

Modelo de gerencia ágil para proyectos de investigación y desarrollo en áreas biológicas

Eliana Rocío Hernández-Hoyos

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, eliher2344@gmail.com

Andrea Carolina Barragán-Calderón

Globant Colombia, barracalde@gmail.com

Lizeth Yurany Zambrano-Díaz

SEL Colombia, lizi_0606@hotmail.com

Diana Constanza Delgado-Hernández

Universidad de la Sabana, dianadehe@gmail.com

Revista **IDGIP**

ISSN 2619-1830 (en línea)

Volumen 1, N.º 1

Julio- diciembre de 2018,

pp. 53-70

Recibido: 12/10/2017

Aceptado: 26/09/2018

Disponible en <http://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/idgip>

Resumen Este trabajo parte de la necesidad de realizar procesos de gerencia flexible en proyectos de investigación y desarrollo en áreas biológicas, teniendo en cuenta los entornos cambiantes de este tipo de proyectos, buscando mejorar los procesos de gestión, utilización de recursos, cumplimiento del alcance, objetivos, tiempo y presupuesto. Los objetivos fueron identificar las herramientas y técnicas de las metodologías ágiles *Scrum*, *Kanban* y *Lean agile* que pudieran ser aplicados en la gerencia de proyectos de investigación y desarrollo, caracterizar las prácticas de gerencia utilizadas por los investigadores en este tipo de proyectos y el diseño de un modelo de gerencia ágil. Con el apoyo de investigadores de centros de investigación nacionales, internacionales y una multinacional, se identificó que era necesario fortalecer todas las fases del proceso gerencial, así como incorporar la fase de formulación del proyecto, que facilitará los procesos de gerencia posteriores. A partir de esta información se diseñó un ciclo de vida de cuatro fases: Formulación, Plan-in, Ejecución ágil que contiene los ciclos iterativos (definición, acción, reflexión, validación) y Cierre. Cada fase cuenta con un proceso que incluye una secuencia de actividades para orientar su ejecución, en la que se incorporaron 13 herramientas y técnicas de tres metodologías ágiles (*Scrum*, *Lean agile* y *Kanban*), aplicables a estos proyectos. Este modelo puede ser aplicado tanto por investigadores líderes de proyectos como por los demás miembros involucrados en la ejecución. La aplicación de un modelo de gerencia puede contribuir a disminuir el riesgo inherente a la investigación y mejorar la toma de decisiones.

Palabras claves: Investigación y desarrollo, gerencia de proyectos, metodologías ágiles, proyectos, Scrum, Lean agile, Kanban.

Agile Management Model for Research and Development Projects in Biological Areas

Abstract: This work is based on the need to conduct flexible management processes in research and development projects in biological areas. The research takes into account the changing environments of this type of project, while seeking to improve the processes of management, resource utilization, achievement of objectives, time, and budget. The objectives were to identify the tools and techniques of the Agile, Scrum, Kanban and Lean frameworks that could be applied to the management of Research and Development projects in order to characterize the management practices used by researchers in this type of projects and the design of an Agile management model. With the support of researchers from national, international, and multinational research centers, it was identified that it was necessary to strengthen all phases of the management process, as well as to incorporate the project formulation phase, which facilitates subsequent management processes. Based on this information, a four-phase life cycle was designed: Formulation, Plan-in, Agile execution containing the iterative cycles (Definition, Action, Reflection, Validation), and Closing. Each phase has a process that includes a sequence of activities to guide its execution, which incorporated 13 tools and techniques of three Agile methodologies (Scrum, Lean Agile and Kanban), applicable to these projects. This model can be applied by both lead project researchers and other members involved in implementation. The application of a management model can help reduce the inherent risk inherent in research and improve decision making.

Keywords: Research and development, project management, agile methodologies, projects, Scrum, Lean agile, Kanban.

INTRODUCCIÓN

El avance de un país está relacionado con la generación de nuevo conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación producto de los proyectos de Investigación y Desarrollo (I&D) en diversas áreas. Hoy en Colombia se encuentran centros especializados en el tema, que trabajan de la mano con las universidades, entes financiadores y la empresa privada, para lograr mejores productos que respondan a las necesidades de la sociedad. Por diversas razones, no siempre es posible conseguir todo lo que se planteó, por falencias en la elaboración del presupuesto, inadecuado manejo de los recursos financieros de los proyectos o deficiencia en la planeación de la propuesta, debido a la naturaleza de la investigación, ya que existe una gran incertidumbre en la ejecución de las actividades.

La experimentación inherente a los proyectos de investigación y desarrollo en áreas biológicas los hace ser de alto riesgo, por lo que se requieren grandes esfuerzos para ejecutarlos y alcanzar los objetivos planteados. Es innegable que un buen proceso gerencial, aunque no es condición de éxito, puede mejorar el proceso de gestión y utilización de recursos; no realizarlo puede aumentar la incertidumbre en la administración y toma de decisiones y tener un impacto negativo en los proyectos. Algunos autores consideran que el bajo nivel de éxito en la ejecución de este tipo de proyectos es un indicio claro de las falencias en la gerencia. Una de las fallas identificadas es la poca o nula aplicación de conocimientos en gerencia de proyectos por parte de los investigadores (Ayala & Jaramillo, 1998; Tamayo & Tamayo, 2003; Castañeda & Castañeda, 2007; Abello & Pardo, 2014).

A pesar de no contar con estudios que midan el nivel de éxito de este tipo de proyectos, es común que los investigadores no cumplan con el tiempo y el costo estipulados, particularmente porque no se hace seguimiento exhaustivo a la ejecución técnica y financiera del proyecto (Riol & Thuillier, 2015).

Varios trabajos han descrito la importancia de la gerencia de proyectos en investigación y desarrollo, haciendo énfasis en las características de incertidumbre y complejidad, teniendo en cuenta los roles de los investigadores, los gerentes y los demás participantes, planteando estrategias específicas en las que se trabaje un modelo de gerencia más suave, haciendo referencia en algunos casos a la necesidad de balancear los métodos tradicionales con los ágiles como una aproximación que combine flexibilidad y estructura, que tenga y pueda manejar la incertidumbre inherente en este tipo de proyectos; sin embargo, actualmente no hay un modelo gerencial que tenga en cuenta estas necesidades específicas (Castañeda & Castañeda, 2007; Ernø-Kjølhede, 2000; Procca, 2008; Mustaro & Rossi, 2013, Riol & Thuillier, 2015; Lippe & Brocke, 2016; Vom Brocke & Lippe, 2011, 2013).

Las metodologías ágiles para la gerencia de proyectos han sido ampliamente utilizadas durante los últimos años como respuesta a la planificación rígida de los métodos tradicionales. Dichas metodologías fueron creadas originalmente para el desarrollo de *software* y han sido usadas principalmente en proyectos de TI, pero debido a su éxito se están empleando en otras áreas como las de proyectos de investigación, innovación y desarrollo, y mejora de procesos en la ingeniería y la industria. Es importante tener en cuenta que la elección e implementación de este tipo de metodologías depende del tipo de proyecto y sus particularidades (Conforto et al., 2014; Špundak, 2014; Stare, 2014; Serrador & Pinto, 2015; Rasnacic & Berzisa, 2017). Actualmente, no existen referencias específicas que hablen de la

aplicación en I&D en áreas biológicas, ni una descripción de la estructura gerencial que se adapte a las condiciones de este tipo de proyectos, solamente se hace referencia a la necesidad de introducirlas (Lippe & Brocke, 2016; Vom Brocke & Lippe, 2011, 2013)

En los últimos años se ha presentado una evolución en la aplicación de metodologías ágiles y se ha mostrado que el uso de *Lean* y *Kanban* ha aumentado, y que *Kanban* es la segunda más utilizada después de *Scrum*. Esta preferencia se relaciona principalmente con la adopción de metodologías asociadas a los procesos gerenciales más que al tipo o área del proyecto en sí, haciendo énfasis en el hecho de ser metodologías que se basan en grupos de trabajo pequeños, agilidad en las comunicaciones y en la toma de decisiones, así como en la utilización de algunas de las prácticas más dominantes según el contexto específico del proyecto, sin necesidad de aplicarlas por completo (Sampietro, 2016). Son acordes con los requerimientos y criterios deseables para aplicarlas en los proyectos de I&D en áreas biológicas.

