



Un estudio exploratorio de las percepciones de productividad en equipos de software ágil

An Exploratory Study of Productivity Perceptions in Agile Software Teams

  Marcela Guerrero-Calvache ¹;
 Giovanni Hernández ²

¹ Universidad de Nariño, Pasto-Colombia,
marcela1396@udenar.edu.co

² Universidad Mariana, Pasto-Colombia,
gihernandez@umariana.edu.co

Cómo citar / How to cite

M. Guerrero-Calvache, G. Hernández, “Un estudio exploratorio de las percepciones de productividad en equipos de software ágil,” *Tecnológicas*, vol. 26, nro. 56, e2625, 2023.
<https://doi.org/10.22430/22565337.2625>

Resumen

La productividad de equipo en el desarrollo ágil de *software* (ASD, por sus siglas en inglés) está compuesta por un conjunto de factores que permiten evaluar el desempeño de cada uno de los integrantes de un equipo, aspecto crucial para establecer el éxito o fracaso de un proyecto. El propósito de esta investigación fue determinar la percepción que tienen los profesionales de equipos ASD sobre la medición de productividad partiendo de los factores identificados en un estudio preliminar. Para tal fin, se aplicó una encuesta que se orientó bajo el protocolo de Kitchenham y Pfleeger a ochenta y dos integrantes de equipos ASD. Los principales resultados señalaron que los profesionales de la industria de *software* asocian la productividad como un indicador de mejora dentro de los procesos del equipo y en el cumplimiento de objetivos a un cliente. Dentro de los factores que los participantes consideraron fundamentales en la medición de productividad de equipo en ASD se destacan la velocidad, la capacidad de trabajo y la satisfacción del cliente. Finalmente, los factores que afectan el desempeño de un equipo cuando se adaptan al cambio y los relacionados a la identidad del equipo, no fueron mencionados por los profesionales como parte del proceso de evaluación actual sobre productividad en equipos ASD, pero si fueron considerados como relevantes para ser posteriormente incluidos.

Palabras clave

Aspectos organizacionales, colaboración en equipos ágiles, desarrollo ágil de *software*, trabajo en equipo.

Abstract

Team productivity in agile software development (ASD) is made up of a set of factors that allow evaluating the performance of each one of the members of a team, a crucial aspect to establish the success or failure of a project. The objective of this research is to determine the perception that ASD team professionals have about the measurement of productivity based on the factors identified in a preliminary study. For this purpose, a survey was applied that was oriented under the Kitchenham and Pfleeger protocol to 82 members of ASD teams. The main results indicate that professionals in the software industry associate productivity as an indicator of improvement within the team's processes and in the fulfillment of objectives for a client. Among the factors that the participants considered essential in measuring team productivity at ASD, Speed, Work Capacity and Customer Satisfaction stand out. Finally, the factors that affect the performance of a team when they adapt to change and those related to the identity of the team, were not mentioned by the professionals as part of the current evaluation process on productivity in ASD teams, but they were considered relevant to be included later.

Keywords

Organizational aspects, collaboration in agile teams, agile software development, teamwork.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo ágil de *software* (por sus siglas en inglés ASD) es una tendencia dentro de la industria de *software* que permite la entrega permanente de valor, genera clientes satisfechos con los productos recibidos y optimiza recursos como: tiempo y costos en un determinado proyecto [1]. Las organizaciones buscan que, con el uso de métodos ágiles puedan transformar digitalmente sus procesos [2].

Actualmente, los métodos ágiles cuentan con una serie de prácticas que permiten enriquecer su trabajo hacia el logro de los objetivos. Una de ellas es la reunión de retrospectiva, la cual tiene como propósito efectuar un diagnóstico sobre los aspectos positivos y negativos evidenciados dentro de un equipo, y es un espacio de vital importancia para indagar que tan productivos han sido, determinando el desempeño individual y grupal obtenido con el fin de plantear actividades de mejora continua [3].

La productividad de equipo en ASD es un indicador relevante en las organizaciones de TIC [4], [5], permite determinar tras la construcción de un producto *software*, cuáles han sido los resultados alcanzados en un equipo [6], es influyente en el rendimiento y evolución del proyecto [7] y como un indicativo hacia el éxito del mismo [8].

La productividad está relacionada con la cantidad de trabajo que un equipo ha sido capaz de generar con eficiencia, calidad, usando recursos de manera óptima [7], [9] y satisfaciendo a un cliente [6], [7], [10]- [12]. Asimismo, está compuesta por un conjunto de factores [9], [11], [13]- [18] que se convierten en aspectos clave para consolidar métricas de evaluación que contribuyan a recopilar información valiosa que pueda ser significativa para la toma de decisiones, y es conociendo el comportamiento del equipo como se pueden establecer medidas claras para mejorar su productividad [19].

Los equipos ágiles de alto rendimiento se caracterizan por ser autogestionados, empoderados, multifuncionales; las interacciones y las relaciones entre sus integrantes tienen mayor peso a la hora de desarrollar *software* [20]. Lo anterior favorece la cultura organizacional, el trabajo en equipo de forma colaborativa y que se alcance una alineación pertinente con las necesidades del negocio [2].

Actualmente, los equipos ágiles poseen información escasa y poca claridad de lo que significa productividad para ellos, y como consecuencia, no se observa procesos sistematizados de medición [18]. Establecer formas para medir productividad de equipo desde ASD presenta dificultades. En primera instancia, la perspectiva de productividad es cambiante de acuerdo con el rol que cada integrante de un equipo ágil desempeñe. El segundo aspecto obedece a que, los recursos y el esfuerzo invertido para producir información relacionada con la productividad de equipo supera el beneficio generado por las decisiones tomadas. Esto se evidencia en que al medir la productividad de equipo la información generada es costosa al traducirse en decisiones. Finalmente, los estudios existentes relacionan a la productividad con una concepción tradicional basada en términos de líneas de código (por sus siglas en inglés LOC) o funcionalidades producidas en cierto periodo de tiempo [18].

La motivación de este estudio nace por identificar las percepciones que los profesionales que trabajan en equipo con métodos ágiles tienen sobre productividad, para posteriormente contrastarlas con factores de medición analizados en la literatura. Los resultados de esta investigación tienen la pretensión de constituirse en la base referencial para que las fábricas de *software* tengan información sistematizada y confiable de lo que los profesionales entienden como productividad de equipo desde ASD, qué elementos tienen en cuenta para medirla y qué consideran relevante medir para evaluar su desempeño y poderlo mejorar.

Además, se espera que la comunidad académica y científica con base en esta información establezca formas sistemáticas para poderla medir.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En cuanto a los antecedentes que soporta esta investigación, existen diferentes estudios que comparten información relevante sobre factores o indicadores medición de productividad o rendimiento en equipos ágiles.

