

# Estado de la contratación ágil en la industria de software y el sector público, resultados de un mapeo sistemático de la literatura

Wilmar Montilla Ocampo  
Maestría en Ingeniería  
Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia  
[wmontill@eafit.edu.co](mailto:wmontill@eafit.edu.co)

**Resumen**—Los enfoques ágiles son la respuesta al rígido marco de los métodos tradicionales de desarrollo de software. Si bien los primeros se centran más en crear productos basados en comunicación y colaboración continua entre el cliente y proveedor, que en características detalladas en documentos, también es cierto que los acuerdos contractuales para dichos enfoques se continúan estructurando según las restricciones para el desarrollo tradicional de productos de software. Especificaciones meticulosas y restricciones como: tiempo, costo y alcance, son solo algunas de las condiciones fijas del acuerdo contractual. En este sentido, los contratos tradicionales no responden de forma adecuada al desarrollo de software ágil y, por tal razón, surgen los contratos ágiles como un marco de acuerdo que estipula las condiciones netamente necesarias para permitir el desarrollo bajo estos enfoques.

En este contexto, el presente documento describe un mapeo sistemático de la literatura que tiene como objetivo mostrar un panorama actual de la contratación ágil para el desarrollo de software y su aplicación en los diferentes sectores de la economía haciendo énfasis en el sector público. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran pocos ejemplos de aplicación de los contratos ágiles en especial en el sector público. De igual forma, se ha concluido que los métodos de contratación que utilizan las instituciones públicas puede ser un obstáculo para los enfoques ágiles. Además, este documento muestra algunas recomendaciones de ajuste a los contratos que buscan facilitar los desarrollos abordados desde la perspectiva de los enfoques ágiles en sector público.

**Palabras clave**— *contratos ágiles, desarrollo de software, ingeniería de software, sector público*

**Abstract**— Agile approaches are the answer to the rigid framework of traditional software development methods. Although the former focus more on creating products based on communication and continuous collaboration between the client and supplier, than on detailed characteristics in documents, it is also true that the contractual agreements for these approaches continue to be structured according to the restrictions for the traditional development of software products. Meticulous

specifications and constraints such as: time, cost and scope are just some of the fixed conditions of the contractual agreement. In this sense, traditional contracts do not respond adequately to agile software development and, for this reason, agile contracts emerge as a framework of agreement that stipulates the conditions that are clearly necessary to allow development under these approaches.

In this context, this document describes a systematic mapping of the literature that aims to show a current panorama of agile contracting for software development and its application in different sectors of the economy with an emphasis on the public sector. However, the results obtained show few examples of the application of agile contracts, especially in the public sector. Similarly, it has been concluded that the contracting methods used by public institutions can be an obstacle to agile approaches. In addition, this document shows some recommendations for adjusting the contracts that seek to facilitate the developments approached from the perspective of agile approaches in the public sector.

**keywords**— *agile contracts, software development, software engineering, public sector*

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2001 [1], los enfoques ágiles surgieron como respuesta a la rígida planeación que se realizaba en los proyectos de desarrollo de software tradicionales, donde el alcance, la especificación de artefactos en los procesos empleados para la construcción del producto y/o servicio debía ser precisa, detallada y completa [2], características poco habituales para la gran mayoría de proyectos informáticos donde los requisitos y condiciones contractuales cambiaban continuamente. En este sentido, los contratos se estructuraban como un mecanismo de acuerdo en el que se definían requisitos rígidos, además se estipulaban complejos protocolos para procesos como la gestión del cambio, actualización y demás acciones de mejora [3].

Derivados de otros procesos de ingeniería estrictamente secuenciales e inflexibles, los métodos desarrollo de software tradicional, por ejemplo, el modelo en cascada también conocido como *Waterfall* por su palabra en inglés, se caracterizan por definir una serie de fases que se deben completar en un orden lineal. En ese sentido, el acuerdo contractual para este tipo de métodos de desarrollo se estructura con condiciones para responder a dicho orden [3]. Además, el contrato es poco flexible y abierto al cambio, caracterizado principalmente por establecer restricciones fijas en tiempo, costo y alcance [4].

Este tipo de contratos fueron inspirados en los modelos utilizados principalmente en la ingeniería clásica, encargada de la construcción de obras civiles [5], donde los factores humanos no representan elementos de alta variabilidad. Sin embargo, su adaptación no fue óptima para el desarrollo de software, y por el contrario, han traído varios desafíos y problemas como: aumento de los costos de forma exponencial durante el mantenimiento [6], baja flexibilidad y adaptación frente a requisitos cambiantes [2] y, si bien el cliente es importante, los contratos para los métodos tradicionales de desarrollo estipulan condiciones mínimas de participación y solo se pactan algunas actividades principalmente en la etapa temprana de elicitación de requisitos y final del proyecto mediante la verificación y validación de producto [2].