Partiendo del problema enunciado, los objetivos de la presente investigación estuvieron encaminados a identificar las herramientas y técnicas de las metodologías ágiles *Scrum*, *Kanban* y *Lean agile*, en conjunto con la gerencia tradicional, que se pudieran aplicar a este tipo de proyectos, y caracterizar las prácticas de gerencia usadas por los investigadores para utilizarlas en el diseño de un modelo para la gerencia de proyectos de I&D en áreas biológicas que brinden apoyo a estos procesos gerenciales, buscando mejorar el porcentaje de éxito en la ejecución y lograr los propósitos planteados con los recursos establecidos.

MARCO TEÓRICO

Metodologías ágiles

El término ágil usualmente se refiere a la capacidad de responder rápido y fácilmente a los cambios, concretamente en la gerencia de proyectos; describe la adaptabilidad durante la creación de un producto o servicio (Tridibesh, 2016).

Estos marcos y metodologías ágiles nacen debido al vertiginoso avance de la tecnología y sus exigencias; ya que se requería dejar de lado los procesos y generar valor más rápidamente por medio del talento humano y su efectividad; aunque dichas metodologías existen desde 1950, únicamente fueron reconocidas en el 2001 cuando se firmó el manifiesto ágil (Layton, 2015).

En febrero de 2001 se formó la Agile Alliance, con la participación de 17 gurús del desarrollo de *software*, organización sin ánimo de lucro dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de *software* y acompañar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos. En esta se estableció que las personas se encuentran sobre los procesos, el *software* funcional sobre la documentación, la colaboración del cliente sobre el contrato, y que hay que responder a los cambios sobre lo planeado (Elliott, 2008; Herrera & Valencia, 2007).

Como punto de partida o base fundamental de las metodologías ágiles se redactó y proclamó el *Manifiesto ágil*, en el cual se definieron los principios y los pilares (Herrera & Valencia, 2007; Agilemanifiesto, 2001).

Principios

1. Se garantiza la satisfacción del cliente con la entrega temprana de valor.
2. Se aceptan cambios en todo momento porque el agilísimo lo aprovecha para generarle ventajas competitivas al cliente.
3. Las entregas de un producto funcional se hacen entre dos semanas y dos meses.
4. Los responsables del negocio y el equipo trabajan juntos diariamente.
5. Se motiva a los integrantes del equipo: hay que facilitar el entorno.
6. La forma más clara de comunicación es la conversación cara a cara.
7. El producto funcional es la mejor medida de progreso.
8. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible; el equipo debe ser capaz de mantener un ritmo de trabajo constante.
9. Excelencia técnica y buen diseño mejoran la agilidad.
10. La simplicidad es esencial.
11. El mejor trabajo surge de equipos autoorganizados.
12. En intervalos definidos, el equipo reflexiona para mejorar el rendimiento.

Pilares

1. Transparencia: deben existir canales de comunicación claros y de fácil acceso para todos los involucrados en el proyecto. Toda la organización tiene derecho a saber en qué va el proyecto, en que se está trabajando, qué está listo y qué falta.
2. Inspección: el trabajo durante todas las fases lo inspeccionan varias personas para evitar retrasos y asegurar la corrección de errores rápidamente.
3. Adaptación: antes de avanzar hay que asegurar que todo lo anterior funciona perfectamente.

Las metodologías ágiles se consideran como una serie de técnicas para la gerencia de proyectos que han surgido como contraposición a los métodos clásicos de gestión en cascada, a pesar de que surgieron inicialmente para el desarrollo de *software*. También han sido utilizadas en otros tipos de proyectos diferentes de las áreas de TI como educación continuada, investigación, innovación y desarrollo, mejora de procesos, en la ingeniería y la industria (Barrera, Delgado & Garzón, 2015; Serrador & Pinto, 2015; Stare, 2014; Spundak, 2014; Pirola-Merlo, 2010; Conforto et al., 2014).

Scrum

Es un marco de gerencia ágil de proyectos que nació en Japón como una mejora a los procesos industriales a mediados de los ochenta; los primeros en proponer esta forma de trabajo fueron Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka, quienes aplicaron el concepto de *Scrum* del rugby a diversos casos de estudio en industrias manufactureras; esta estrategia consistía en que el equipo trabajara como una unidad para alcanzar un objetivo común.

En 1995. Ken Schwaber y Jeff Sutherland presentaron la adaptación que hicieron del modelo de Scrum al ciclo del desarrollo de *software* en la conferencia “The object-oriented programming, systems, languages & applications” en Austin, Texas

(Tridibesh, 2016). Desde ese momento se despertó el interés en la comunidad y hoy en día es uno de los más conocidos y usados por su fácil aplicación a diferentes tipos de problemas complejos.

Existen tres entidades que establecen lineamientos, herramientas y técnicas que regulan la metodología de *Scrum*. Son la Scrum Alliance, Scrum Study y Scrum Org, cada una de las cuales tiene un documento que soporta sus ideales. Los más conocidos son “The Scrum Guide” y el “SBOK”.

Lean Agile

Lean es una metodología basada en eliminar lo que no aporte valor al producto o servicio final; busca que el desperdicio sea cero, lo cual se logra consumiendo menos recursos y eliminando todo lo que sea superfluo en una organización (Poppendieck & Poppendieck, 2003; Toledano de Diego, Mañes Sierra & Arcía, 2009).

Se implementó inicialmente en la empresa Toyota en 1940, cuando se difundían los conceptos del sistema de producción Toyota (*The Toyota Production System* (TPS); es decir, JIT (justo a tiempo) Kaizen, TPM (mantenimiento productivo total). Estos conceptos establecían los elementos que en la línea de producción no daban valor agregado a los consumidores o clientes y los eliminaba. Desde entonces se ha implementado con éxito en empresas como Ford, Jhon Deere, Parker Hannifin, Textron, Illinois Tool Works, Intel, Caterpillar Inc., Kimberly-Clark Corporation, Nike, entre otras (Poppendieck & Poppendieck, 2003; Hernández & Vizán, 2013).

El objetivo de esta metodología es desarrollar una cultura organizacional que sea más eficiente a través de cambios (eliminando desperdicios, aumentando la velocidad de respuesta, reduciendo gastos, recursos de plantas, recurso humano, inversión de materiales y herramientas, espacio: Para cumplir este objetivo es indispensable que el equipo de trabajo esté unido, motivado y preparado constantemente.

Lean consiste en la aplicación de herramientas que buscan la mejora continua de cada proceso por medio de la reducción de desperdicios, definidos estos como toda actividad que no genera valor o que usa más de los recursos necesarios para su ejecución (Hernández & Vizán, 2013).

Con el tiempo se empezó a unir los conceptos Lean y Agile, estableciendo comparaciones entre ellos y concluyendo la importancia de trabajarlos ambos para mejorar el valor agregado a los clientes (Hernández, 2011). Así mismo, crear un nuevo método de trabajo en las organizaciones que tienda a tener cero defectos en la fabricación de productos, optimizar los recursos, generar valor, disminuir tiempos de entrega y aumentar la satisfacción del cliente.

Kanban

Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjetas visuales” (*kan*: visual; *ban*: tarjeta) y actualmente se considera una metodología ágil. Su origen de la metodología está en los procesos de producción *just in time* (JIT), utilizado en el sistema de fabricación de Toyota, conocido como *Lean Manufacturing* (Anderson & Carmichael, 2016; Figuerola, 2011).

Ha sido una técnica frecuentemente utilizada en el desarrollo de *software* junto con *Scrum*, introducida por David Anderson, de la Unidad de Negocios XIT de Microsoft en 2004 como una aplicación más directa de *Lean Thinking*; también ha sido empleada en métodos de producción en diferentes compañías.

Es considerado un sistema de gestión del trabajo en curso (WIP, por sus siglas en inglés: *Work in Progress*), que permite definir, administrar y mejorar los servicios proporcionados por el trabajo de conocimiento, haciendo visible lo que de otro modo se define como un trabajo intangible. Puede caracterizarse como un método de “comenzar desde lo que haces ahora” considerándolo un catalizador para el cambio rápido enfocado en las organizaciones, reduciendo la resistencia a éste y alineándolo con las metas de la organización como una aproximación a la gestión del cambio (Anderson & Carmichael, 2016; Figuerola, 2011).