En un estudio preliminar expuesto en [18] se destaca que la productividad de equipo en ASD es un término abstracto. Durante los últimos años ha crecido el interés por parte de la comunidad académica y científica, razón por lo cual sigue siendo objeto de investigación. Además, la medición de productividad es fundamental para evaluar el desempeño de los integrantes de un equipo en un determinado momento.

Por otra parte, en [18] se logró la identificación de 63 factores para la evaluación de la productividad de equipo en ASD clasificados en cuatro categorías Significado, Impacto, Flexibilidad y Alto Desempeño a través de un mapeo sistemático de literatura.

La Tabla 1 muestra detalladamente la descripción de cada categoría con los factores identificados. Cada elemento descrito en Tabla 1, impactan en la productividad de equipo en ASD y fueron el punto de partida para la construcción y aplicación del instrumento de recolección de información descrito en la sección 3.

En [11] se propone un modelo estadístico para evaluar la productividad del equipo en equipos ágiles. Los autores efectúan una encuesta con cuarenta empresas de *software* evaluando el impacto de seis factores en la productividad del equipo. Los factores tales como la relación entre equipos, el cumplimiento de la calidad, la visión, el liderazgo y la gestión de requisitos, son los más representativos en el estudio.

En [13] se menciona a la productividad como un tópico interesante. El estudio tiene como objetivo analizar la productividad de proyectos de código abierto en ASD. Entre los resultados presentados se identifican tres métricas de productividad tales como: Velocidad, Capacidad de trabajo y Factor de enfoque. De igual manera, menciona que factores asociados al contexto de estos equipos, como la duración de la iteración, la tasa de rotación de los participantes tanto que abandonaron el proyecto como los recién llegados y el índice de estabilidad del equipo, generan un impacto en el desempeño del equipo.

En [14] se describe una investigación enfocada en comprender como es la experiencia de rendimiento de los equipos que usan Lean y otros enfoques ágiles. Para el logro de ello, el estudio aplicó entrevistas semiestructuradas sobre el tema a profesionales de la industria de *software* de cinco organizaciones. Como resultado, se evidencia la identificación de 33 factores de desempeño. Asimismo, los autores especifican que la productividad no solo está asociado al cumplimiento de objetivos y puede ser analizado desde una postura individual hasta una visión organizacional o inclusive acorde con las necesidades del mercado. También resalta que, para mejorar la experiencia de rendimiento es necesario incorporar en el proceso de desarrollo habilidades blandas, como: comunicación, espíritu e identidad del equipo.

Tabla 1. Categorías de Factores de Productividad en ASD. Fuente: [18]

No.	Categoría	Descripción de la Categoría	Factores identificados
1	Significado	Relaciona factores que involucran la concepción de productividad bien sea desde una perspectiva particular o general.	Velocidad, Capacidad de trabajo, Satisfacción del cliente, Comprensión a entender los roles de trabajo, Comprensión general, Maneras de ver el éxito, Comprensión Ágil, Necesidad de comunicación, Planificación del trabajo, Satisfacción con la experiencia de programación, Satisfacción con el código desarrollado, Satisfacción del equipo.
2	Impacto	Asocia a factores que influyen neutral, eficaz o desfavorablemente en el comportamiento de un equipo.	Colaboración y Cooperación, Comunicación, Calidad, Manejo de los requisitos, Duración de la iteración, Rotación de los desarrolladores que abandonaron el proyecto, Rotación de los desarrolladores recién llegados, Estabilidad de los integrantes del equipo, Apoyo organizacional, Atmósfera, Poder de decisión, Control de mi propio trabajo, Reorganización, Trabajo distribuido, Establecimiento de metas, Herramientas y Recursos, Pruebas, Duración para resolver la tarea de calendario, Rendimiento del código, Tamaño del equipo, Conflictos no resueltos.
3	Flexibilidad	Agrupar los factores que conllevan al equipo a estar preparado a condiciones de cambio.	Mejora del proceso, Aprendizaje organizacional, Inversión de tiempo, Adaptación al cambio, Priorización, Aprendizaje de los fracasos, Obtener aceptación, Trabajo en progreso, Tiempo de espera, Tiempo de reunión por sprint, Porcentaje de tareas perdidas.
4	Alto desempeño	Contiene los factores vinculados a capacidades sociales y que permiten que un equipo obtenga resultados mejores a los esperados.	Factor de enfoque, Liderazgo del equipo, Relación entre equipos, Visión del equipo, Espíritu de equipo, Configuración del equipo, Recompensas, Desarrollo personal, Identidad del equipo, Sentimiento de Orgullo, Habilidades sociales, Motivación intrínseca, Balance hedónico grupal, Confianza, Capacidad del equipo, Vinculación, Compromiso.

En [5] se evidencia la aplicación de un estudio de casos múltiples durante seis meses aplicado a tres empresas brasileñas que hacen uso de métodos ágiles con el fin de establecer factores de productividad. Entre las técnicas que emplearon los investigadores están: recolección de información a través de entrevistas, documentación de retrospectivas y observación directa. Dentro de los hallazgos identificados se encontró que, un aspecto influyente en la productividad de equipos ágiles es su gestión. Adicionalmente, se identifica factores a nivel interno como: diseño y rotación de los integrantes, siendo este último negativo para la productividad. En cuanto a su relación con otros equipos, se determina la coordinación de actividades como un componente esencial.

Teniendo en cuenta los antecedentes revisados, se puede determinar que, si bien existen estudios donde se da conocer el concepto de productividad de equipo en ASD, la información sigue siendo limitada. Asimismo, las investigaciones confirman que la productividad está compuesta por un conjunto de factores los cuales son fundamentales en el proceso de desarrollo de *software* para determinar el rendimiento de un equipo. Sin embargo, con este artículo se establecen factores relevantes para los profesionales mediante un análisis comparativo entre percepciones e información generada por la comunidad académica y científica.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El objetivo de esta investigación es presentar las percepciones que los desarrolladores de software de equipos ágiles tienen sobre productividad de equipo en ASD considerando los factores que contribuyen a su medición mediante indicadores identificados en un estudio previo [18]. Para la recolección de las percepciones de los profesionales de la industria de *software* sobre productividad de equipo en ASD, el estudio se orientó por las seis (6) etapas (Ver Figura 1) para la diseño y construcción de encuestas definidas por Kitchenham y Pfleeger en [21].

3.1 Definición de objetivos

Según los autores Kitchenham y Pfleeger, la primera etapa para la construcción del instrumento de recolección de información es la definición de objetivos, los cuales, se fundamentan en el problema de investigación planteado [21]. Por lo anterior, el objetivo de la encuesta es caracterizar las percepciones que tienen los profesionales de la industria de *software* sobre la medición de productividad de equipo en ASD.