Es entonces que se comienza a hablar de contratos ágiles [7] como mecanismo de acuerdo que, a diferencia de los enfoques tradicionales de contratación, concibe la incertidumbre como una característica intrínseca del proceso de desarrollo de software [3, 8], que estipula condiciones de participación y gestión del valor; que es flexible en términos de alcance, tiempo y también tienen consideraciones como el posible aumento del costo de los proyectos. Por tanto, no se definen como un inamovible de dichos factores [9].

Los contratos ágiles para el desarrollo de soluciones de software no encuentran grandes obstáculos para su implementación en las empresas privadas [6], esto debido a que no están reguladas por principios como son: selección de proveedores mediante extensos procesos licitatorios, eficiencia en el gasto, transparencia en la contratación, entre otros factores, los cuales son cuestiones sustanciales que se reflejan en cualquier aplicación de la ley y que son el principio que regula la contratación en el sector público [6]. Dichos principios obligan a las instituciones públicas a aplicar rigurosos procesos de planeación y a estructurar contratos con un amplio nivel de detalle e inflexibilidad lo cual es propio de los acuerdos contractuales tradicionales.

Dada la problemática expuesta, se realiza un mapeo sistemático de literatura que tiene como objetivo fundamental identificar trabajos relacionados y, a partir de su análisis, establecer: qué se conoce como contratación ágil, qué se ha investigado, qué aspectos permanecen desconocidos y como ha sido la adopción de dicho concepto tanto en el sector público

como en el sector privado. Adicionalmente, este trabajo busca generar propuestas que, basadas en el análisis de casos de la aplicación y utilización de contratos ágiles en diferentes sectores de la economía, ayuden a implementar prácticas de contratación ágil en contextos de reglamentaciones más estrictas como lo son las instituciones gubernamentales.

Además de la presente introducción, este estudio está organizado de la siguiente manera: La Sección II describe el protocolo de investigación establecido y las preguntas de investigación definidas para llevar a cabo el mapeo sistemático. La Sección III contiene los resultados y respuestas a las preguntas de investigación planteadas. En la Sección IV se realiza la discusión, donde además se analizan las limitaciones y retos en la implementación de los contratos ágiles en el estado. La Sección V presenta un marco preliminar, donde se recomiendan aspectos a tener en cuenta para soportar la celebración de contratos ágiles con el estado. Finalmente, la Sección VI presenta las conclusiones y trabajo futuro.

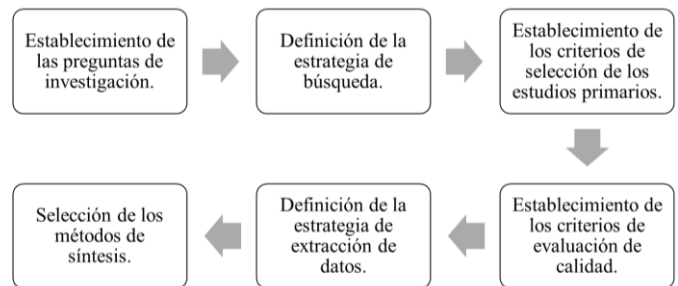
## II. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

Un mapeo sistemático de literatura es un método para identificar, valorar y sintetizar la información existente sobre un tema de investigación. El presente mapeo sistemático se realizó siguiendo los protocolos establecidos en [10, 11], además, para gestión del protocolo y los trabajos seleccionados se utilizó la herramienta Parsifal (<https://parsif.al>). El mapeo sistemático se realizó en tres etapas: Planificación, Ejecución y Documentación, éstas son descritas a través de las siguientes subsecciones.

### A. Etapa de Planificación

En la *Figura 1* se presentan las actividades realizadas en la etapa de Planificación, que serán descritas más adelante en este documento.

FIGURA I. ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN REALIZADAS EN EL MAPEO SISTEMÁTICO ADAPTADO [10]



#### 1) Preguntas de Investigación

El objetivo principal de este mapeo fue *establecer el estado de arte sobre la aplicación de la contratación ágil para el desarrollo de software en los diferentes sectores de la economía haciendo énfasis en el sector público*. Para ello,

fueron establecidas las preguntas de investigación que se pueden observar en la *Tabla I*. Con las preguntas establecidas se buscó obtener una definición para la contratación ágil, se indagó sobre posibles modelos contractuales y la aplicación que han tenido tanto en la industria como en el sector público y por último se generaron posibles recomendaciones sobre su utilidad con base en los hallazgos encontrados.

