, en la columna relacionada con el alcance del enfoque se clasificaron los estudios teniendo en cuenta si proponían soluciones para evaluar la agilidad de: i) los enfoques de desarrollo, ii) la organización, iii) los proyectos *software*, iv) los procesos *software*, y v) el equipo de desarrollo.

A partir del análisis de la información de los estudios primarios se puede destacar:

El tipo de solución que más se propone corresponde a framework de evaluación (E4, E5, E9, E10, E12), seguido de método de evaluación (E1, E16) y métrica (E7, E8). Otros tipos de solución corresponden a: i) índice de medición, ii) modelo de soporte a la decisión, iii) modelo de evaluación, iv) modelo de madurez, v) modelo de referencia, vi) herramienta web, y vii) técnica de visualización.

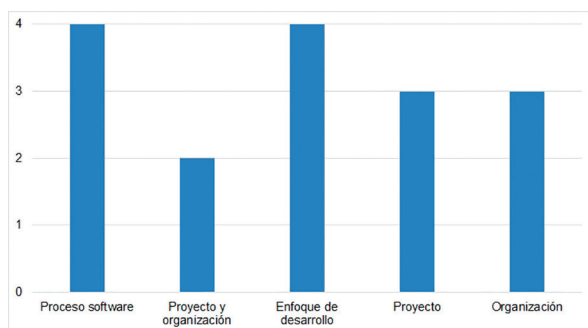
Con relación al alcance de la evaluación, el 22,2% de los estudios (E1, E3, E8, E9) propone evaluar el proceso *software* usado por la organización; otro 22,2% de los estudios (E4, E5, E10, E16) propone evaluar un enfoque de desarrollo en particular, por ejemplo Scrum, XP o una adaptación; el 22,2% de los estudios (E11, E12, E13, E18) propone evaluar la agilidad de una organización, el 16,7% (E6, E14, E15) se enfoca en evaluar la agilidad de un proyecto de desarrollo de *software*, el 11,1% (E2, E7) ha sido propuesto para evaluar la agilidad tanto de organizaciones como de proyectos, y el estudio E17 que corresponde al 5,5% permite evaluar la agilidad de un equipo de desarrollo (Fig. 1).

Los distintos tipos de alcance que proponen los estudios, evidencian que para tener una visión global de la agilidad de una organización es importante contar con enfoques que permitan conocer en detalle el grado de agilidad de sus procesos, proyectos y equipos.

Tabla V
TIPOS DE SOLUCIONES Y ALCANCE DE LA EVALUACIÓN

Id	Tipo de solución	Alcance de la evaluación
E1	Método de evaluación	Proceso <i>software</i>
E2	Índice de medición	Proyecto y organización
E3	Método de medición	Proceso <i>software</i>
E4	Framework de evaluación	Enfoque de desarrollo
E5	Framework de evaluación	Enfoque de desarrollo
E6	Modelo de soporte a la decisión	Proyecto
E7	Métrica	Proyecto y organización
E8	Métrica	Proceso de desarrollo
E9	Framework de evaluación	Proceso <i>software</i>
E10	Framework de evaluación	Enfoque de desarrollo
E11	Modelo de evaluación	Organización
E12	Framework de evaluación	Organización
E13	Modelo de madurez	Organización
E14	Modelo de referencia	Proyecto
E15	Herramienta Web	Proyecto
E16	Método de evaluación	Enfoque de desarrollo
E17	Técnica de visualización	Equipo de desarrollo
E18	Modelo de evaluación	Organización

Fig. 1. ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS



Fuente: Los autores.

4.3 Pregunta RQ3. Criterios usados para evaluar la agilidad

En la Tabla VI se pueden observar los estudios clasificados de acuerdo con los criterios que usan para evaluar la agilidad. Se han definido cuatro categorías: C1: soluciones que verifican el cumplimiento de los principios del manifiesto ágil. C2: soluciones que verifican el cumplimiento de los valores del manifiesto ágil. C3: soluciones que ve-

rifican el cumplimiento de características de agilidad definidas en el mismo estudio. C4: soluciones que verifican el cumplimiento de características de agilidad definidas en otros estudios. Las categorías descritas no son exclusivas, por ejemplo, el estudio E10 usa los principios y valores ágiles, y el estudio E4 define sus propias características y usa también los valores ágiles.