Figura 1. Protocolo de elaboración de encuestas. Fuente: elaboración propia basado en [21].

3.2 Diseño del instrumento

En [21] se establece que el diseño de una encuesta puede ser de dos tipos: transversal y longitudinal. El presente estudio se caracteriza por ser de tipo transversal [21] puesto que el instrumento fue aplicado a los profesionales de la industria de *software* que hacen parte de equipos que hacen uso de métodos ágiles en un punto fijo en el tiempo, que para el caso particular estuvo comprendido entre septiembre y octubre de 2022.

3.3 Elaboración del instrumento

La elaboración del instrumento incluye la definición de los tipos preguntas y respuestas a incluir, el formato, organización y longitud del cuestionario [21]. Para la construcción del instrumento se consideraron los resultados obtenidos en la ejecución de un mapeo sistemático de literatura previo [18] considerando, las concepciones de productividad de equipo en ASD identificadas y los factores que involucran su medición.

Lo anterior contribuyó a la formulación de las preguntas que harán parte del cuestionario [21]. Las preguntas fueron de tipo cerrado y para profundizar la respuesta, se establecen preguntas abiertas. Para el caso de las preguntas cerradas se introdujo respuestas de selección múltiple utilizando una escala Likert como esquema de valoración subjetivo.

El cuestionario evaluó 73 ítems y el tiempo estimado para su diligenciamiento fue de 10 minutos. El instrumento se organizó a través de cuatro secciones, como se describe a continuación.

3.3.1 Generalidades

En esta sección se pone a consideración del encuestado las indicaciones para el diligenciamiento del instrumento y la aceptación del consentimiento informado para el tratamiento de los datos.

3.3.2 Información Sociodemográfica

Esta sección incluye un conjunto de preguntas para recolectar información sociodemográfica de los profesionales que trabajan en la industria de *software*.

3.3.3 Percepciones de Productividad de equipo en ASD

Esta sección encierra las preguntas sobre la percepción que tienen los profesionales de la industria de *software* que usan métodos ágiles sobre productividad de equipo.

3.3.4 Elementos de medición de Productividad de equipo en ASD

Esta sección contiene las preguntas relacionadas con la forma como los profesionales de la industria de *software* miden la productividad de un equipo.

3.3.5 Factores en la medición de Productividad de equipo en ASD

En esta sección se exponen a consideración del encuestado los factores en la medición de productividad de equipo en el desarrollo ágil de *software* asociados a las categorías: significado, impacto, flexibilidad y alto desempeño, identificados en [18] para que determinen el nivel de importancia que este tiene para el equipo.

3.4 Evaluación de la confiabilidad del instrumento

La evaluación de confiabilidad permite asegurar que el instrumento a aplicar sea claramente comprendido por los encuestados, brinde la información que se desea recopilar y se pueda determinar su validez [21]. Para la validación, se utilizó un panel de dos (2) expertos para juzgar el valor del contenido de cada pregunta. A partir de las recomendaciones hechas, se realizó los ajustes respectivos. El cuestionario fue puesto en marcha de forma digital a través de la herramienta de Google Forms (el formulario se puede consultar en el enlace <https://forms.gle/4oV6s3nVjcyFxdJP7>).

Finalmente, se efectuó una prueba piloto con diez (10) profesionales con el fin de identificar dificultades en el diligenciamiento del instrumento. Con base en las observaciones hechas en la prueba piloto, se ejecutó los cambios pertinentes.

3.5 Obtención de datos válidos

El propósito de esta etapa es seleccionar la población a la cual se desea encuestar con el ánimo de obtener un conjunto de respuestas significativas para la investigación [21]. La población seleccionada fueron los integrantes de los equipos de desarrollo de *software* que hagan uso de métodos ágiles. El muestreo utilizado fue no probabilístico de tipo intencional cuyos criterios de inclusión fue que el participante sea integrante de un equipo de desarrollo de *software*, utilice métodos y técnicas del desarrollo ágil de *software*.

4. RESULTADOS

El análisis de resultados permitió determinar un mayor nivel de detalle en las respuestas obtenidas por parte de los participantes y generar conclusiones al respecto [21]. La encuesta se aplicó a 82 profesionales de la industria de *software* que participaron de forma voluntaria en este proceso. El tiempo invertido para la recopilación de los datos fue de sesenta (60) días, donde se contactó y motivo a los interesados.

4.1 Información sociodemográfica

Los resultados generados tras aplicar la encuesta arrojaron que el 90.2 % de la población encuestada es de género masculino (74) y el 9.8 % restante es de género femenino (8). En cuanto al país de residencia se contó con la participación de profesionales de Colombia 93.9 % (77) y de otros países (México, Perú, Argentina y Estados Unidos) se tiene una participación del 6.1 % (5). En cuanto a la ciudad/municipio de residencia entre los más relevantes se destacan a Pasto con un 59.8 % (49), Bogotá con un 8.5 % (7) y el 3.7 % (3) son de ciudades como Cali e Ipiales, respectivamente.

En cuanto a la edad de los encuestados (Ver Figura 2) se detalla que el 58.5 % de los participantes se encuentran entre la edad de 24 y 36 años lo que indica que actualmente los profesionales se vinculan a empresas de *software* desde temprana edad. Asimismo, se encontró que la máxima edad identificada fue de 50 años.

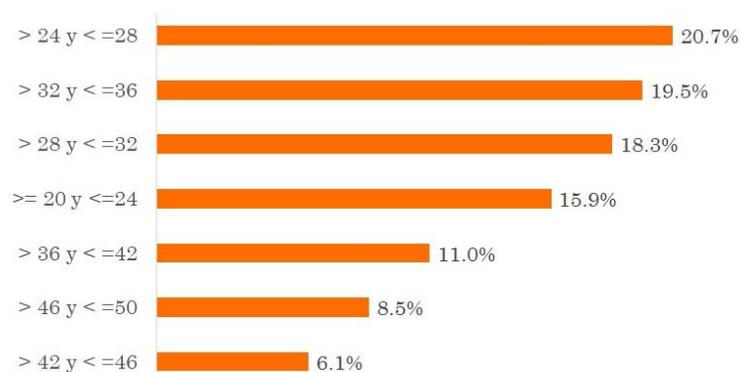


Figura 2. Rango de edades de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

Refiriéndose al tiempo que llevan desempeñándose los profesionales en proyectos de construcción de *software*, se evidencia que el 73.2 % tienen más de tres años de experiencia en el área, y solo el 11 % cuentan con experiencia inferior a un año (Ver Figura 3).