Establece el flujo de trabajo de forma visual, buscando un entendimiento compartido de las tareas que realiza el equipo. Así mismo, permite ver cuánto es posible utilizar a la vez (WIP), ya sea por cada miembro o por el equipo completo y evaluar qué tan bien se entrega el trabajo. El entendimiento de estos procesos genera mejora continua, pretendiendo ser más predecible y que el trabajo se realice a un ritmo más sostenible, de manera que permita una respuesta al cambio más rápida y eficiente (Anderson & Carmichael, 2016).

Ayuda a establecer un trabajo más eficaz, ya que al observar el trabajo en curso se definen los límites del WIP, evitando sobrecarga o tiempos ociosos. Estas limitaciones del WIP crean un sistema de tracción (*pull*) de tal forma que el trabajo se arrastra al sistema cuando se termina otro y la capacidad queda disponible, lo cual permite que las personas definan cuándo y con cuánto trabajo se comprometen. *Kanban* se basa en la optimización de procesos continuos y empíricos, lo que está alineado con el principio de *Kaizen Lean*, en el cual la respuesta al cambio es más importante que seguir el plan definido. En comparación con *Scrum*, se considera que *Kanban* permite una respuesta más rápida al cambio. Se está introduciendo como parte de iniciativas Lean para transformar la cultura de las organizaciones y fomentar la mejora continua (Anderson & Carmichael, 2016; Figuerola, 2011; Skarin & Kniberg, 2010).

METODOLOGÍA

El presente es un estudio descriptivo para el cual se definieron dos grupos poblacionales. El primero lo constituyeron siete investigadores líderes de proyectos del Centro de Investigación CorpoGen, que es la base del estudio; y el segundo, un investigador líder de cada una de las nueve instituciones externas entre las que se encuentran una universidad pública, tres universidades privadas, tres centros de investigación nacionales, un centro investigación internacional y una multinacional. A cada uno de los investigadores se les hizo una entrevista diseñada como instrumento de recolección de información (Giraldo, 2011; Hernández, Fernández-Collado & Baptista, 2006).

Se llevó a cabo un proceso de evaluación de 49 herramientas y técnicas de las metodologías ágiles *Scrum*, *Kanban* y *Lean Agile*, y se seleccionaron las que mejor se adaptan a las necesidades de este tipo de proyectos (Hernández et al., 2006).

Para la construcción del modelo se usó el método prescriptivo, que permite entender y comparar los conocimientos teóricos con la realidad del investigador, la

cual fue caracterizada y analizada en los resultados de las entrevistas y a partir de éstos se construyó un modelo de gerencia adaptado a las características específicas de este tipo de proyectos, según lo descrito por Riol y Thuillier (2015).

El modelo se basa en el desarrollo de un ciclo de vida ajustado a proyectos de I&D en áreas biológicas, y en cada una de sus fases se construyeron los respectivos procesos, integrando herramientas y técnicas ágiles con los métodos tradicionales descritos en el PMBoK (2013) del PMI para las actividades que los componen.

RESULTADOS

Necesidades identificadas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos tanto de la caracterización de prácticas gerenciales realizada en CorpoGen como de las entidades externas, se identificaron las falencias y necesidades sobre las cuales trabajar para el diseño del modelo de gerencia. A continuación, se describen los principales requerimientos.

En términos del inicio del proyecto, es indispensable mejorar este proceso definiendo y socializando de manera clara, con todo el equipo, la formalización de esta fase y a la vez generar un documento que les permita dejar registro documental tanto del proceso como de las particularidades del proyecto.

De la misma manera, se identificó la necesidad de fortalecer los procesos de planeación al inicio de la ejecución evidenciando que los investigadores no realizan ésta por considerarlo un reproceso.

A partir de esa necesidad, el grupo del proyecto estableció que era necesario fortalecer, además de los procesos gerenciales, el de formulación del proyecto, proporcionándole herramientas y técnicas en su mayoría de gerencia tradicional, según los lineamientos del PMBoK (2013), que les permita definir y estructurar mejor los proyectos, teniendo en cuenta que la propuesta, al ser avalada por el ente financiador, será la línea base en la mayoría de los aspectos. Fortaleciendo esta fase podrían disminuir las falencias identificadas que se puedan convertir en cuellos de botella o restricciones por no haber realizado buenas estimaciones de tiempo, presupuesto, personal y, adicionalmente, tener en cuenta temas como análisis de riesgos y *stakeholders*. De la misma manera, realizar una mejor definición de actividades, cronograma y presupuesto desde la formulación facilita los procesos de gerencia y que la planeación detallada se pueda hacer por ciclos pequeños, teniendo en cuenta su complejidad y variación, utilizando herramientas y técnicas de las metodologías ágiles.

Es igualmente relevante el fortalecimiento de los procesos de seguimiento y control de manera planeada y frecuente, que facilite la toma de decisiones tempranas y de acciones correctivas de manera oportuna, así como determinar el avance en alcance, tiempo y presupuesto regularmente.

En términos del registro documental, es una necesidad la documentación mínima del proyecto, como acta de inicio y de cierre, documentos en los que se plasmen datos, cambios, decisiones o estrategias que son necesarios para mejorar el desempeño del proyecto, así como para la trazabilidad de los mismos.

De la misma manera, se identificó que las herramientas y técnicas sugeridas para acompañar la actividades de cada proceso deben ser sencillas y fáciles de

aplicar e implementar, que ofrezcan recursos para mejorar pero que no impliquen mucho más trabajo o dedicación de tiempo; sin embargo, es importante que los investigadores estén abiertos al cambio, ya que la implementación del modelo puede implicar dedicación de tiempo adicional que se verá compensado en optimización y mejoramiento de procesos, toma de decisiones y cambios a tiempo, así como una posible disminución de los tiempos que normalmente se dan al final de la ejecución para cumplir con los objetivos y entregables acordados.

Optimizar los procesos, medir duraciones y conocer realmente los tiempos de dedicación requeridos para cada tarea puede ser una herramienta útil en la mejora de la ejecución, así como el registro histórico que permita estimar de manera más acertada los tiempos para la construcción de cronogramas y presupuestos de nuevos proyectos.

A partir de estas necesidades identificadas, así como de las buenas prácticas de gerencia realizadas por investigadores externos, se construyó un ciclo de vida para proyectos de I&D y se planteó el modelo de gerencia ágil que se presenta a continuación.

Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida para proyectos de I&D comprende cuatro fases: Formulación, Plan-in, Ejecución ágil, que contiene los ciclos iterativos (definición, acción, reflexión y validación), y Cierre (figura 1). Para cada una de las fases se diseñó el respectivo mapa de proceso, que constituye la guía para la aplicación del modelo propuesto.

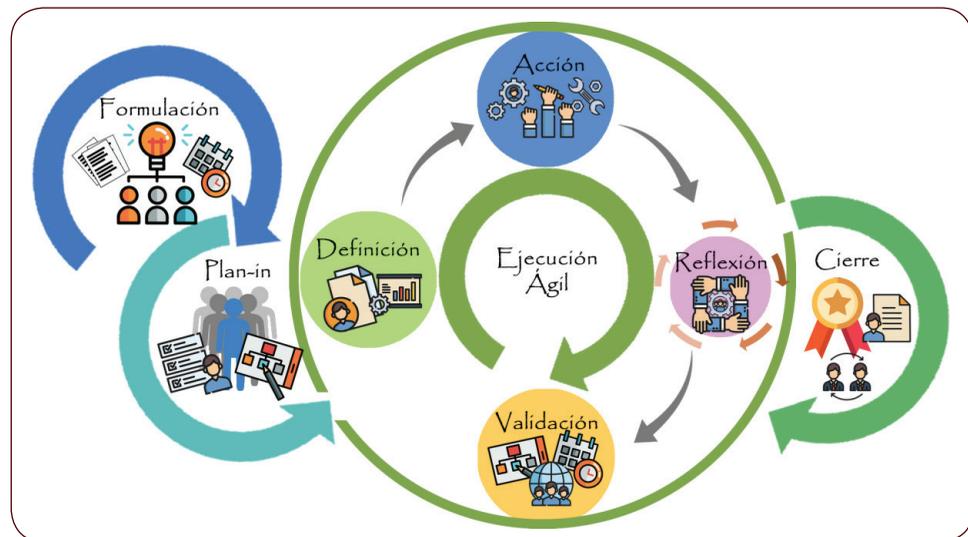


Figura 1. Ciclo de vida de proyectos de Investigación y Desarrollo.