TABLA I. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Pregunta de investigación	Motivación
Q1. ¿Qué es la contratación ágil?	Según la literatura analizada se busca dar una aproximación al concepto de la contratación ágil en el campo de la ingeniería de software
Q2. ¿Qué métodos de contratación ágil existen?	Determinar que posibles métodos, modelos o marcos de contratos ágiles existen.
Q3. ¿Cuáles son las diferencias significativas entre los métodos de contratación tradicional y la contratación ágil?	Determinar qué diferencias hay entre los métodos de contratación tradicional y ágil.
Q4. ¿Cuál ha sido la aplicación de la contratación ágil en los diferentes sectores de la economía?	Indagar sobre la aplicación que ha tenido la contratación ágil en la industria y los posibles resultados y métodos de contratación que han resultado en dicho campo, con el fin de verificar su aplicabilidad en sector público.
Q5. ¿Cuál ha sido la aplicación de la contratación ágil en el sector público?	Indagar si hay casos documentados de contratación ágil para el sector público con el fin de dar posibles recomendaciones de aplicación de la contratación ágil hacia el estado.

## 2) Estrategia de Búsqueda

Para realizar la búsqueda se utilizaron los conectores lógicos “AND” y/o “OR” en las diferentes palabras claves: agile contract design, contracting agile, software development, agile software development, agile contracts, software engineering, government, public sector.

La cadena de búsqueda creada inicialmente: (“software development” OR “software engineering” OR “agile software development”) AND (“Agile contract design” OR “Contracting agile” OR “Agile Contracts”), fue refinada para cada una de las bases de datos seleccionadas: ACM Digital Library, Google Scholar, IEEE Digital Library, ISI Web of Science, Microsoft Academic, Science@Direct y Scopus (ver *Tabla II*).

La búsqueda se realizó para los idiomas inglés y español, aunque la información encontrada en un idioma diferente también fue tenida en cuenta. Además, se consideró la información que se hubiera publicado durante el periodo comprendido entre enero de 2003 y agosto de 2020 (inclusive). Se determinó este periodo de tiempo ya que se considera que el

concepto de contratación ágil nació casi a la par del manifiesto ágil en el año 2001[1].

El manifiesto ágil se considera un buen punto de partida dado que de sus valores surgen lineamientos para mejorar la gestión de proyectos, así como un balance entre la satisfacción del cliente, entregas tempranas y continuas con adaptación al cambio. Valores como colaboración con el cliente sobre negociación contractual, software funcionado sobre documentación extensiva y respuesta al cambio sobre seguir un plan; se sincronizan con los propósitos de la contratación ágil [1]. Todo esto fue validado con la ejecución del mapeo sistemático donde la primera referencia hallada fue en el año 2003 y el foco de la mayoría de información encontrada estuvo entre los años 2016 y 2019.

TABLA II. CADENAS DE BÚSQUEDA PARA CADA BASE DE DATOS

Base de datos	Cadena de búsqueda
ACM Digital Library	"Agile Contracts" OR "Contracting agile" OR "Contratación Ágil" OR "contratos ágiles" OR "Modelos Contratación ágil" OR "Modelos de contrato ágil" OR "Agile contract design"
Google Scholar	("Ingeniería de software" OR "Desarrollo de Software" OR "Desarrollo de Software ágil" OR "software development" OR "Software engineering" OR "Agile software development") AND ("Agile contract design" OR "Contracting agile" OR "Contratación Ágil" OR "Contratos ágiles" OR "Modelos Contratación ágil" OR "Modelos de contrato ágil" OR "Agile Contracts")
IEEE Digital Library	("Agile Contracts" OR "Contracting agile" OR "Contratación Ágil" OR "contratos ágiles" OR "Modelos Contratación ágil" OR "Modelos de contrato ágil" OR "Agile contract design")
ISI Web of Science	TI= (Agile Contract*) OR TI= (Contract* agile)
Microsoft Academic	(Software AND Agile Contracts)
Science@Direct	("Agile contract design" OR "Contracting agile" OR "Contratación Ágil" OR "Contratos ágiles" OR "Modelos Contratación ágil" OR "Modelos de contrato ágil" OR "Agile Contracts")
Scopus	("Agile contract design" OR "Contracting agile" OR "Contratación Ágil" OR "Contratos ágiles" OR "Modelos Contratación ágil" OR "Modelos de contrato ágil" OR "Agile Contracts") AND ("Software")

## 3) Criterios de Selección de los Estudios Primarios

La información recolectada en la búsqueda para cada una de las diferentes bases de datos fue evaluada teniendo en cuenta el título, el resumen y las palabras claves con el fin de determinar si el estudio iba a ser incluido o no entre los relevantes. Luego, los estudios fueron analizados en detalle para seleccionar aquellos que cumplieran con al menos uno de los criterios de la *Tabla III*.