En cuanto al máximo nivel de formación alcanzado, el 58.5 % (48) de los encuestados han alcanzado formación profesional de pregrado, el 24.4 % (20) tienen formación magister, el

12.2 % (10) tienen formación especialista, el 3.7 % (3) son tecnólogos y solo un participante 1.2 % (1) cuenta únicamente con formación bachiller.

De acuerdo con el rol que desempeñan los profesionales se encuentra que, la mayor parte de la población (58) equivalente a un 70.7 % son desarrolladores de *software*, seguido por el cargo de director de proyectos 6.1 % (5), scrum master (4), arquitecto de *software* (4), analista funcional (4) con un 4.9 % cada uno, director de tecnología (2) y agile coach (2) con 2.4 %; finalmente ingeniero de ciberseguridad (1), analista de datos (1) y administrador de bases de datos (1) con 1.2 % respectivamente.

En cuanto a la modalidad de trabajo, se destaca que el 63.4 % (52) de los participantes trabajan de forma remota, y el 18.3 % (15) lo hacen de manera presencial e híbrida respectivamente. Según el origen de la empresa donde labora el participante se resalta que el 72 % (59) es de procedencia nacional y el 28 % (23) es extranjera. De acuerdo con el tamaño de la empresa donde labora el participante, se resalta que el 36.6 % (30) es grande, 28 % (23) es pequeña, 24.4 % (20) es mediana, el 5 % (6.1%) es microempresa y el 4.9 % desconoce esta información.

Según el método ágil con el que los profesionales trabajan en sus equipos, se destaca que el primer lugar lo tiene Scrum con un 90.2 % (74), el segundo con un 31.7 % (26) usan Kanban, y un 15.9 % (13) usa Extreme Programming (XP). (Ver Figura 4).

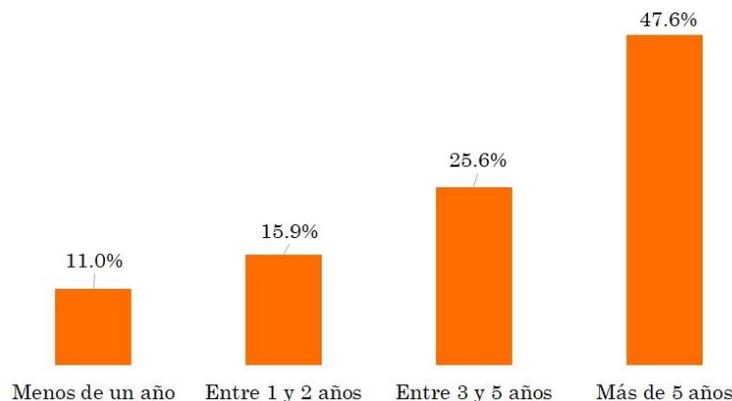


Figura 3. Experiencia en proyectos de software de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

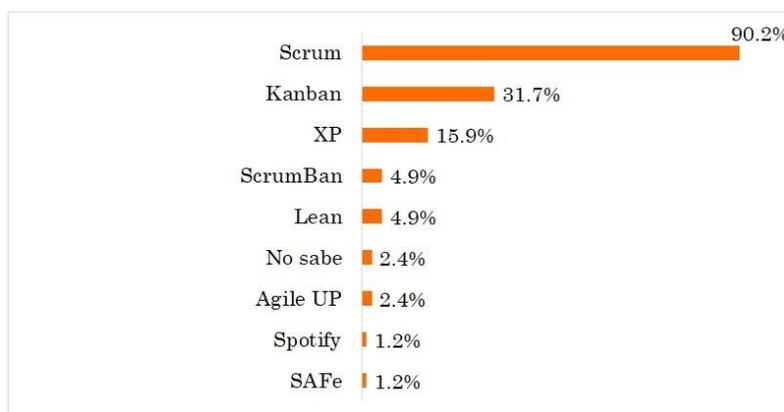


Figura 4. Métodos de desarrollo ágil empleados por los profesionales. Fuente: elaboración propia.

4.2 Percepciones de productividad

Una vez consolidado el concepto de productividad de equipo en ASD considerando las categorías establecidas en el mapeo sistemático de literatura descritas en un estudio preliminar expuesto en [18], se continua por contrastarlo con los imaginarios de los 82 profesionales de la industria de *software*.

Como resultados se obtuvo, que un 61 % (50) de los profesionales describe que la productividad funciona como un indicador de mejora dentro de los procesos de equipo (Ver Figura 5); un 59.8 % (49) afirma que se asocia al cumplimiento de objetivos acorde a las necesidades de un cliente; el 53.7 % (44) detalla que es relevante para la organización conocer la productividad de un equipo; el 36.6 % (30) afirma que está compuesta por un conjunto de factores que generan un impacto dentro del equipo y solo un 6.1 % (5) la definen con un concepto netamente abstracto.

Lo anterior ha permitido establecer la distancia que existe entre las percepciones y la literatura. En este sentido, el 87.5 % de los referentes teóricos descritos en [18], plantean que la productividad está compuesta por un conjunto de factores los cuales contribuyen a su medición, mientras que para los profesionales solo el 36.6 % consideran esta concepción. Por otra parte, la orientación de los profesionales sobre productividad se centra como un indicador de mejora dentro de los procesos de equipo (61 %) y en la literatura este aspecto no es tan relevante. No obstante, ambas perspectivas son recurrentes en que la productividad está asociada con el cumplimiento de objetivos.

4.3 Evaluación de productividad

Para los elementos de medición de productividad se indagó a los profesionales por tres aspectos fundamentales: los indicadores que utilizan para medir la productividad en su equipo, como la miden y las herramientas que emplean para dicho propósito.

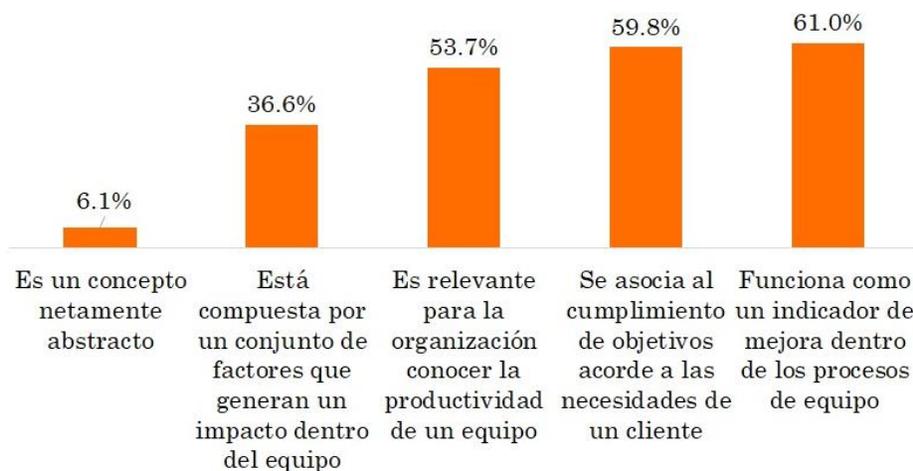


Figura 5. Percepciones de los profesionales sobre productividad de equipo en ASD
Fuente: elaboración propia.