Fuente: Elaboración propia .

Formulación

Aunque esta fase de formulación del proyecto no se encuentra dentro de los procesos gerenciales definidos por PMBoK (2013), fue considerada dentro del ciclo de vida, pues su fortalecimiento facilita la gerencia del proyecto. Se incluyeron algunas herramientas y técnicas de la gerencia tradicional, ya que en la mayoría de los casos lo que se presenta como propuesta termina convirtiéndose en la línea base sobre la que se ejecuta el proyecto (figura 2).

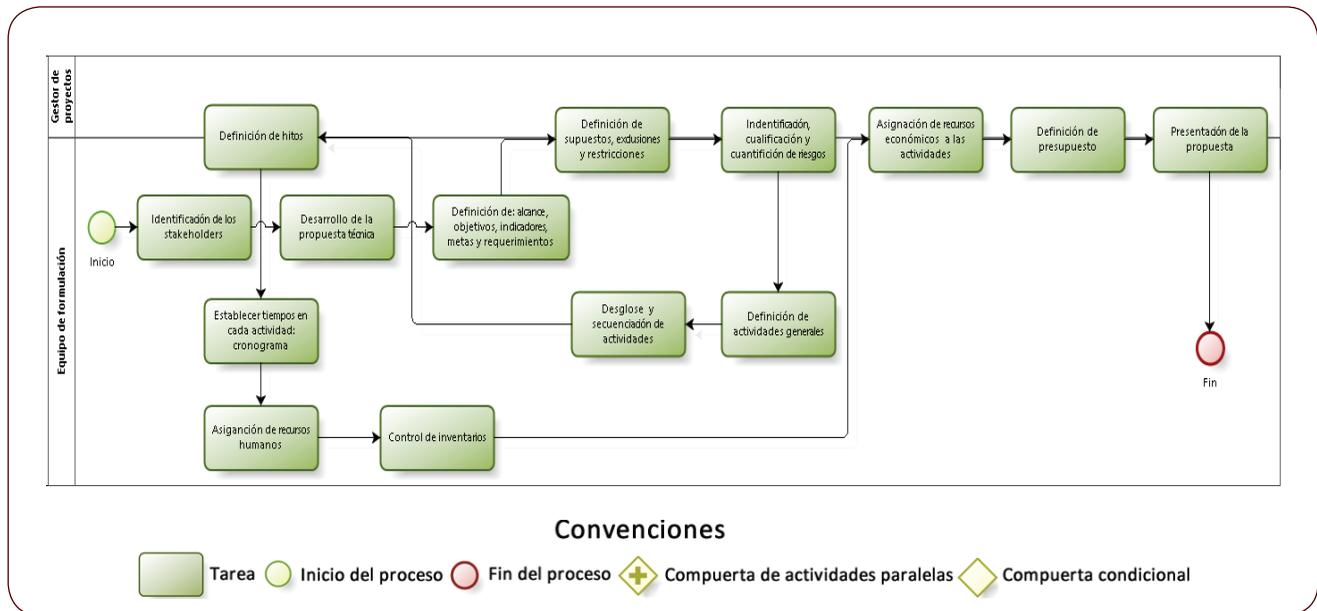


Figura 2. Formulación.

Fuente: Elaboración propia.

Este proceso comprende todas las actividades necesarias para la construcción de la propuesta del proyecto, según los requerimientos de la entidad financiadora (términos de referencia). En esta fase es muy importante la definición clara de alcance, objetivos, indicadores, metas y requerimientos que permitan realizar un desglose y secuenciación de las actividades requeridas para la posterior construcción del cronograma y el presupuesto, que son la línea base para la futura planeación y ejecución del proyecto.

Plan-in

Incluye los procesos de inicio y planeación, desde la formalización del contrato, la revisión y actualización del plan del proyecto con respecto a lo presentado en la propuesta y la elaboración y socialización del acta de inicio interna (figura 3).

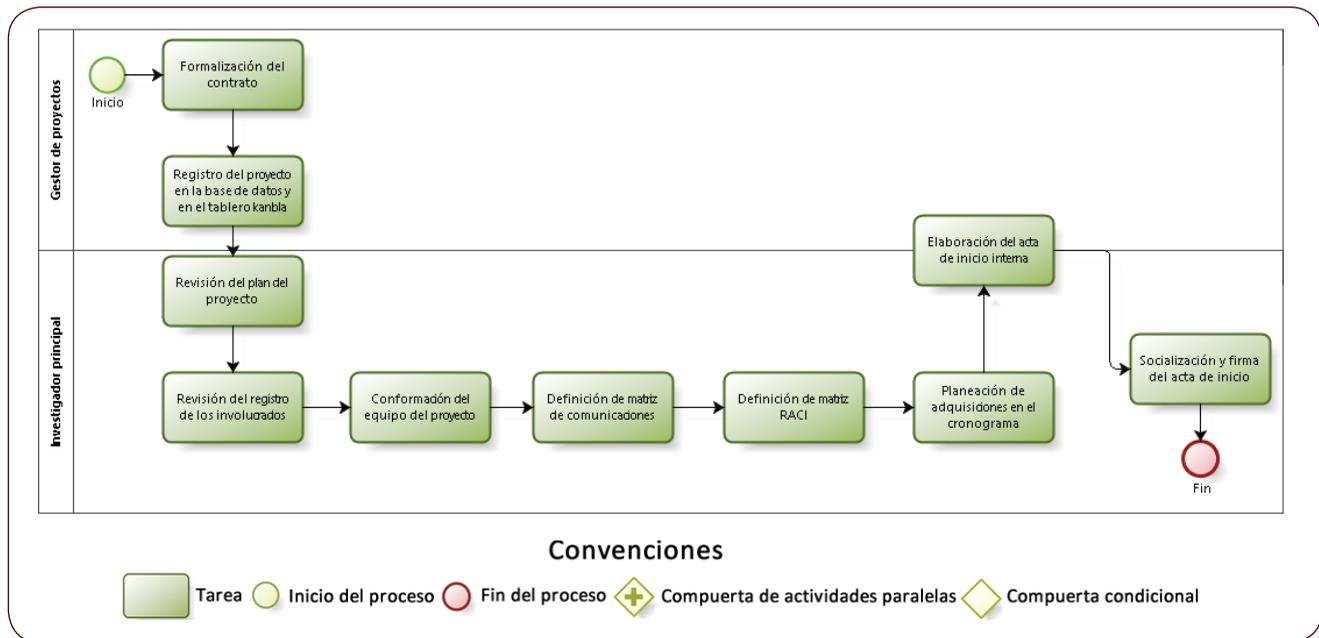


Figura 3. Plan – in.
Fuente: Elaboración propia.

Ejecución ágil

Comprende los ciclos iterativos de las metodologías ágiles para la ejecución del proyecto: definición, acción, reflexión y un proceso de validación en el cual se realiza el seguimiento y control del proyecto después de cada ciclo o iteración, indispensable para poder validar de forma frecuente los avances o retrasos en términos de alcance, tiempo y presupuesto (figura 4).

El ciclo iterativo **definición** corresponde a un proceso de desglose de las actividades planteadas en el cronograma a partir de las cuales se establece una planeación detallada de su ejecución en un ciclo de una duración determinada (una o dos semanas, un mes, dos meses, etc.).