Tabla VI

CLASIFICACIÓN DE ESTUDIOS SEGÚN CRITERIOS USADOS PARA LA EVALUACIÓN

Categoría	Estudios
C1	E2, E10, E14
C2	E4, E7, E10
C3	E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E12, E13, E17, E18
C4	E11, E15, E16

Fuente: Los autores.

A continuación, en la Tabla VII se describen los elementos que se han tenido en cuenta en cada estudio para evaluar la agilidad.

TABLA VII
ELEMENTOS QUE SE EVALÚAN EN CADA ESTUDIO

Id	Elementos que se evalúan
E1	Combina un método de valoración de procesos compatible con SCAMPI clase C que se ajusta a las características de las organizaciones con poca experiencia y un método que permite determinar en qué grado se deben combinar métodos tradicionales y ágiles en la empresa para disminuir los riesgos y aprovechar las ventajas de los dos enfoques.
E2	Se analizan los doce principios del manifiesto y se resumen en cinco principios: i) aceptar el cambio para entregar el valor del cliente, ii) planificar y entregar <i>software</i> con frecuencia, iii) centrarse en las personas, iv) excelencia técnica y v) colaboración con los clientes. A partir de estos principios se definen las prácticas ágiles que les dan soporte y que deben ser implementadas para conseguir un nivel de agilidad determinado.
E3	Se tienen en cuenta cuatro perspectivas del desempeño de una organización: i) cliente, ii) financiero, iii) proceso interno, y iv) aprendizaje y crecimiento. Para cada uno de los cuadrantes la organización define sub-objetivos y métricas asociadas a cada uno de ellos. También un conjunto de métricas ágiles comunes que las organizaciones pueden usar: i) ROI: Retorno de la inversión, ii) Productividad: Relación entre la producción de un producto y los recursos utilizados en el desarrollo de <i>software</i> , iii) Calidad: Calidad del producto o servicio, iv) Adaptabilidad: Habilidad de adaptación al cambio, v) Innovación: Habilidad para innovar, mejorar y aprender.
E4	Se considera que un método ágil debe contar con cinco características: flexibilidad, velocidad, delgadez (<i>leanness</i>), capacidad de aprendizaje y capacidad de respuesta. El cumplimiento de los valores ágiles se evalúa mediante el análisis de las prácticas que se han definido en el método y que están relacionadas con cada valor. Se proponen dos valores adicionales a los expresados en el manifiesto ágil: i) mantener el proceso ágil, y ii) mantener el proceso rentable.
E5	Los elementos para la evaluación de la agilidad se definieron basándose en el manifiesto ágil y propuestas que presentan características comunes de los enfoques ágiles. Se evalúa: velocidad, sostenibilidad, flexibilidad, aprendizaje, sensibilidad, delgadez (<i>leanness</i>), ligereza y simplicidad, calidad técnica, y colaboración activa del cliente.
E6	Aunque no se hace referencia directa a los valores y principios del manifiesto ágil, se definen seis dimensiones de agilidad que están estrechamente relacionadas con los principios ágiles, esas dimensiones son: i) dinamismo, ii) tamaño del equipo, iii) comunicación, iv) pruebas, v) habilidades y conocimientos de los desarrolladores y vi) cultura.