Cabe resaltar que los hallazgos identificados tras la aplicación de la encuesta arrojaron una estrecha relación con lo expuesto en la literatura [18] puesto que no se evidenció un proceso de medición definido, sino que todas las percepciones se relacionaron con los factores que determinan e inciden en la productividad de equipo en ASD.

En cuanto a los indicadores que los profesionales utilizan para medir la productividad en su equipo, se evidencia que la relación entre la cantidad de trabajo completado y planeado (64.6 %) es la opción más representativa por parte de los encuestados (Ver Figura 6). Esta percepción al relacionarse con la literatura se asocia con el factor Capacidad de trabajo.

De otro lado, los profesionales de la industria de *software* consideran que el trabajo completado durante un incremento e iteración (58.5 %) es otro indicador de vital importancia para medir productividad. Esta postura al relacionarse con la literatura se asocia al factor velocidad.

La evaluación del cumplimiento realizado por parte del equipo se considera relevante en un 54.9 %, el cual corresponde con el factor calidad descrito en la literatura. En un 52.4 % se encuentra el cumplimiento de las expectativas de un cliente, y se asocia con el factor satisfacción del cliente descrito en la literatura. La comunicación efectiva en el desarrollo de las tareas asignadas está asociada con el factor comunicación descrito en la literatura y posee un 47.6 % de las opciones consideradas. Finalmente, la interdependencia en el desarrollo de las tareas asignadas (19.5 %) y el uso de elementos de trabajo en una iteración (9.8) son las opciones menos comunes, lo que significa un uso poco frecuente en la medición de los factores: colaboración y recursos, descritos en la literatura.

En segundo lugar, se indagó a los profesionales de la industria de *software* en como miden productividad en su equipo (Ver Figura 7). Se destaca que el 32.9 % de los encuestados lo asocia a la relación entre la cantidad de trabajo completado respecto a lo que fue planificado al inicio de una iteración. Esta percepción se asocia con el factor capacidad de trabajo descrito en [18].

El 22 % de los participantes detalla que la productividad de equipo puede ser medida por la cantidad de trabajo que fue completado en un tiempo determinado (Factor velocidad). Por consiguiente, los profesionales describen que el seguimiento de tareas (19.5 %), el cumplimiento de objetivos (14.6 %) y la realización de reuniones de forma permanente (8.5 %) son elementos claves en la medición de productividad.



Figura 6. Indicadores para medir productividad de equipo en ASD. Fuente: elaboración propia.

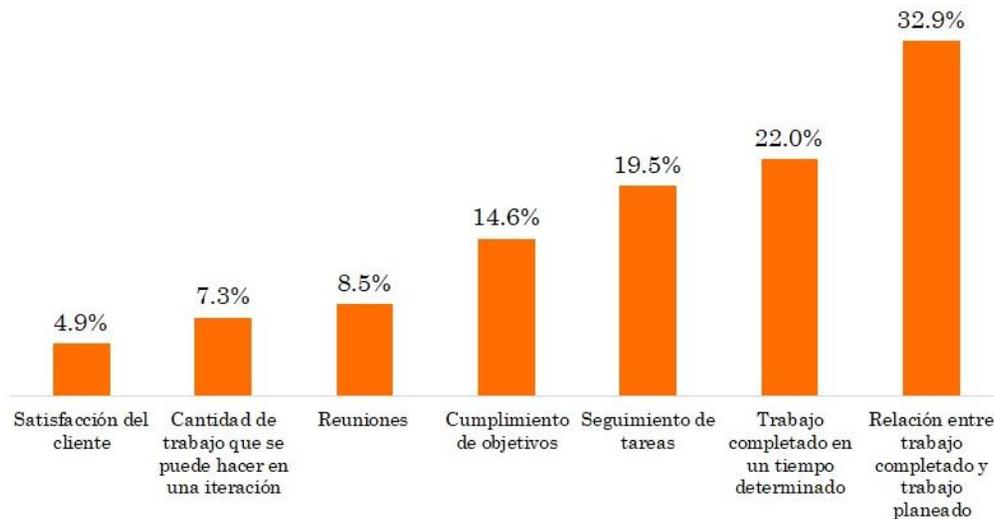


Figura 7. Medición de productividad de equipo en ASD. Fuente: elaboración propia.

Aunque estos aspectos no tienen una relación directa con un factor de productividad específico del SMS expuesto en [18], contribuyen a establecer que la revisión de tareas junto con la realización de reuniones de manera permanente permite visibilizar progreso del equipo hacia el cumplimiento de metas, determinando el trabajo finalizado y pendiente dentro de una iteración.

De otra parte, la cantidad de trabajo que un equipo puede efectuar en una iteración (7.3 %) (Factor capacidad del equipo) y la satisfacción de los interesados (4.9 %) (Factor satisfacción del cliente) son otras opciones mencionadas por los encuestados.

Finalmente, en esta sección se cuestionó por las herramientas computacionales que usan los profesionales para medir la productividad de equipo, se destacan a Jira 34.9 %, en segundo lugar, esta Easy Readmine con un 13.3 %, seguido de Azure DevOps con un 9.6 %, posteriormente Trello con el 8.4 % y finalmente Excel con un 7.2 %. Cabe mencionar que en los hallazgos identificados en [18] no se encontró información al respecto.

4.4 Factores de medición de productividad

En esta última sección de la encuesta se presentan los factores en la medición de productividad de equipo en el desarrollo ágil de *software* asociados a las cuatro categorías identificadas en [18]: significado, impacto, flexibilidad y alto desempeño, para que evalúen el nivel de importancia considerando la escala Likert: muy alto (MA), alto (A), medio (M), bajo (B) y muy bajo (MB), como esquema de valoración subjetivo.

Cabe resaltar que aquellos factores que superaron el 80 % entre el nivel de importancia entre MA y A, se consideran relevantes para esta investigación.