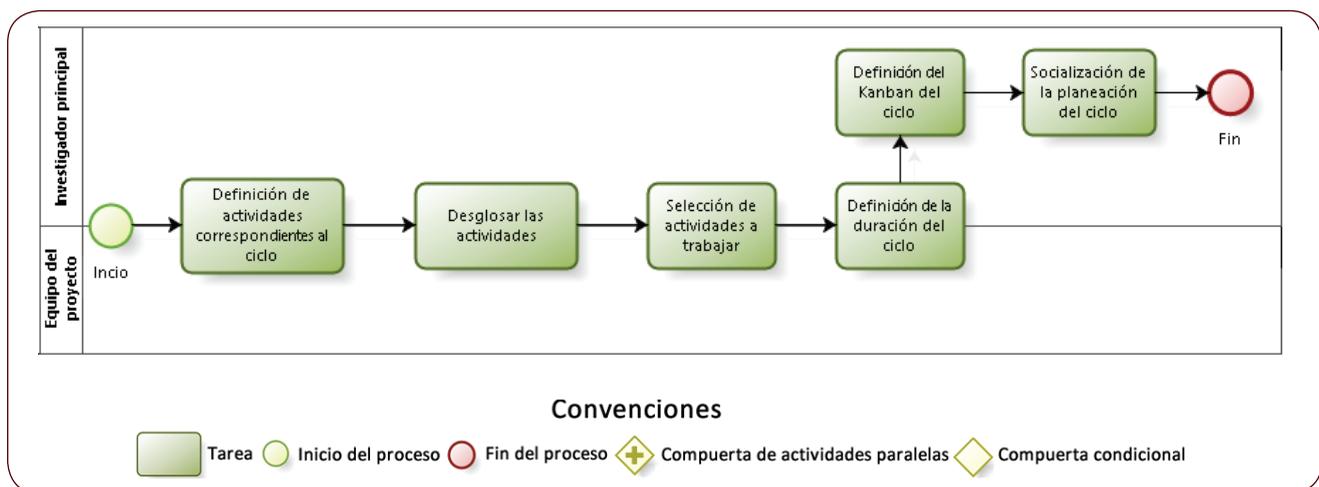


Figura 4. Ejecución ágil. Definición
Fuente: Elaboración propia.

Acción: corresponde a la ejecución de las actividades del ciclo definido, que se visualiza a través del tablero *Kanban* (figura 5).

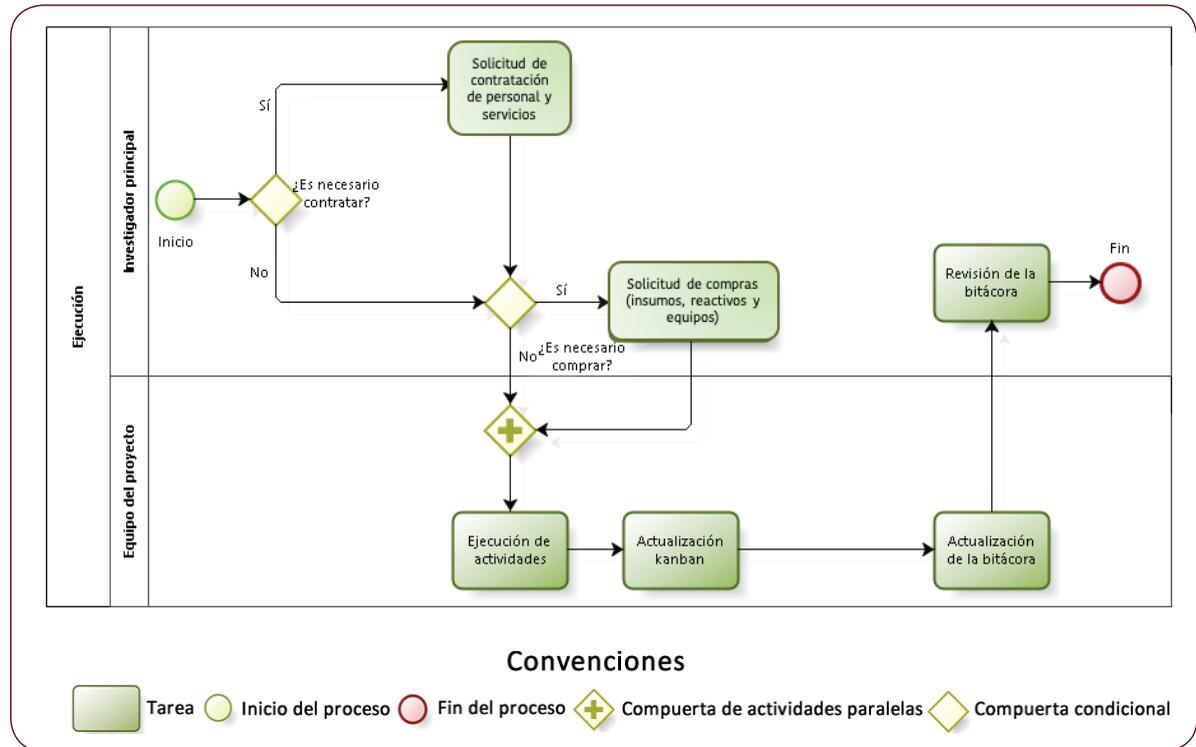


Figura 5. Ejecución ágil – Acción.
 Fuente: Elaboración propia.

Reflexión: se da mediante una pequeña reunión del equipo del proyecto. Es un proceso iterativo que se repite cada cierto tiempo (semanal o quincenal), definido dentro del ciclo planteado, y permite evaluar la ejecución de las actividades planeadas para ese ciclo (figura 6).

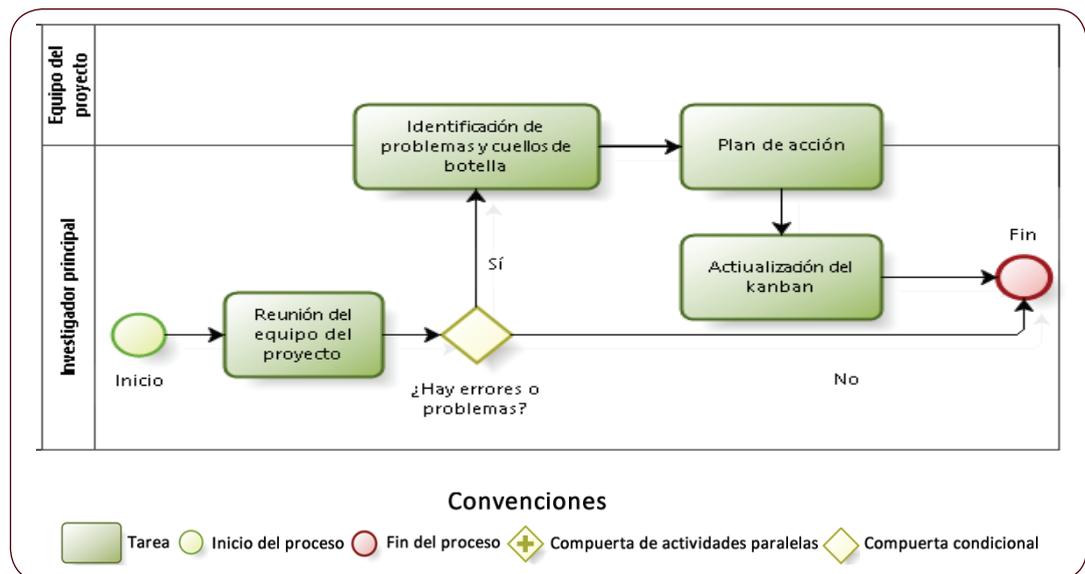


Figura 6. Ejecución ágil. Reflexión.
 Fuente: Elaboración propia.

Al terminar el ciclo se realiza una **validación** que corresponde al seguimiento y control del avance en cronograma y presupuesto del ciclo que acaba de terminar, y posterior a esto, el ciclo ágil vuelve a empezar y se realiza hasta que se complete la ejecución total de todo el proyecto, verificando el cumplimiento de objetivos, entregables y productos cada vez que se valida (figura 7).