E7	Este documento define la agilidad en el desarrollo de <i>software</i> como la minimización del tiempo desde la generación de entregables intermedios hasta la validación, y propone una métrica similar a la utilizada para medir el volumen de negocios en el área de finanzas, pero adaptada a las características del desarrollo de <i>software</i> .
E8	Se propone un enfoque para medir la agilidad de un proceso de desarrollo de <i>software</i> mediante el cálculo de la entropía. Se entiende la agilidad como la tasa de cambio de entropía en el tiempo del desarrollo del sistema. Cuanto mayor sea esta tasa, mayor será la agilidad del proceso de desarrollo de <i>software</i> . Para el cálculo de la entropía se analizan los logs que contienen los registros de cambios en el sistema que se está desarrollando.
E9	Se define la agilidad como la capacidad de operar de forma rentable en un entorno competitivo de cambios continuos e impredecibles. A partir de esta definición se proponen los siguientes factores de evaluación: i) cooperación, ii) calidad y capacidad de respuesta del proceso, iii) proceso de cambio, iv), aplicabilidad y rendimiento del proceso, y v) capacitación y bienestar.
E10	A partir de los valores ágiles se identifican cinco objetivos que reflejan la filosofía ágil, nueve principios que resumen los principios ágiles y respaldan el logro de esos objetivos, y 27 prácticas que ayudan a implementar los principios.
E11	Define que para evaluar la agilidad en una organización se deben evaluar los siguientes aspectos: Proyecto, equipo, y espacio de trabajo. Para cada uno de los aspectos mencionados se establecen cuestionarios adaptados de modelos de evaluación de agilidad existentes.
E12	Se definen 17 parámetros para medir la agilidad de una organización. Dichos parámetros se dividen en 4 grupos: i) desgaste, flexibilidad funcional, entrenamiento y conocimiento, toma de decisión descentralizada, fuerza, ii) programación en parejas y pruebas en paralelo, desarrollo iterativo, grado de modularidad, proceso de captura de requisitos, reutilización, mejora continua. iii) participación del cliente en el diseño, equipos fuera de la organización, período de entrenamiento del cliente. iv) costo de cambio de requisitos, proyectos fallidos por incapacidad, calidad del <i>software</i> .
E13	Se propone un modelo de madurez que consta de tres dimensiones: i) Dimensión 1: Requisitos previos de agilidad. Grado en que las personas de una organización comparten valores ágiles y en qué medida la organización establece los prerequisites tecnológicos para apoyar la agilidad, ii) Dimensión 2: Agilidad de las personas. Resume todas las capacidades necesarias de los miembros de una organización para traducir los valores ágiles en acciones, y iii) Dimensión 3: Estructuras que apoyan la agilidad. Describe la capacidad de una organización para adoptarse y cambiar de manera flexible en combinación con una cultura organizacional que respalda la colaboración y la cooperación en todos los niveles.
E14	Se evalúa el cumplimiento de los doce principios ágiles mediante lo que denominan atributos de aspecto. Propone un modelo de referencia basado en la norma ISO/IEC 15504 (SPICE) y define cuatro aspectos que abarcan el ciclo de vida de desarrollo de <i>software</i> : exploración, construcción, transición y gestión. Para evaluar la agilidad de un proyecto, se analizan cada uno de los aspectos para determinar en qué nivel cumplen con lo que denominan atributos de aspecto. Dichos atributos se derivan de cada uno de los doce principios del manifiesto ágil y consisten en la implementación de prácticas genéricas que lleven al aspecto a ser iterativo, simple, técnicamente excelente, y que apoyen el aprendizaje.
E15	Realiza la evaluación de la agilidad de un proyecto a través de una herramienta web usando el modelo de referencia propuesto en E14, el cual fue desarrollado por los mismos autores.
E16	Usa el framework propuesto en E10 para establecer los criterios de evaluación combinando algunas prácticas para disminuir el número de criterios por evaluar. La organización que se evalúa puede elegir las prácticas que considera aplicables según su contexto. Integra la metodología PDCA (Plan, Do, Check, Act) para que una vez se haga la evaluación se generen planes de mejora.
E17	Se define la salud del equipo como la opinión que cada uno de los miembros tiene acerca de distintos factores relacionados con su entorno de trabajo. Entre los factores se incluyen: soporte, equipo de trabajo, proceso, entrega de valor, aprendizaje, velocidad, facilidad de entrega de versiones y diversión.
E18	Plantea que la agilidad no se alcanza mediante el uso de prácticas ágiles sino mediante la aplicación de principios y valores. Define un conjunto de principios y valores que deben estar presentes en una organización para ser considerada ágil. Los principios que define son: i) foco en el cliente, ii) mejora continua, iii) asumir la variabilidad, iv) desarrollo incremental, v) ritmo sostenible, vi) calidad técnica, vii) transparencia, y viii) cadencia y sincronización. Define dos valores: i) organización centrada en las personas, y ii) gobernanza descentralizada. Además, considera que el desarrollo de la agilidad necesita la implicación y el apoyo de la dirección.