4.4.1 Categoría Significado

Dentro de esta categoría se identificó la relevancia que tienen los factores de productividad de equipo en ASD que la componen para los profesionales destacando que, trabajo completado durante un incremento e iteración (**Factor Velocidad**) con un 97.6 %, la relación entre la cantidad de trabajo completado y planeado (**Factor Capacidad de trabajo**) con un 89 %, el cumplimiento de las expectativas de los interesados (**Factor Satisfacción del cliente**) con un 85.4 %, el desempeño de cada integrante del equipo

(Factor Comprensión orientada a entender los roles de trabajo) con un 84.1 %, la satisfacción de los integrantes del equipo en el desarrollo de sus actividades **(Factor Satisfacción del equipo)** con un 81.7 % fueron percibidos por los profesionales de la industria de *software* con un nivel de importancia muy alto y alto (Ver Figura 8).

4.4.2 Categoría Impacto

Dentro de la categoría Impacto se identificó que, factores como: la comunicación efectiva en el desarrollo de las tareas asignadas **(Factor Comunicación)** con un 92.7 %, la evaluación del cumplimiento del trabajo realizado por parte del equipo **(Factor Calidad)** con un 86.6 %, la satisfacción de los integrantes de un equipo en relación con el clima laboral **(Factor Atmósfera)**, la precisión y especificación de los requisitos **(Factor Manejo de los Requisitos)** con un 85.4 %, las metas planteadas por el equipo **(Factor Establecimiento de Metas)** con un 84.1 %, y la autonomía del equipo para tomar decisiones **(Factor Poder de Decisión)** con un 80.5 % fueron percibidos por los profesionales de la industria de *software* con un nivel de importancia muy alto y alto (Ver Figura 9).

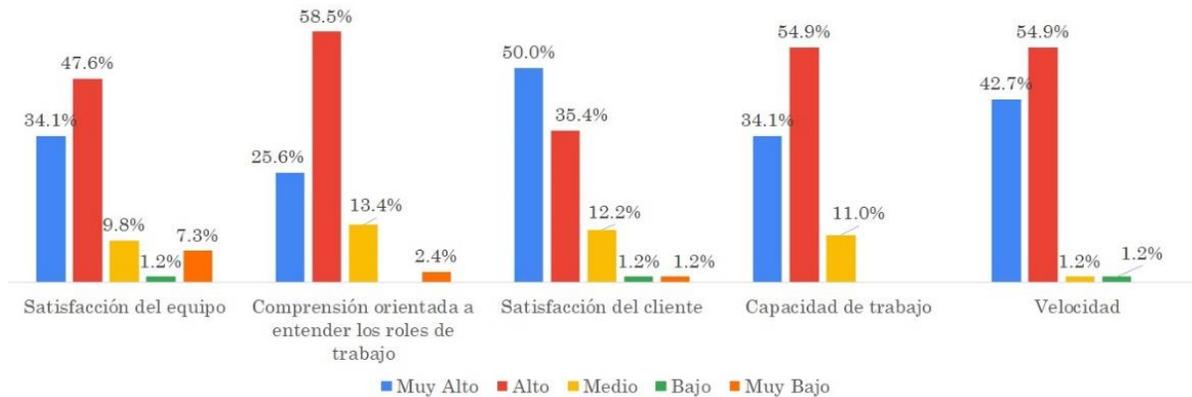


Figura 8. Factores de productividad de equipo en ASD – Categoría Significado. Fuente: elaboración propia.

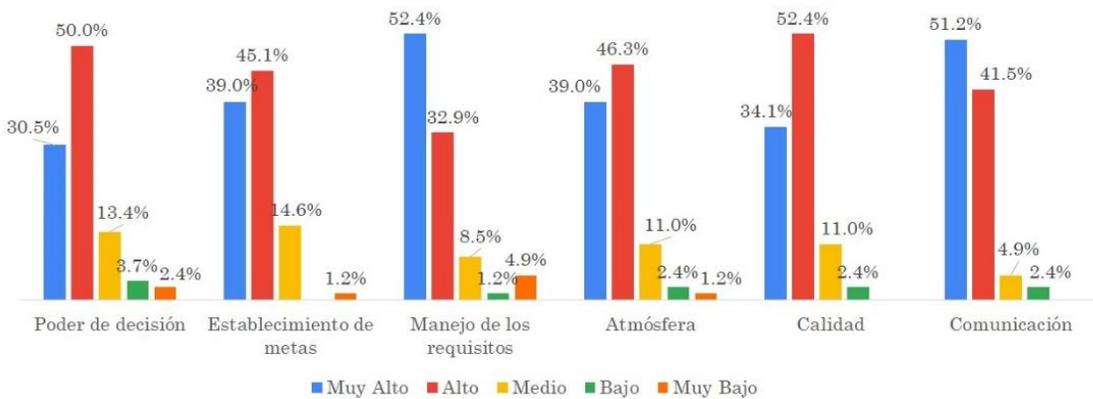


Figura 9. Factores de productividad de equipo en ASD – Categoría Impacto. Fuente: elaboración propia.

4.4.3 Categoría Flexibilidad

Dentro de la categoría flexibilidad se identificó que los factores: el aprendizaje de la organización frente a los errores presentados en un proyecto **(Factor Obtener Aceptación)** con un 86.6 %, el aprendizaje del equipo frente a los errores presentados en una iteración

(**Factor Aprendiendo de los Fracayos**) con 85.4 %, la generación de nuevo conocimiento de manera individual y de equipo (**Factor Aprendizaje Organizacional**) con un 81.7 % y la madurez del proceso utilizado por el equipo (**Mejorando el Proceso**) con un 80.5 % fueron percibidos por los profesionales de la industria de *software* en un nivel de importancia muy alto y alto (Ver Figura 10).

4.4.4 Categoría Alto Desempeño

Dentro de la categoría alto desempeño se establece que el grado de voluntad de un integrante del equipo para colaborar con los demás miembros (**Factor Compromiso**) con un 89 %, la gestión, comunicación y control de cambios en el equipo (**Factor Liderazgo del equipo**) con un 86.6 %; la seguridad en el logro del objetivo del equipo (**Factor Confianza**), el aporte de las habilidades complementarias de los integrantes en la conformación del equipo (**Factor Configuración del Equipo**), el efecto causado en el equipo como resultado de desarrollar un trabajo de calidad (**Factor Sentimiento de Orgullo**), el grado de motivación de los integrantes equipo (**Factor Motivación Intrínseca**), la capacidad de los integrantes para trabajar de manera interdependiente en la búsqueda de un objetivo (**Factor Habilidades Sociales**) con un 85.4 % respectivamente; y la cantidad de trabajo que puede hacer el equipo en una iteración (**Factor Capacidad del equipo**) con un 80.5 % fueron percibidos por los profesionales de la industria de *software* con un nivel de importancia muy alto y alto (Ver Figura 11).