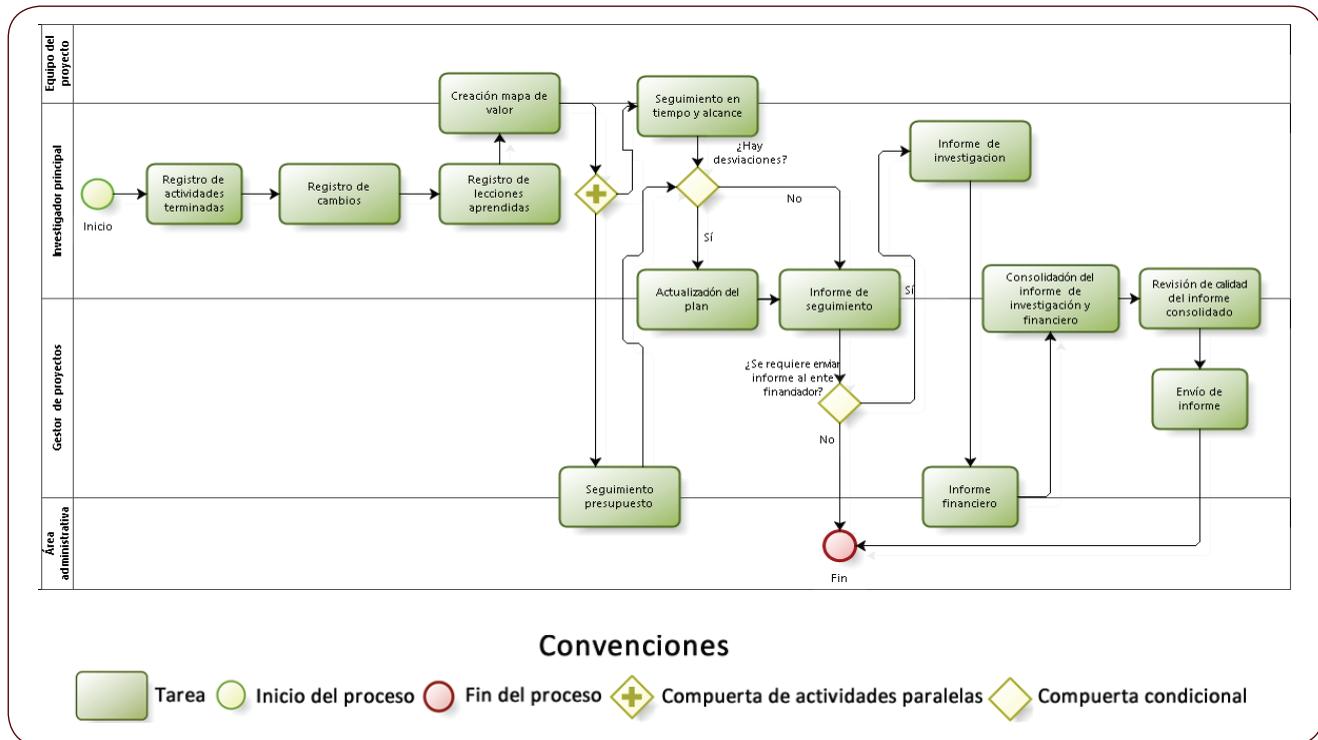


Figura 7. Ejecución ágil – Validación.

Fuente: Elaboración propia.

Cierre

Implica la elaboración del informe final técnico y financiero que se envía al ente financiador para su validación y aprobación. Adicional a esto se realiza un proceso interno en el cual se elabora un acta de cierre teniendo en cuenta las lecciones aprendidas y la evaluación del proyecto, así como su socialización (figura 8).

Herramientas y técnicas de gerencia utilizadas

En el ciclo de vida se integraron 13 herramientas y técnicas de gerencia ágil, algunas de las cuales fueron utilizadas en una fase diferente en la que regularmente se usan, en busca de una mejor adaptación de éstas a los proyectos de I&D. En la tabla 1 se relacionan con la fase del ciclo de vida en el que se utilizaron y la actividad asociada, así como una descripción de su forma de uso.

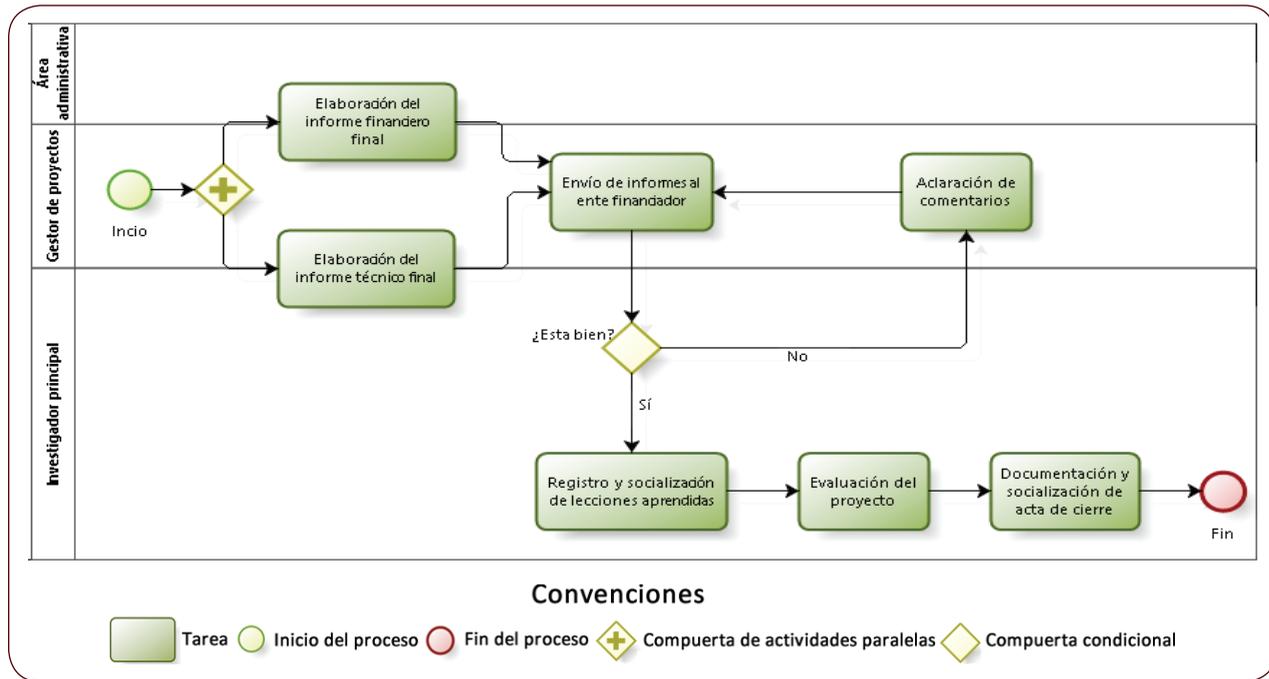


Figura 8. Cierre.

Fuente: Elaboración propia.

Las herramientas y técnicas de la gerencia tradicional seleccionadas se presentan en la tabla 2; la mayoría están vinculadas al proceso de planeación.

Tabla 1

Relación de herramientas y técnicas de las metodologías ágiles y la fase del ciclo de vida del proyecto propuesto

Fase del proyecto	Metodología	Herramienta / técnica	Descripción	Nombre asignado / actividad donde se utiliza
Formulación	Kanban	Lluvia de preguntas	Se utiliza como una herramienta de planeación que le permita a todo el equipo de formulación esclarecer hacia dónde está enfocado el proyecto para definir alcance, objetivos, indicadores y requerimientos que debe cumplir la propuesta y que todo el equipo debe tener claro y estar de acuerdo.	Lluvia de preguntas / Definición de alcance, objetivos, indicadores, metas y requerimientos
Plan -in	Kanban	Tablero Kanban	Se utiliza en planeación. En este caso se propone la utilización para el registro de inicio y planeación de los proyectos; como una tabla de proyectos en ejecución, cambia el nombre para identificar que es de proyectos.	Tablero Kanbla / Registro del proyecto en la base de datos y en el tablero Kanbla
		Lluvia de preguntas	Se usa como una herramienta que permita socializar a todo el equipo de ejecución del proyecto las particularidades del que va a comenzar para aceptar compromisos.	Lluvia de preguntas / Socialización y firma del acta de inicio
Ejecución ágil - Definición	Kanban	Definición de tareas por hacer	Corresponde a la fase de planeación en las metodologías ágiles, en la que es necesario definir y programar las actividades que se van a realizar en el ciclo por iniciar.	Definición de actividades correspondientes al ciclo
		Definición de tareas por trabajar	Corresponde a la fase de planeación en la cual se seleccionan específicamente las actividades que se van a trabajar para iniciar el ciclo.	Selección de actividades por trabajar
		Tablero Kanban	Corresponde a la fase de planeación en la cual se define el tablero Kanban con el que se trabajará, nombre de las columnas y cómo se utilizará la herramienta.	Definición del Kanban del ciclo
		Ciclos de revisión	Fase de planeación en la cual se define el tiempo que durará el ciclo y cada cuánto se realizarán las reuniones o ciclos de feedback.	Definición de la duración del ciclo
		Definición de políticas	Todo el proceso de planeación y definición de cómo se trabajará, así como actividades, tiempos, responsabilidades y compromisos socializados; se toma como las políticas que rigen el funcionamiento del tablero.	Socialización de la planeación del ciclo