Fuente: Los autores.

4.4 Pregunta RQ4. Herramientas *software* de apoyo a la evaluación de la agilidad

Solamente los estudios E15 y E16 proponen herramientas *software* para apoyar el proceso de evaluación de la agilidad. El estudio E15 propone una herramienta web para hacer el proceso de evaluación de la agilidad de un proyecto. Dicha herramienta está basada en el modelo de referencia propuesto en E14. En el estudio E16 se propone un prototipo de una hoja de cálculo que apoya una parte del método de evaluación propuesto.

4.5 Pregunta RQ5. Estrategias de validación de los estudios

En la Tabla VIII se pueden observar las estrategias de validación usadas en cada estudio.

4.6 Pregunta RQ6. Factores de éxito o fracaso en la evaluación de la agilidad

A partir de los estudios analizados se ha identificado un conjunto de factores de éxito o fracaso que podrían ser tenidos en cuenta en trabajos de evaluación de la agilidad en organizaciones *software* (Tabla IX)

Tabla VIII
ESTRATEGIAS DE VALIDACIÓN

Id	Estrategia de validación
E1	No se menciona
E2	El framework fue presentado a 28 miembros de la comunidad ágil para obtener retroalimentación a través de entrevistas y encuestas.
E3	Se hizo un estudio de caso.
E4	Se usó el framework para evaluar seis enfoques de desarrollo de <i>software</i> : XP, Scrum, FDD, ASD, DSDM y Crystal.
E5	Se usó el framework para evaluar el enfoque XP.
E6	Se hizo un estudio de caso.
E7	Se aplicó la métrica propuesta en una organización de gran tamaño y se compararon resultados de dos grupos que trabajaron en más de mil proyectos cada uno. La medición se desarrolló durante cuatro años.
E8	Se hicieron dos estudios de caso.
E9	Se hicieron encuestas en organizaciones <i>software</i>
E10	Los componentes principales del framework (objetivos, principios y prácticas) se validaron mediante una encuesta online dirigida a profesionales del desarrollo de <i>software</i> . Además, se evaluó la adecuación de tres enfoques de desarrollo de <i>software</i> : XP, FDD, y una adaptación de XP.
E11	No se menciona.
E12	Se validó el modelo usando datos de prueba en MATLAB.
E13	Se evaluó la aplicabilidad del modelo mediante un análisis de clúster sobre los datos de una encuesta realizada en organizaciones <i>software</i> y del sector de servicios de tecnologías de la información.
E14	Se hizo un estudio de caso múltiple.
E15	Se hizo un estudio de caso múltiple.
E16	No se menciona.
E17	No se menciona.
E18	No se menciona.

Fuente: Los autores.