Por otro lado, los artículos que cumplieran con alguno de los criterios de exclusión de la *Tabla IV* no se tuvieron en cuenta:

TABLA III. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Criterio	Descripción
I1	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias cuyo dominio es la ingeniería de software.
I2	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias cuyos títulos estén relacionados con contratos ágiles para el desarrollo de software.
I3	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias que presentan métodos, modelos o marcos de contratos ágiles aplicados a la industria o al sector público.
I4	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias publicadas a partir del año 2003.
I5	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias cuyo título, resumen y conclusiones contiene una o más palabras clave.

TABLA IV. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Criterio	Descripción
E1	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias cuyo dominio es un tema diferente a la ingeniería o al desarrollo de software.
E2	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias publicadas antes del año 2003.
E3	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y congresos duplicados.
E4	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y conferencias cuyo dominio es un tema diferente a la contratación ágil en el desarrollo de software
E5	Artículos, capítulos de libros, disertaciones y congresos cuyos textos no se encuentran disponibles o no se tiene acceso a ellos.

#### 4) Criterios de Evaluación de Calidad

Para medir la calidad de los estudios seleccionados se ha desarrollado un cuestionario con un sistema de puntuación de tres valores (1, 0.5 y 0) que corresponden a las respuestas “Sí”, “Parcialmente” y “No” respectivamente. Estos valores se configuraron y dicha valoración se determinó pertinente para la investigación con el fin de no descartar estudios que, debido a una puntuación negativa, podrían no ser tenidos en cuenta para futuras investigaciones. Las siguientes son las cuestiones para considerar:

- C1. ¿El estudio presenta una descripción detallada sobre el concepto de contratación ágil?
- C2. ¿El estudio presenta algún(s) modelo(s) de contratación ágil y su respectiva descripción?
- C3. ¿El estudio presenta la aplicación de algún modelo de contratación indistinto del campo de aplicación?

C4. ¿El estudio expone de manera clara y detallada los resultados de la aplicación del modelo de contratación ágil indistinto del campo de aplicación?

C5. ¿El estudio expone la aplicación del modelo de contratación ágil haciendo énfasis en el sector público o estado?

C6. ¿El estudio presenta el comparativo entre la contratación tradicional y la contratación ágil?

La suma de la puntuación de cada cuestión conformará la puntuación final de calidad sobre el estudio en cuestión (obteniéndose un valor entre 0 y 6). La *Tabla V* presenta el resultado de la evaluación de los estudios según las cuestiones de evaluación de la calidad.

TABLA V. EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIOS SEGÚN LAS CUESTIONES DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD.

Cuestiones de calidad							Cuestiones de calidad								
Ref	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total	Ref	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Total
[1]	0	1	1	1	0	0	3	[26]	0.5	1	1	1	1	0.5	5
[2]	0.5	1	1	1	1	1	5.5	[27]	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	2.5
[3]	0.5	1	1	1	0	0.5	4	[28]	0.5	1	1	1	0	0.5	4
[4]	0.5	1	1	1	0	1	4.5	[29]	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2
[5]	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	4	[30]	0.5	1	1	1	1	1	5.5
[6]	0.5	1	1	1	1	1	5.5	[31]	0.5	1	1	1	0	0.5	4
[7]	0	0	1	1	0	1	3	[32]	0.5	0.5	0.5	0	0	1	2.5
[8]	0.5	0.5	1	0.5	0	0.5	3	[33]	0.5	1	1	0.5	1	0.5	4.5
[9]	0.5	0.5	0	0	0	1	2	[34]	0.5	0	0.5	0	0	0.5	1.5
[12]	0.5	1	1	1	0.5	1	5	[35]	0.5	1	0	0	0	1	2.5
[13]	0.5	1	1	1	0	1	4.5	[36]	0.5	1	1	1	0	1	4.5
[14]	0.5	0.5	0	0	0	0.5	1.5	[37]	0.5	1	1	1	1	1	5.5
[15]	0.5	1	1	1	1	1	5.5	[38]	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	4
[16]	0.5	1	1	1	1	0.5	5	[39]	0.5	1	1	1	1	1	5.5
[17]	0.5	1	1	1	1	1	5.5	[40]	1	1	1	0.5	1	1	5.5
[18]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	3.5	[41]	0.5	0.5	1	1	0	1	4
[19]	0.5	1	0.5	0	0	1	3	[42]	0.5	0.5	1	1	0	1	4
[20]	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	4	[43]	0.5	1	0.5	0.5	0	1	3.5
[21]	0.5	1	1	1	0	1	4.5	[44]	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2
[22]	0.5	1	1	1	1	1	5.5	[45]	0	1	1	1	0	1	4
[23]	0.5	1	1	0	0	1	3.5	[46]	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	4
[24]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	3.5	[47]	0.5	1	1	1	0	0.5	4
[25]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	3	[48]	0	0.5	0	0	1	0	1.5