Fase del proyecto	Metodología	Herramienta / técnica	Descripción	Nombre asignado / actividad donde se utiliza
Ejecución ágil - acción	Lean agile	Kanban	Durante la ejecución, los investigadores deben ir actualizando la posición de las actividades en el tablero, dependiendo de la fase o avance que tengan, para visualizar el estado de éstas.	Actualización del <i>Kanban</i>
Ejecución ágil - reflexión	Scrum	Tres preguntas del día a día	Se plantea que se utilicen las preguntas durante la reflexión que se realiza según se determinen los bucles de <i>feedback</i> , pero no se realizará todos los días sino cada vez que se defina se reunirá el equipo (semanal, quincenal).	Reunión del equipo del proyecto
	Kanban / Lean agile	Bucles de <i>feedback</i> - <i>Feedback</i>	Estos son los ciclos para las reuniones del proyecto que buscan realizar un <i>feedback</i> del avance o de los problemas identificados	Identificación de problemas y cuellos de botella
	Lean agile	Tomar decisiones	A partir del <i>feedback</i> de cada bucle se deben tomar decisiones y plantear un plan de acción que permita aportar soluciones a los problemas identificados de manera rápida y oportuna.	Plan de acción
	Kanban	Limitar el trabajo en progreso (WIP)	Por medio de las evaluaciones y del <i>feedback</i> con el equipo del proyecto se plantea definir el máximo número de tareas en ejecución que puede tener cada integrante, de acuerdo con las características de la tarea, con la intención de terminarlas todas las que realmente se decida tomar para así establecer el límite de trabajo en progreso que puede haber en el tablero. Este proceso se puede ir ajustando en la medida en que se implementa y se madura.	Actualización del <i>Kanban</i>
Ejecución ágil - validación	Lean agile	<i>Value Stream Mapping</i>	A través del seguimiento de tiempo de duración de las actividades o tareas y del registro de éstas, se plantea realizar un mapa de flujo de valor para optimizar las actividades y procesos y disminuir el desperdicio	Creación del mapa de valor

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2
Herramientas y técnicas de gerencia tradicional incluidas

Actividad	Herramientas y técnicas
Identificación de <i>stakeholders</i> (involucrados)	Análisis de interesados
Definir alcance, objetivos, entregables y productos	Técnicas grupales de toma de decisiones
Identificación de riesgos	Evaluación de riesgos
Identificación de requerimientos, supuestos y exclusiones	Técnicas grupales de toma de decisiones
Crear la WBS y secuenciar actividades	Descomposición de actividades
Estimar duración y costo de las actividades	Técnicas grupales de toma de decisiones
Identificación de roles y responsabilidades	Matriz RACI
Planeación de las comunicaciones	Análisis de requisitos de las comunicaciones –Matriz de comunicaciones
Elaboración del acta de inicio	Elaboración del acta
Seguimiento y control de alcance, tiempo y costo	Análisis de la variación con respecto a la línea base – revisión del desempeño– control de cambios
Acta de cierre	Elaboración del acta - lecciones aprendidas

Fuente: Elaboración propia.

Roles y funciones

Para la definición de roles en el ciclo de vida propuesto para el proyecto se tuvieron en cuenta los identificados en el proceso actual y no los que están definidos por las metodologías ágiles. En el modelo de gerencia se proponen los siguientes roles y sus funciones asociadas, de acuerdo con el análisis de los resultados.



Investigador principal (líder): lidera el proceso de investigación; es el encargado de manejar los equipos de formulación y ejecución y toma las decisiones técnicas y financieras con respecto al proyecto.



Equipo de formulación: investigadores y tesistas que elaboran, junto al investigador principal, la propuesta del proyecto que se presentará para su financiación.



Gerente de proyectos: desarrolla y apoya labores gerenciales como seguimiento al presupuesto y elaboración de informes, trabajando en conjunto con el investigador principal.



Equipo del proyecto: investigadores y tesistas que ejecutan el proyecto con la coordinación del investigador principal.



Área administrativa: realiza labores financieras, contables y administrativas como compras, contrataciones y control de inventarios. Participa en el seguimiento del presupuesto y la elaboración de informes financieros trabajando en conjunto con el gestor de proyectos y el investigador principal.

CONCLUSIONES

Formulación, Plan-in, Ejecución ágil (que contempla los ciclos iterativos de definición, acción, reflexión y validación) y, por último, Cierre, son las cuatro fases que se definieron en el ciclo de vida de los proyectos de I&D en áreas biológicas, de acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización de este tipo de proyectos, de sus particularidades y sus necesidades en términos gerenciales y de formulación.

La formulación se incluyó dentro del ciclo de vida porque gran parte de las falencias identificadas estaban asociadas a esta fase, que aunque normalmente no forma parte de la gerencia de proyectos permitirá mejorar los procesos gerenciales posteriores.

En cada una de las fases del ciclo de vida se incluyó un proceso que contiene las actividades ajustadas a las necesidades y falencias identificadas para este tipo de proyectos; la implementación de estos procesos contribuirá a mejorar el éxito de los mismos.

La selección de las herramientas y técnicas de las tres metodologías ágiles (*Scrum*, *Lean agile* y *Kanban*) tuvo en cuenta que fueran de fácil adopción por

parte de los investigadores para garantizar su implementación, que fortalecieran los procesos gerenciales y se adaptarán a las características particulares de los proyectos de I&D en áreas biológicas. Solamente 13 de las 49 evaluadas cumplieron con los parámetros de selección.

La aplicación de las herramientas y técnicas utilizadas en cada una de las fases del ciclo de vida propuesto se ajustó teniendo en cuenta las características de los proyectos de I&D en áreas biológicas y el nivel de maduración en el que se encuentran, en algunos casos con un alcance menor y en una fase del ciclo diferente de la que se reporta en la literatura.

Los atributos, las funciones y la estructura que brinda la gerencia tradicional fueron las características tenidas en cuenta para la inclusión de algunas de sus herramientas y técnicas en la fase de formulación, buscando fortalecer y optimizar los procesos gerenciales posteriores.

El modelo de gerencia ágil de proyectos de I&D en áreas biológicas es una herramienta para el gestor de proyectos, los investigadores líderes, el equipo del proyecto y el área administrativa, que facilita los procesos gerenciales gracias a la implementación de herramientas y técnicas de las metodologías ágiles seleccionadas, reduciendo reprocesos y promoviendo la mejora continua en este tipo de proyectos.

La utilización de las herramientas y técnicas propuestas es decisión del líder del proyecto o quien haga las labores gerenciales del mismo, y debe ser adaptado a las particularidades y características de cada proyecto.

La inclusión de este modelo de gerencia para proyectos de I&D en áreas biológicas permitirá fortalecer los procesos de investigación, buscando disminuir la incertidumbre en el manejo y toma de decisiones inherente a ellos, lo que los hace altamente riesgosos. La realización de un buen proceso gerencial puede mejorar el proceso de gestión y utilización de los recursos.

El modelo de gerencia ágil planteado también se puede utilizar para la gerencia de proyectos de I&D en otras áreas del conocimiento.

RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

El trabajo con metodologías ágiles requiere participación y aceptación de todos los miembros del equipo, por lo cual se deben plantear estrategias que motiven a los participantes y disminuyan la resistencia al cambio.

Se debe concientizar a los investigadores de las ventajas de la inclusión de la gerencia en sus proyectos.

El modelo propuesto puede tomarse como una fase inicial de la implementación de procesos gerenciales y la utilización de herramientas y técnicas de gerencia ágil. Se recomienda que cuando estos procesos se hayan implementado de forma óptima se piense en el desarrollo de una segunda fase en la cual se incorporen otras herramientas y técnicas que fueron descartadas por no ser fácilmente adaptables en las condiciones actuales.