Tabla IX
FACTORES PARA TENER EN CUENTA EN LA EVALUACIÓN DE LA AGILIDAD

Factor 1. Minimizar el costo de la evaluación	Descripción	El tiempo usado para preparar y realizar la evaluación debe ser mínimo, y el método de evaluación debe permitir que las organizaciones seleccionen las áreas de proceso que sean más relevantes para sus objetivos comerciales.
	Fuente	E1
Factor 2. Validez de la solución para la evaluación de la agilidad	Descripción	Un método ideal para la validación de un modelo de evaluación de la agilidad sería aquel que presente un estudio longitudinal que compare los resultados obtenidos al evaluar la agilidad de los procesos de desarrollo de varias organizaciones, versus los resultados obtenidos con relación a otras organizaciones que no lo usen, esto permitiría obtener suficiente evidencia empírica que justifique la validez del modelo. Sin embargo, el desafío con este tipo de estudios es la gran cantidad de tiempo y presupuesto requerido para llevarlo a cabo.
	Fuente	E2
Factor 3. Aplicar prácticas ágiles no es sinónimo de ser ágil	Descripción	Suponer que implementar prácticas ágiles en una organización implica que esta sea más ágil es erróneo, esto debido a que los equipos pueden adoptar las prácticas propuestas en una metodología ágil sin alinearlas con los principios y valores ágiles. El factor de éxito más importante en la transición ágil es adoptar y practicar los principios y valores proporcionados por el manifiesto ágil. Estos principios y valores están redactados de manera general, lo que permite que se interpreten de distintas maneras. Por esta razón, si se desea conocer el grado de agilidad alcanzado por una organización, es necesario evaluar en qué medida ha implementado y adaptado prácticas ágiles según su contexto para cumplir con los principios y valores ágiles.
	Fuente	E3, E11
Factor 4. Modelo de referencia para la evaluación de la agilidad	Descripción	Es necesario que cuando se implementen enfoques de evaluación de agilidad, se identifiquen todos los parámetros que influyen en la agilidad, involucrando a expertos de la academia y de la industria. Lo anterior con el fin tener un conjunto de parámetros de agilidad universalmente aceptable. A pesar de la existencia de un gran número de modelo de evaluación de agilidad, no existe uno comúnmente aceptado por la industria.
	Fuente	E12, E14
Factor 5. Ambigüedad y multidimensionalidad en los conceptos de enfoques ágiles	Descripción	Las métricas ágiles son difíciles de definir principalmente debido a la ambigüedad en la terminología que usan los distintos enfoques ágiles existentes y al número de dimensiones que influyen en la agilidad. En la Tabla X se muestran algunos ejemplos de términos que tienen interpretaciones distintas en los enfoques ágiles Scrum y XP.
	Fuente	E3

Fuente: Los autores.

Tabla X
EJEMPLOS DE AMBIGÜEDAD EN LA TERMINOLOGÍA DE ENFOQUES ÁGILES

Término	Interpretación del término en Scrum	Interpretación del término en XP
Valores	Compromiso, coraje, foco, apertura y respeto.	Comunicación, simplicidad, retroalimentación, coraje y respeto.
Prácticas	Sprint, planificación del sprint, reunión diaria, revisión del sprint, retrospectiva del sprint.	Historias, ciclos semanales, revisiones y planificaciones, holgura, sentarse juntos, equipo completo, puesto de trabajo con información, ritmo sostenible, programación en parejas, diseño incremental o evolutivo, pruebas antes de programas, integración continua, construcción en diez minutos.
Desarrollador	Responsable de entregar un incremento de producto que potencialmente se pueda poner en producción al final de cada sprint.	Todos los miembros del equipo (con excepción del cliente) se consideran desarrolladores. Son responsables de implementar las historias identificadas por el cliente.

Fuente: Los autores.

5. CONCLUSIONES

Como resultado del mapeo sistemático se encontraron dieciocho (18) estudios primarios que proponen enfoques de evaluación de la agilidad en organizaciones *software* publicados entre 2007 y mayo de 2018. A partir del análisis de los estudios primarios, se puede observar que existen soluciones relacionadas con la evaluación de la agilidad de los procesos *software*, proyectos, enfoques de desarrollo, equipos de desarrollo y organizaciones. Sin embargo, no se ha evidenciado la existencia de una solución de evaluación de agilidad que sea ampliamente aceptada y aplicada en la industria.