#### 5) Estrategia de Extracción de Datos

La estrategia busca aplicar los mismos criterios de extracción de datos para todos los estudios seleccionados simplificando su clasificación mediante el uso de posibles respuestas para cada una de las preguntas de investigación tal como se pueden observar en la *Tabla VI*.

#### 6) Métodos de Síntesis

La información de los estudios primarios seleccionados fue extraída y estructurada de acuerdo con los siguientes parámetros: identificación (título, autor, año), resumen y aspectos que fueran relevantes para dar respuesta a las preguntas de investigación como: definiciones, características, tipos, métodos, modelos, marcos y aplicación tanto en la industria como en el sector público. La *Tabla VII* muestra el listado de los estudios seleccionados, **en total 46** y si hubo contribución para dar respuesta a las preguntas planteadas.

TABLA VI. ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN

Pregunta	Respuesta
Q1. ¿Qué es Contratación Ágil?	a. Relación contractual para desarrollar sistemas de manera ágil, definiciones. b. Comunicación, Colaboración c. Flexibilidad d. Alcance e. Objetivos
Q2. ¿Qué métodos existen de contratación Ágil?	a. Base del contrato b. Nombre c. Características d. Aplicación e. Otros hallazgos
Q3. ¿Cuáles son las diferencias significativas entre los métodos de contratación tradicional y la contratación ágil?	a. Triángulo de hierro b. Alcance/flexibilidad/costo/objetivo c. Marco del contrato d. No hay diferencias
Q4. ¿Cuál ha sido la aplicación de la Contratación Ágil en los diferentes sectores de la economía?	a. Marcos de contratos b. Beneficio de aplicación de los contratos ágiles c. Necesidad de implementación de los contratos ágiles d. Requisitos, condiciones e. Ejemplos en la industria
Q5. ¿Cuál ha sido la aplicación de la Contratación Ágil en el sector público?	a. Posibilidad de aplicar contratación ágil en el sector público. b. Ejemplos de contratación ágil en el estado, marcos, tipos de contratos.

B. Etapa de Ejecución

Se realizó una búsqueda inicial de contexto y obtención de información por otros medios diferentes a las bases de datos mencionadas en el numeral 2 del protocolo de investigación.

Posteriormente fueron necesarias 4 iteraciones para llegar al refinamiento de las cadenas de búsquedas para cada una de las bases de datos, la *Tabla VIII* muestra los resultados obtenidos luego de ejecutar la cadena de consulta en cada una de las bases de datos y el número de estudios de otras fuentes.

La *Figura II* resume el proceso de selección de estudios con los valores correspondientes para cada etapa del mapeo sistemático.