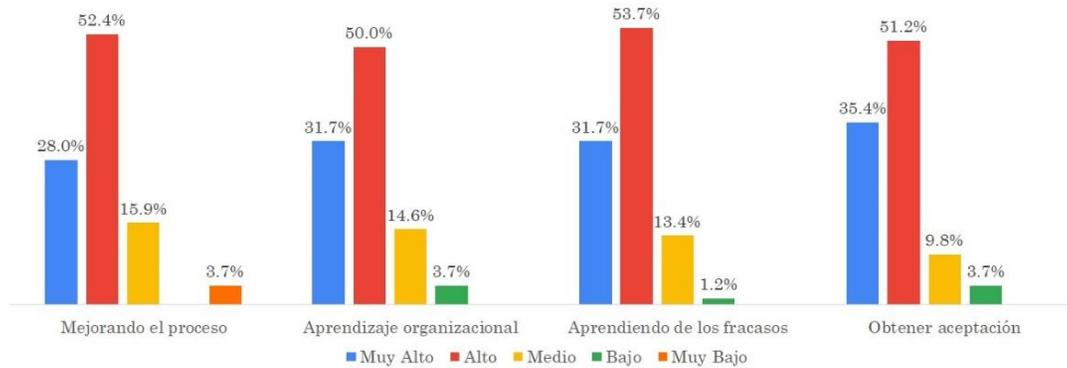


Figura 10. Factores de productividad de equipo en ASD – Categoría Flexibilidad. Fuente: elaboración propia.

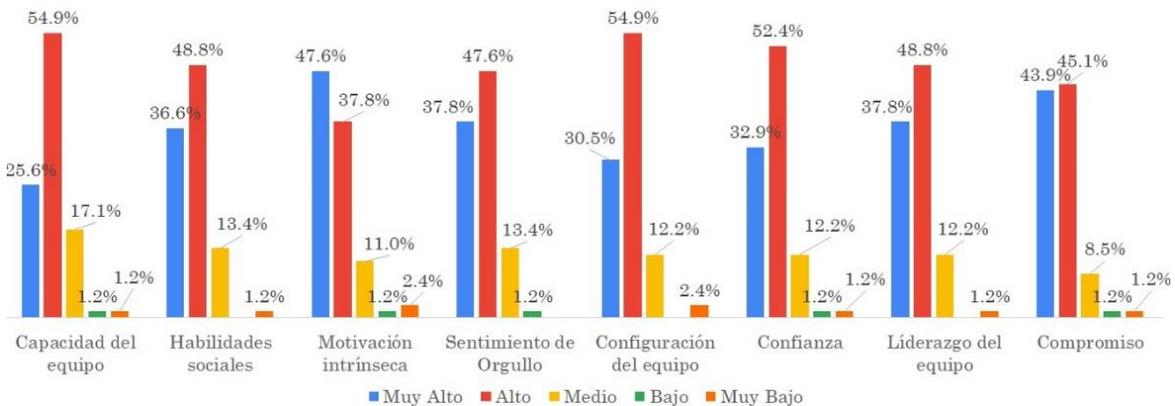


Figura 11. Factores de productividad de equipo en ASD – Categoría Alto Desempeño. Fuente: elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

La aplicación de la encuesta a 82 profesionales de la industria de *software* permitió identificar la percepción, elementos de medición y factores que inciden en la productividad de un equipo en ASD.

La información sociodemográfica permite establecer una visión general de como los profesionales cuentan con una amplia experiencia en desarrollo de *software* considerando que el 70.7 % de los encuestados están vinculados a esta área de conocimiento, lo cual permite inferir que las perspectivas recolectadas se asocian al trabajo diario que surge dentro un equipo. Además, se identifica la temprana edad a la que se vinculan a la industria de *software* ya que, a raíz de la situación vivenciada por la pandemia desde el año 2020, obligo a que muchas organizaciones cambiaran su modalidad de trabajo optando por entornos remotos e inclusive híbridos dejando a un lado el formalismo por laborar en un espacio geográficamente definido.

Se estableció que el 90.2 % de los profesionales trabajan con el marco de trabajo Scrum lo cual corrobora que este sigue siendo uno de los métodos ágiles más empleados en las organizaciones tal y como lo corrobora el 16th Reporte del estado de la Agilidad 2022.

En cuanto a las percepciones de productividad estas fueron muy cercanas a lo expuesto en la literatura, resaltando que para los profesionales la productividad está centrada como un indicador de mejora dentro de los procesos del equipo y en el cumplimiento de objetivos a un cliente.

Al contrastar las nociones expuestas por la literatura académica y científica y las opiniones de los profesionales de la industria de *software*, se encuentran similitudes en los elementos de medición porque las perspectivas asocian la productividad de equipos ágiles con factores. Se destaca que la relación entre la cantidad de trabajo completado respecto a lo que fue planificado al inicio de una iteración (Capacidad de trabajo); la cantidad de trabajo que fue completado en un tiempo determinado (Velocidad) y la satisfacción del cliente, son representativos en este proceso de medición.

En cuanto a la herramienta computacional más empleada por los profesionales para el proceso de medición de productividad se destaca Jira, sin embargo, cabe resaltar que el software es más enfatizado a la gestión de proyectos y al seguimiento del trabajo en equipo de forma general.

Al indagar el nivel de importancia que tiene para los profesionales los factores identificados en la literatura, se identificó que los factores velocidad, capacidad de trabajo, satisfacción del cliente, comprensión a entender roles de trabajo y satisfacción del equipo, fueron relevantes en la categoría significado. Los factores comunicación, calidad, atmósfera, manejo de los requisitos, establecimiento de metas y poder de decisión son representativos en la categoría impacto. dentro de la categoría flexibilidad se tienen que los factores obtener aceptación, aprendizaje de los fracasos, aprendizaje organizacional y la mejora del proceso fueron altamente valorados por los profesionales de la industria de *software*.

Desde la perspectiva de los encuestados, los factores que contribuyen a alcanzar altos niveles de desempeño son: el compromiso, el liderazgo del equipo, la confianza, la configuración del equipo, el sentimiento de orgullo, la motivación intrínseca, las habilidades sociales y la capacidad del equipo.

Cabe mencionar que los factores de la categoría significado (Capacidad de trabajo, velocidad y satisfacción del cliente) e impacto (calidad, comunicación) fueron considerados por los profesionales tanto como indicadores empleados para medir la productividad como factores en un nivel de importancia superior.

Aunque factores asociados a las categorías flexibilidad y alto desempeño no fueron mencionados por los profesionales como parte del proceso de evaluación actual sobre productividad en equipos ASD, si fueron calificados como relevantes en la última sección del instrumento lo que conlleva a inferir que la mejora continua a través del aprendizaje individual y organizacional, las habilidades blandas y el ambiente en que se desenvuelve el equipo es fundamental para alcanzar altos niveles de rendimiento.