Al analizar los estudios primarios se puede observar que no existe consenso en la definición de agilidad en las organizaciones *software*, y por lo tanto no hay un acuerdo en cuanto a los criterios que deben ser tenidos en cuenta como referencia para evaluar la agilidad. Solamente el estudio E10 usa como referencia para la evaluación el cumplimiento de los principios y valores ágiles, los cuales son aceptados ampliamente a nivel internacional como indicadores de agilidad en el desarrollo de *software*, los estudios E2 y E14 usan como referencia solamente los principios ágiles, y los estudios E4 y E7 usan los valores ágiles y definen sus propios criterios de agilidad. La mayoría de los estudios usan como referencia para la evaluación de la agilidad criterios que los mismos autores de los estudios definen lo que puede representar una visión subjetiva de la agilidad. Además, ninguno de los estudios presenta de forma clara y detallada la terminología relacionada con los enfoques ágiles y la evaluación de la agilidad, razón por la cual se dificulta la aplicación de los enfoques de evaluación por parte de las propias organizaciones, debido a problemas de ambigüedad en los términos empleados en distintos enfoques ágiles y tradicionales.

También se puede observar que ninguna de las propuestas encontradas presenta de forma clara y detallada la relación entre los principios y valores ágiles y los elementos (actividades, roles y productos) de los procesos *software*. Debido a lo anterior, no es posible determinar el grado de cumplimiento del manifiesto ágil a partir de los resultados de la evaluación y se dificulta encontrar oportunidades de mejora detalladas a nivel de

elementos de proceso que faciliten la interpretación de los resultados de la evaluación por parte de las organizaciones.

Con respecto a las herramientas *software* propuestas, se puede observar que están enfocadas en la evaluación de la agilidad de la organización, del equipo o del proyecto. No hay evidencia de la existencia de una herramienta *software* de evaluación de la agilidad de los procesos *software* de las organizaciones. Asimismo, todas las herramientas *software* propuestas están basadas en encuestas dirigidas al personal de la organización, lo anterior puede introducir sesgo en los resultados debido a la subjetividad con que pueden responder a las preguntas cada uno de los integrantes de la organización. Una solución a la subjetividad mencionada anteriormente podría basarse en el desarrollo de herramientas que integren algoritmos de aprendizaje de máquina (*machine learning*), que analicen los documentos y artefactos generados en los procesos *software* de las organizaciones y permitan hacer una evaluación basada en evidencias.

Como trabajo futuro se espera llevar a cabo la actualización del mapeo sistemático presentado, esto con el fin de incluir nuevos trabajos y tener una visión actualizada del estado del arte alrededor de la evaluación de la agilidad en organizaciones *software*. Asimismo, como trabajo futuro se espera analizar la relación de los factores identificados y su aplicabilidad en la definición de un *framework* para llevar a cabo la evaluación de la agilidad de los procesos *software* de las organizaciones. Por otra parte, se espera reducir la ambigüedad de la terminología que se maneja en los distintos enfoques ágiles con el fin de facilitar a las organizaciones el entendimiento de los conceptos y relaciones más importantes que deben estar presentes en sus procesos ágiles de desarrollo independientemente del enfoque particular que se adopte. Teniendo en cuenta el análisis de los trabajos analizados y del creciente interés de la industria en la adopción de enfoques ágiles, también se espera diseñar una solución que sirva de referencia para la evaluación de la agilidad de los procesos en las organizaciones *software*. Asimismo, se espera desarrollar una aplicación web basada en la solución propuesta que facilite su implementación y utilización en organizaciones de *software* a nivel nacional e internacional.

AGRADECIMIENTOS

Los profesores Wilson Ortega, César Pardo y Francisco Pino agradecen la contribución de la Universidad del Cauca, donde trabajan como profesor cátedra, profesor asociado y profesor titular, respectivamente.