TABLA VII. CONTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS PRIMARIOS

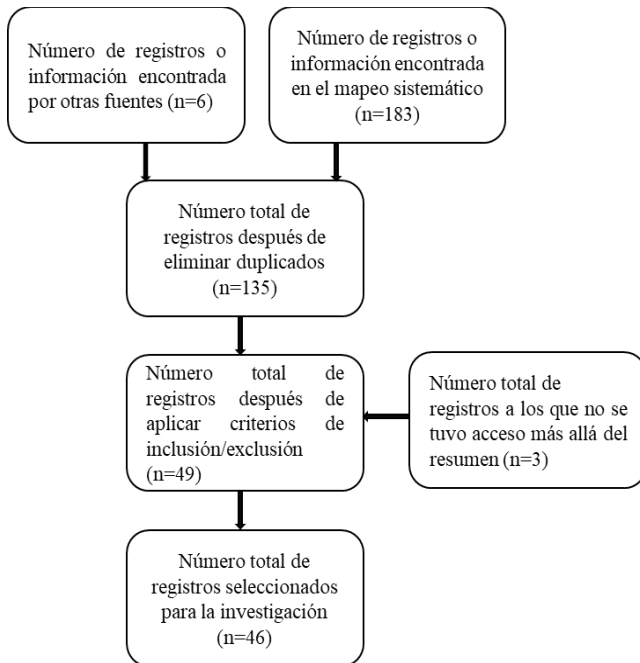
Pregunta de investigación						Pregunta de investigación					
Ref	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Ref	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
[1]		X				[26]					X
[2]	X	X	X	X	X	[27]			X		
[3]	X	X		X		[28]	X			X	
[4]	X	X		X		[29]				X	
[5]	X	X	X			[30]	X	X	X		X
[6]	X	X	X		X	[31]	X	X	X	X	
[7]				X		[32]	X	X			
[8]	X		X	X		[33]			X		
[9]	X					[34]				X	
[12]	X	X	X		X	[35]	X	X		X	
[13]	X	X		X		[36]	X	X			
[14]		X				[37]	X	X	X		X
[15]	X	X	X	X	X	[38]			X		
[16]	X	X	X			[39]	X	X	X		X
[17]	X	X	X		X	[40]					X
[18]	X	X			X	[41]			X	X	
[19]	X	X	X			[42]		X	X		
[20]	X	X	X	X	X	[43]	X	X		X	
[21]	X	X				[44]				X	
[22]	X	X	X			[45]		X	X		X
[23]	X	X				[46]			X		
[24]	X	X			X	[47]	X	X			X
[25]			X			[48]					X

TABLA VIII. ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN

Fuente	EN	RE	DU	RESACC	Total
Otras fuentes	6	6	0	0	6
ACM Digital Library	7	3	1	0	3
Google Scholar	73	35	19	1	17
IEEE Digital Library	25	9	7	0	1
ISI Web of Science	15	15	13	0	2
Microsoft Academic	19	9	3	1	6
Science@Direct	9	4	1	0	3
Scopus	35	18	9	1	8
Total general	184	94	54	3	46

Acrónimos: Encontrados (EN), Relevantes (RE), Duplicados (DU), Relevantes sin acceso (RESACC), Estudios primarios (EP)

FIGURA II. RESULTADO DEL MAPEO SISTEMÁTICO POR CADA UNA DE SUS ETAPAS.



### III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las preguntas de investigación definidas.

#### A. Pregunta 1: ¿Qué es contratación ágil?

En los trabajos analizados no es claro el concepto de contratación ágil, por consiguiente, se recopilaron algunas características presentes en los diferentes estudios para proponer una definición.

Según [9], un contrato ágil es un acuerdo entre uno o varios clientes y uno o varios proveedores adaptado para la exigencia de un proceso de desarrollo basado en enfoques ágiles. Asimismo, está caracterizado por una lealtad y una necesidad de colaboración continua entre las partes, donde el producto final se ve como un interés corporativo [19]. Por otra parte, el alcance y presupuesto necesario para realizar dicho interés rara vez están claros desde el principio de la negociación y ambas partes saben de esta particularidad [6]. Por tanto, un contrato de desarrollo ágil debe ocuparse de todas las especificaciones de requisitos necesarios para llegar al producto final sólo como un marco de planificación y no como una definición congelada [17]. Además, se reconoce el hecho de que todos los contratos están incompletos y, por tanto, dicho marco debe abordar explícitamente la gestión de contingencias [28]. En este sentido, los contratos ágiles necesitan flexibilidad para manejar las incertidumbres [3] y están adaptados para ajustar el alcance, presupuesto y los requisitos por ciclo de entrega frecuente [32] de producto funcional, cuyo diseño, construcción y pruebas

ocurren a lo largo del ciclo [17]. Se entiende entonces que el proyecto de software tiene una naturaleza adaptativa y cambiante y, por tanto, no se hace necesario especificar en el contrato ágil ningún protocolo especial para el cambio, debido a que este es algo ya inherente a la filosofía ágil [17].

Teniendo en cuenta lo anterior, el contrato debe establecer, además de lo ya mencionado, el procedimiento del enfoque ágil, la duración del ciclo de entrega, la duración proyectada, los costos estimados del proyecto, métodos de pago, reglas de participación para asegurar la cooperación entre el cliente y el proveedor, el procedimiento de priorización en cada ciclo [9] y demás aspectos resultantes de la negociación entre las partes.

Además de estar adaptado para el cambio de rumbo después de todo ciclo, un contrato ágil debe incluir la posibilidad de detener por completo el proyecto de desarrollo [17], en este sentido, la terminación anticipada se considera un evento positivo, incluso deseable dado que indica que el objetivo se alcanzó rápidamente o que se percibió temprano.