A medida que se implemente el modelo se deben construir e incluir recomendaciones y ejemplos claros que complementen los procesos gerenciales propuestos.

Es necesario fortalecer algunos procesos organizacionales que faciliten la implementación de procesos gerenciales en los centros de investigación.

Se recomienda la capacitación de los investigadores en temas gerenciales y el control de presupuestos.

Se sugiere el fortalecimiento de habilidades blandas y temas gerenciales en los investigadores para mejorar la aplicabilidad y adopción de las herramientas y técnicas de las metodologías ágiles.

Agradecimientos

A CorpoGen, que facilitó la información; a los investigadores por el tiempo y disposición para responder las entrevistas.

REFERENCIAS

- Abello L., R. & Pardo S., K. (2014). Modelos de investigación y desarrollo en instituciones de educación superior en Colombia: el caso de la Universidad del Norte en la región Caribe de Colombia. *Investigación y Desarrollo*, 22(2), pp. 187-212. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/indes/v22n2/v22n2a02.pdf>.
- Agilemanifesto. (2001). Manifiesto ágil. Recuperado de www.agilemanifesto.org.
- Anderson, D. J. & Carmichael, A. (2016). *Essential Kanban Condensed*. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, 1. Lean Kanban University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Ayala R., J. & Jaramillo S., L. J. (1998). *Guía de gestión de proyectos de investigación y desarrollo*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: Editora Guadalupe.
- Barrera, A. V., Delgado, D. C. & Garzón, D. C. (2015). Diseño de una guía metodológica para la gerencia ágil de proyectos de educación continua "a la medida", ofrecidos por instituciones de educación superior. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*.
- Castañeda, M., G. J. & Castañeda M., R. M. (2007). Gerencia de investigación: criterios gerenciales aplicados a la investigación. *Revista Orbis - Ciencias Humanas*, 6(2), pp. 18-47. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2560300.pdf>.
- Conforto, E. et al. (2014). Can agile project management be adopted by industries other than software development? *Project Management Journal*, 45(3), pp. 21-34. Recuperado de <http://doi.org/10.1002/pmj>.
- Elliott, S. (2008). Agile project management seminar on current trends in software industry. in seminar on current trends in software industry, p. 18. Helsinki.
- Ernø-Kjølhede, E. (2000). *Project management theory and the management of research projects*. Department of Management, Politics and Philosophy. Copenhagen Business School.
- Figuerola, N. (2011). Kanban, su uso en el desarrollo de software. *Journal of Personality*, 8. Recuperado de <https://articulosit.files.wordpress.com/2011/11/kanban.pdf>.
- Giraldo, M. (2011). Abordaje de la investigación cualitativa a través de la teoría fundamentada en los datos. *Ingeniería Industrial. Actualidad. Nuevas Tendencias*, 2(6), pp. 79-86.
- Hernández B., C. (2011). Metodología de planificación de cadenas de suministro de productos de consumo masivo de alimentos envasados, aplicando los conceptos Lean y Agile (Parte II). *Cuadernos de Investigación EPG*. 1(13). Recuperado de <http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/61>.
- Hernández M., J. C. & Vizán I., A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Escuela de Organización Industrial. Recuperado de <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion%0A>.
- Hernández S., R., Fernández-Collado, C. & Baptista L., P. (2006). *Metodología de la investigación (4.a ed.)*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera U., E. & Valencia A., L. E. (2007). Del manifiesto ágil, sus valores y sus principios. *Scientia et Technica*, 34, pp. 381-385. Recuperado de http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/849/84934064/84934064_1.html.
- Layton, M. C. (2015). *Scrum for dummies*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lippe, S. & Vom Brocke, J. (2016). Situational Project Management for Collaborative Research Projects. *Project Management Journal*, 47(1), pp. 76-96. <http://doi.org/10.1002/pmj>.
- Mustaro, P. N. & Rossi, R. (2013). Project management principles applied in academic research projects. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 10, pp. 325-340.
- Pirola-Merlo, A. (2010). Agile innovation: the role of team climate in rapid research and development. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 83(4), pp. 1075-1084. <http://doi.org/10.1348/096317909X480653>.
- PMI. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)*. Project Management Institute, Inc.
- Poppendieck, M. & Poppendieck, T. (2003). *Lean Software Development: an agile toolkit*. Addison-Wesley. <http://doi.org/10.1109/MC.2003.1220585>.

- Procca, A. E. (2008). Development of a project management model for a government research and development organization. *Project Management Journal*, 39 , pp. 33-57.
- Rasnacis, A. & Berzisa, S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*, 104, pp. 43-50. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>.
- Riol, H. & Thuillier, D. (2015). Project management for academic research projects: balancing structure and flexibility. *International Journal of Project Organization and Management*, 7(3), pp. 251-270. <http://doi.org/10.1504/IJPOM.2015.070792>
- Sampietro, M. (2016). The adoption and evolution of agile practices. *PM World Journal*, 5(6), pp. 1-16.
- Serrador, P. & Pinto, J. K. (2015). Does agile work? A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), pp. 1040-1051. <http://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>.
- Skarin, M. & Kniberg, H. (2010). Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos. Recuperado de http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum_Castellano_FINAL-printed.pdf.
- Špundak, M. (2014). Mixed Agile/Traditional Project Management Methodology – Reality or Illusion? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, pp. 939-948. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.105>.
- Stare, A. (2014). Agile project management in product development projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, pp. 295-304. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.034>.
- Tamayo & Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4a. ed.). México: Editorial Limusa.
- Toledano de Diego, A., Mañes Sierra, N., & Arcía, S. J. (2009). Las claves del éxito de Toyota. *Lean, más que un conjunto de herramientas y técnicas*. Cuadernos de Gestión, 9(2), pp. 111-122. Recuperado de <http://www.ehu.es/cuadernosdegestion/documentos/926.pdf>.
- Tridibesh, S. (2016). A guide to the scrum body of knowledge (sboktmguide). Scrumstudy. Phoenix, Arizona. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Vom Brocke, J. & Lippe, S. (2011). Towards a situational approach in managing collaborative research projects in IT/IS - Finding the right contingency factors. PACIS 2011 - 15th Pacific Asia Conference on Information Systems: Quality Research in Pacific (January).
- Vom Brocke, J. & Lippe, S. (2013). Identifying and managing creative tasks in collaborative IS research projects. *Project Management Journal*, 44(3), pp. 94-113. <http://doi.org/10.1002/pmj.21379/abstract>.

Eliana Rocío Hernández-Hoyos es Bióloga con Especialización en Docencia Universitaria y Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos. Más de 15 años de experiencia en investigación y docencia universitaria en áreas biológicas (bioquímica, microbiología y suelos), así como en trabajo con comunidades, formulación de proyectos de investigación y coordinación técnica y administrativa. Participación como docente en diplomados de Formulación de Proyectos de Investigación para diferentes fuentes de financiación, entre ellas el Sistema General de Regalías y Colciencias. Actualmente realiza la formulación conjunta de proyectos en Adaptación al Cambio Climático y Gestión del Riesgo para el Sistema General de Regalías, en un convenio del PNUD con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Andrea Carolina Barragán-Calderón es Ingeniera de Sistemas con Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, Certified Scrum Professional® (CSP), con amplia experiencia en planeación, implementación y mantenimiento de proyectos de *software*. Actualmente Team Lead Java en Globant Colombia.

Lizeth Yurany Zambrano-Díaz es Ingeniera Electricista con Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos. Más de 5 años de experiencia en diseño, instalación, interventoría y consultoría de proyectos de baja tensión y proyectos de redes de comunicaciones. Actualmente Gerente de Proyectos en la compañía SEL Colombia (Schweitzer Engineering Laboratories), donde gerencia proyectos de protecciones y comunicaciones.

Diana Constanza Delgado-Hernández es Ingeniera Industrial con Maestría en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, y certificación Black Belt Six Sigma. Más de 10 años de experiencia, principalmente en la gerencia de proyectos y docencia en educación continuada. Actualmente Jefe de Eficiencia Operacional, en la Universidad de La Sabana, liderando la unidad que desarrolla los proyectos de viabilidad, optimización y nuevas unidades de negocio en la institución.