REFERENCIAS

- [1] L. Williams, "Agile Software Development Methodologies and Practices," in *Advances in Computers*, vol. 80, M. V. Zelkowitz, Ed. Elsevier, 2010, pp. 1-44. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(10\)80001-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(10)80001-4)
- [2] J. Highsmith and A. Cockburn, "Agile software development: the business of innovation," *Computer*, vol. 34, no. 9, pp. 120-127, 2001.
- [3] VersionOne Inc., "The 11th annual State of Agile," 2017. [Online]. Available: <https://explore.versionone.com/state-of-agile>. [Accessed: 01-Jun-2018].
- [4] A. S. Campanelli and F. S. Parreiras, "Agile methods tailoring - A systematic literature review," *Journal of Systems and Software*, vol. 110, pp. 85-100, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.035>
- [5] K. Schwaber, "SCRUM Development Process," in *Business Object Design and Implementation: OOPSLA '95 Workshop Proceedings 16 October 1995, Austin, Texas*, J. Sutherland, C. Casanave, J. Miller, P. Patel, and G. Hollowell, Eds. London: Springer London, 1997, pp. 117-134. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0947-1_11
- [6] C. A. K.Beck, *Extreme Programming Explained*. Pearson Education, 1999.
- [7] A. Cockburn, *Crystal Clear: A Human-Powered Methodology for Small Teams*. Pearson Education, 2004.
- [8] M. Poppendieck and T. Poppendieck, *Lean Software Development: An Agile Toolkit (The Agile Software Development Series)*. 2003.
- [9] J. A. Highsmith, *Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems*, vol. 12. Dorset House Publishing Co Inc., 2000.
- [10] J. Stapleton, *DSDM, Dynamic Systems Development Method: The Method in Practice*. Addison-Wesley Professional, 1997.
- [11] S. R. Palmer and M. Felsing, *A Practical Guide to Feature Driven Development*. Prentice Hall, 2002.
- [12] S. W. Ambler, "Agile Unified Process." [Online]. Available: <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>. [Accessed: 01-Jun-2018].
- [13] "KanBan Fundamentals." [Online]. Available: <http://www.scrumhub.com/kanban-fundamentals/>. [Accessed: 01-Jun-2018].
- [14] P. Ranganath, "Elevating teams from 'Doing' agile to 'Being' and 'Living' agile," in *Proceedings - 2011 Agile Conference, Agile 2011*, 2011, pp. 187-194. <https://doi.org/10.1109/AGILE.2011.40>
- [15] O. Ozcan-Top and O. Demirörs, "A reference model for software agility assessment: AgilityMod," in *Communications in Computer and Information Science*, 2015, vol. 526, pp. 145-158. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19860-6_12
- [16] E. Rolón, J. Cardoso, F. García, F. Ruiz, and M. Piattini, "Analysis and Validation of Control-Flow Complexity Measures with BPMN Process Models," in *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling*, 2009, pp. 58-70. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01862-6_6
- [17] T. J. Gandomani, H. Zulzalil, A. A. A. Ghani, A. B. M. Sultan, and M. Z. Nafchi, "Obstacles in moving to agile software development methods; At a Glance," *Journal of Computer Science*, vol. 9, no. 5, pp. 620-625, 2013. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2013.620.625>
- [18] K. Beck et al., "Manifesto for Agile Software Development," 2001. [Online]. Available: <http://agilemanifesto.org/>. [Accessed: 01-Jun-2018].
- [19] M. Taromirad and R. Ramsin, "An appraisal of existing evaluation frameworks for agile methodologies," in *Proceedings - Fifteenth IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems, ECBS 2008*, 2008, pp. 418-427. <https://doi.org/10.1109/ECBS.2008.32>
- [20] O. Ozcan-Top and O. Demirörs, "Assessment of Agile Maturity Models: A Multiple Case Study," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, 2013, pp. 130-141. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38833-0_12
- [21] M. Z. Nafchi, H. Zulzalil, and T. J. Gandomani, "On the current agile assessment methods and approaches," in *2014 8th Malaysian Software Engineering Conference, MySEC 2014*, 2014, pp. 251-254. <https://doi.org/10.1109/MySec.2014.6986023>
- [22] M. Muñoz, J. Mejía, B. Corona, J. A. Calvo-Manzano, T. San Feliu, and J. Miramontes, "Analysis of Tools for Assessing the Implementation and Use of Agile Methodologies in SMEs," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, 2016, pp. 123-134. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_10
- [23] O. E. Adali, Ö. Özcan-Top, and O. Demirörs, "Evaluation of Agility Assessment Tools: A Multiple Case Study," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, 2016, pp. 135-149. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_11
- [24] K. Petersen, S. Vakkalanka, and L. Kuzniarz, "Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update," *Information and Software Technology*, vol. 64, pp. 1-18, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- [25] F. McCaffery, P. S. Taylor, and G. Coleman, "Adept: A unified assessment method for small software companies," *IEEE Software*, vol. 24, no. 1, pp. 24-31, 2007. <https://doi.org/10.1109/MS.2007.3>
- [26] A. Sidky, J. Arthur, and S. Bohner, "A disciplined approach to adopting agile practices: The agile adoption framework," *Innovations in Systems and Software Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 203-216, 2007. <https://doi.org/10.1007/s11334-007-0026-z>
- [27] B. Shen and D. Ju, "On the Measurement of Agility in Software Process," in *Software Process Dynamics and Agility*, 2007, pp. 25-36. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72426-1_3
- [28] A. Qumer and B. Henderson-Sellers, "An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering," *Information and Sof-*