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer la siguiente definición: un contrato ágil es un marco de acuerdo, que además de los aspectos legales propios de los documentos contractuales, regula la relación entre cliente-proveedor en torno a un enfoque ágil para el desarrollo de software, que tiene en cuenta aspectos de creación y colaboración, que establece alcance, requisitos y presupuesto flexible, que además pueden ser considerados, priorizados y ajustados en cada ciclo de entrega. En dicho contrato se presentan valores para estimaciones en tiempos y costo del proyecto y se describen los aspectos relevantes que son el resultado de la negociación y colaboración continua entre las partes.

#### B. Pregunta 2: ¿qué métodos de contratación ágil existen?

Los contratos ágiles no difieren significativamente de los llamados contratos tradicionales, su principal razón es ajustar de manera formal la flexibilidad requerida para evolucionar los requisitos de software [19]. En ese sentido, no es el contrato lo que hace ágil a un proyecto de software, es la relación del cliente con el proveedor lo que permite el agilismo [19]. No obstante, del total de estudios primarios, el 48% [3, 4, 6, 12-17, 19, 20, 22, 25-27, 33, 35, 36, 39, 42, 43, 45] presenta modelos de contratos basados en el precio que pueden facilitar la aplicación de los enfoques ágiles en el desarrollo de software, la *Tabla IX* resume los tipos de contratos y sus respectivas características. El 55% de los estudios mencionan los contratos de tiempo y materiales T&M [3, 4, 12, 13, 16, 20, 22, 26, 33, 35, 36, 39], el 5% presenta las variaciones contrato del tipo tiempo y material con alcance fijo y techo de costo [42] y contratos de tiempo y material con alcance variable y techo de costo [42].

Por otro lado, el 36% [3, 12, 15, 17, 20, 35, 43] presenta el contrato de tipo *costo objetivo* como una opción que facilita el agilismo. A pesar de la aparente contradicción que hay entre el concepto de agilidad y los *contratos de precio fijo* debido a que

este último está más relacionado con el desarrollo en cascada [6], los *contratos ágiles de precio fijo* se mencionan en el 27% de los estudios [3, 4, 6, 14, 35, 42].

Otros tipos de *contratos basados en el precio* son presentados de forma menos frecuente: *contrato Advantage* [15, 25], *contrato progresivo* [15] y *contrato en dos fases* [42]. También se presenta el tipo de *contrato ágil colaborativo* [1, 27], el *contrato PS2000* utilizado en grandes proyectos públicos de TI en Noruega se menciona en el 18 % de los estudios [12, 15, 26, 45], *contrato término objetivo* [22], *contrato sin pago sin cura* [22], *contrato de precio fijo por unidad de obra* [22] y *contrato de entrega incremental* [3].

Con respecto a contratación basada en criterio diferente al precio, se encontró el *contrato basado en rol* que centra su foco no en el producto sino en el rol de cada parte y la responsabilidad vinculada a este rol [19].

### C. Pregunta 3: ¿cuáles son las diferencias significativas entre los métodos de contratación tradicional y la contratación ágil?

Como se mencionó en la sección anterior, los contratos de proyectos ágiles y los contratos de proyectos tradicionales son similares tanto en su estructura como en los aspectos legales, la principal variación radica en que los primeros a diferencia de los segundos, se escriben con elementos de colaboración, aprendizaje y evolución [12, 17], y a pesar de existir modelos de contratos relacionados con el precio, los pagos en servicios de desarrollo ágil no difieren en esencia de proyectos tradicionales [17]. Sin embargo, el 19% [3-6, 12, 15, 32, 29, 42] de los estudios analizados, menciona el precio fijo como una característica distintiva de los contratos tradicionales.

También se menciona el *triángulo de gestión de proyectos* (tiempo-costos-alcance) como una restricción propia de los contratos tradicionales [39, 42], a esto, se suma que las especificaciones del producto se entregan por adelantado como parte del documento contractual tradicional [2, 12, 17, 22], lo que es característico del desarrollo en cascada [6, 12, 15, 25, 39] y que marca una diferencia significativa respecto a los contratos ágiles, que tiene más elementos de colaboración, comunicación, aprendizaje y confianza con el cliente [12, 17, 22, 27].