Al contar con un alto porcentaje de profesionales de Colombia, el estudio pretende que pequeñas, medianas y grandes empresas del país conozcan esta información y puedan a considerar dentro de sus procesos organizacionales técnicas, estrategias de medición de productividad en ASD.

Además, para la academia esta información puede servir como insumo para futuras investigaciones que trabajen la temática de productividad de equipo ASD considerando que en los últimos años este tópico ha despertado gran interés por parte de la comunidad científica.

Como trabajo futuro se pretende que, con el análisis efectuado tras la revisión de literatura y los resultados obtenidos con los profesionales de la industria de *software* se pueda construir un modelo conceptual que permita definir un proceso de medición de productividad que aporte a equipos ASD.

6. AGRADECIMIENTOS Y FINANCIACIÓN

Los autores expresan sus agradecimientos al grupo de Investigación Galeras.NET del Departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño por permitir y apoyar el desarrollo de este trabajo el cual pertenece a un producto de investigación de la tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación de la misma institución, denominado “Modelo de evaluación de productividad de equipo en el desarrollo ágil de software”.

CONFLICTOS DE INTERÉS DE LOS AUTORES

Se declara que no existe ningún conflicto de intereses económicos, profesionales o personales que puedan influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos en este artículo.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

El aporte de cada autor se realizó de manera colaborativa; la conceptualización, diseño y el desarrollo de la investigación fue del 50% para cada autor.

7. REFERENCIAS

- [1] J. Iqbal, A. Yasin, and M. Omar, “Defining Teamwork Productivity Factors in Agile Software Development,” *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 12, no. 3, pp. 1160-1172, Jun. 2022. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.3.13648>
- [2] Digital.ai, “16th Annual State Of Agile Report,” *Annu. Rep. State Agil.*, pp. 1–22, 2022. <https://stateofagile.com>

- [3] P. L. Torres and H. Cornide-Reyes, "Team performance assessment and improvement in an agile methodology framework," in *2022 XLVIII Latin American Computer Conference (CLEI)*, pp. 1–10, 2022. <https://doi.org/10.1109/CLEI56649.2022.9959959>
- [4] M. Á. Maldonado Arango, "Factores que afectan la productividad en equipos Scrum analizados con pensamiento sistémico," (Tesis de Maestría, Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2017. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59778>
- [5] C. de O. Melo, D. S. Cruzes, F. Kon, and R. Conradi, "Interpretative case studies on agile team productivity and management," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 55, no. 2, pp. 412–427, Feb. 2013. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2012.09.004>
- [6] C. Melo, D. S. Cruzes, F. Kon, and R. Conradi, "Agile Team Perceptions of Productivity Factors," in *2011 Agile Conference*, Salt Lake City, UT, USA, Aug. 2011, pp. 57–66. <https://doi.org/10.1109/AGILE.2011.35>
- [7] I. Fatema and K. Sakib, "Factors Influencing Productivity of Agile Software Development Teamwork: A Qualitative System Dynamics Approach," in *2017 24th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, Nanjing, China, Dec. 2017, pp. 737–742. <https://doi.org/10.1109/APSEC.2017.95>
- [8] J. Iqbal, M. Omar, and A. Yasin, "An Empirical Analysis of the Effect of Agile Teams on Software Productivity," in *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, Sukkur, Pakistan, Jan. 2019, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICOMET.2019.8673413>
- [9] D. I. K. Sjøberg, "An Empirical Study of WIP in Kanban Teams," in *12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, no. 13, pp. 1-8, Oct. 2018. <https://doi.org/10.1145/3239235.3239238>
- [10] S. L. Ramírez-Mora and H. Oktaba, "Productivity in Agile Software Development: A Systematic Mapping Study," in *2017 5th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)*, Merida, Mexico, Oct. 2017, pp. 44–53. <https://doi.org/10.1109/CONISOFT.2017.00013>
- [11] A. Mashmool, S. Khosravi, J. H. Joloudari, I. Inayat, T. J. Gandomani, and A. Mosavi, "A Statistical Model to Assess the Team's Productivity in Agile Software Teams," in *2021 IEEE 4th International Conference and Workshop Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE)*, Budapest, Hungary, Nov. 2021, pp. 11–18. <https://doi.org/10.1109/CANDO-EPE54223.2021.9667902>
- [12] M. N. Sarpiri and T. Javdani Gandomani, "A case study of using the hybrid model of scrum and six sigma in software development," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 6, pp. 5342–5350, Dec. 2021. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i6.pp5342-5350>
- [13] E. Scott, K. N. Charkie, and D. Pfahl, "Productivity, Turnover, and Team Stability of Agile Teams in Open-Source Software Projects," in *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Portoroz, Slovenia, Aug. 2020, pp. 124–131. <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00029>
- [14] F. Fagerholm, M. Ikonen, P. Kettunen, J. Münch, V. Roto, and P. Abrahamsson, "How Do Software Developers Experience Team Performance in Lean and Agile Environments?," in *18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, no.7, pp. 1-10, May. 2014, <https://doi.org/10.1145/2601248.2601285>
- [15] M. Jung, J. Chong, and L. Leifer, "Group Hedonic Balance and Pair Programming Performance: Affective Interaction Dynamics as Indicators of Performance," in *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May. 2012, pp. 829–838, <https://doi.org/10.1145/2207676.2208523>
- [16] S. Dorairaj, J. Noble, and P. Malik, "Understanding Lack of Trust in Distributed Agile Teams: A grounded theory study," in *16th International Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2012)*, Ciudad Real, May. 2012, pp. 81-90. <https://doi.org/10.1049/ic.2012.0011>
- [17] K. V. Melnyk, V. N. Hlushko, and N. V. Borysova, "Decision Support Technology For Sprint Planning," *Radio Electron. Comput. Sci. Control*, no. 1, pp. 135–145, May 2020. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2020-1-14>
- [18] M. Guerrero-Calvache and G. Hernández, "Team Productivity in Agile Software Development: A Systematic Mapping Study," in *International Conference on Applied Informatics*, pp. 455–471, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-19647-8_32
- [19] C. W. H. Davis, *Agile Metrics in Action: Measuring and Enhancing the Performance of Agile Teams*, 1st ed. USA: Manning Publications Co., 2015. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/2846423>
- [20] K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, and M. Fowler, *et al*, "Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software," *Agilemanifesto.Org*, 2001. <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- [21] B. A. Kitchenham and S. L. Pfleeger, "Personal Opinion Surveys," *Guide to advanced empirical software engineering*, pp. 63-92, 2008. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5_3