- ware Technology, vol. 50, no. 4, pp. 280-295, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.02.002>
- [29] M. Tatomirad and R. Ramsin, "CEFAM: Comprehensive evaluation framework for agile methodologies," in *32nd Annual IEEE Software Engineering Workshop, SEW-32 2008*, 2009, pp. 195-204. <https://doi.org/10.1109/SEW.2008.19>
- [30] F. Mafakheri, F. Nasiri, and M. Mousavi, "Project agility assessment: an integrated decision analysis approach," *Production Planning & Control*, vol. 19, no. 6, pp. 567-576, 2008. <https://doi.org/10.1080/09537280802360884>
- [31] M. Ikoma, M. Ooshima, T. Tanida, M. Oba, and S. Sakai, "Using a validation model to measure the agility of software development in a large software development organization," in *2009 31st International Conference on Software Engineering - Companion Volume*, 2009, pp. 91-100. <https://doi.org/10.1109/icse-companion.2009.5070967>
- [32] D. M. Shawky and A. F. Ali, "A practical measure for the agility of software development processes," in *2010 2nd International Conference on Computer Technology and Development*, 2010, pp. 230-234. <https://doi.org/10.1109/icctd.2010.5645881>
- [33] TongShi, JianbinChen, and J. Zhu, "Study on assessment framework of software process in agile," in *2010 2nd International Conference on Industrial and Information Systems*, 2010, vol. 1, pp. 498-501. <https://doi.org/10.1109/indusis.2010.5565802>
- [34] S. Soundararajan, J. D. Arthur, and O. Balci, "A Methodology for Assessing Agile Software Development Methods," in *2012 Agile Conference*, 2012, pp. 51-54. <https://doi.org/10.1109/Agile.2012.24>
- [35] V. Escobar-Sarmiento and M. Linares-Vásquez, "A model for measuring agility in small and medium software development enterprises," in *38th Latin America Conference on Informatics, CLEI 2012 - Conference Proceedings*, 2012, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1109/clei.2012.6427226>
- [36] K. M. Poonacha and S. Bhattacharya, "Towards a framework for assessing agility," in *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2012, pp. 5329-5338. <https://doi.org/10.1109/hicss.2012.599>
- [37] R. Wendler, "Development of the organizational agility maturity model," in *2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 2014, pp. 119-1206. <https://doi.org/10.15439/2014F79>
- [38] O. E. Adali, O. O. Top, and O. Demirors, "Assessment of agility in software organizations with a web-based agility assessment tool," in *Proceedings - 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2017*, 2017, pp. 88-95. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2017.61>
- [39] M. Florêncio, F. Sambinelli, and M. A. Francisco Borges, "ASA: Agile Software Development Self-assessment Method," in *Agile Methods*, 2018, pp. 21-30. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73673-0_2
- [40] H. Kniberg, "Squad Health Check model - visualizing what to improve," 2014. [Online]. Available: <https://labs.spotify.com/2014/09/16/squad-health-check-model/>. [Accessed: 07-May-2019].
- [41] "Scrum Level," 2018. [Online]. Available: <https://scrumlevel.com>. [Accessed: 07-May-2019].