### D. Pregunta 4: ¿Cuál ha sido la aplicación de la contratación ágil en los diferentes sectores de la economía?

Según [16, 22, 32], entre el 40% y 70% los contratos para el desarrollo de software son del tipo *precio fijo* y entre el 15% y 50% [16, 22] son contratos *T&M* u otros tipos de contratos. Los estudios analizados no mostraron experiencia significativa con un tipo particular de contrato, pero si revelaron las motivaciones de algunas empresas y proyectos de software a

realizar una transición de la contratación tradicional a otros modelos de contrato para facilitar los enfoques ágiles.

En [13] se narra la experiencia de la empresa alemana Adesso AG donde el acuerdo con el cliente permitió la adopción del modelo de contrato *Advantage*, debido a que la estimación de un precio fijo fiable era muy compleja dada la magnitud del sistema a desarrollar. De igual manera, en [3] se presentan consideraciones a tener en cuenta para contratar con proveedores en empresas industriales que adquieren sistemas embebidos complejos al momento de, por ejemplo, buscar colaboración con posibles candidatos para un ambiente que permita la innovación. En [43] se presenta el caso de la empresa FitCo, donde la construcción de confianza con el cliente está basada en la transparencia mediante un ejercicio de apertura de sus finanzas lo cual ayuda a justificar sus tarifas para un *contrato de costo objetivo*; asimismo, en [35] se presenta la experiencia de Valtech, que a pesar de haber excedido el presupuesto y el tiempo de entrega, construyó una relación de confianza basada en el esfuerzo por ser transparente y receptivo con el cliente, con lo que logró cambiar el *contrato de precio fijo* a un contrato *T&M*.

En [8] se presenta la relación entre una empresa de automóviles y la OEM (Original Equipment Manufacturer), donde buscaron adoptar sistemas de Integración y Despliegue Continuo (CI&CD), en este estudio se reporta que los involucrados concluyeron que los contratos tradicionales son un impedimento a la CI&CD interorganizacional y sugieren utilizar contratos más flexibles. En [12] se presentan los hallazgos de entrevistas entre desarrolladores en el mercado noruego, los resultados revelaron que los encuestados del lado de los proveedores prefieren los *contratos T&M*, seguido de los *contratos PS2000* y los *contratos de entrega incremental*, mientras que los *contratos de precio fijo* se encuentran en cuarto lugar, además, se presenta que la motivación de la preferencia para los *contratos T&M* es: “*los contratos de T&M son los más flexibles para utilizar un desarrollo ágil y tener el menor riesgo para los proveedores*” [12], lo que se alinea con lo que menciona la literatura en el estudio [7].

### E. Pregunta 5: ¿Cuál ha sido la aplicación de la contratación ágil en el sector público?

Similar a los resultados encontrados en la aplicación de la contratación ágil para la industria, no se puede establecer el uso en particular de un tipo de contrato ágil para el sector público, sin embargo, se recopilaron algunos casos entre los estudios analizados. Por ejemplo, el *contrato PS2000* que es utilizado en proyectos públicos noruegos y se caracteriza por compartir el riesgo entre las partes manejando un costo objetivo con límite superior e inferior [15], además, es importante aclarar que países como Noruega y Suecia han modificado sus legislaciones para facilitar los términos y condiciones para el desarrollo ágil de software [2]. Asimismo, fallas en programas

TABLA IX. TIPOS DE CONTRATOS

Contratos basados en el precio	Características
Tiempo y materiales T&M	En los contratos de T&M, a los proveedores se les paga proporcionalmente por tiempo y dinero que invierten en el proyecto, lo que les permite beneficiarse al recibir pago una ampliación de esfuerzo destinado a desarrollar, mejorar o corregir cada característica del software.
Alcance fijo y techo de costo	Contrato tipo T&M en el que se define alcance fijo y un costo máximo para el proyecto.
Alcance variable y techo de costo	Contrato tipo T&M en el que se define alcance variable y un costo máximo para el proyecto.
Ágil de precio fijo	El concepto ágil de precio fijo combina principios de cooperación y flexibilidad en el diseño de los mejores requisitos posibles. En términos de seguridad presupuestaria incorpora un precio máximo, además el acuerdo no contiene especificaciones finales detalladas.
Costo objetivo	Es un tipo de contrato de reembolso de costos, en el que se le paga al proveedor el valor del desarrollo y se comparte junto con el cliente bien sea el costo ahorrado o se asume el aumento en el costo de los proyectos. El costo objetivo es determinado en base a tres elementos: tarifas base, tarifas del contratista y riesgo.
Advantage	Se puede describir como un modelo de contrato de varias etapas con alcance de proyecto opcional. Para garantizar equidad y eficiencia para ambas partes en un acuerdo de desarrollo ágil se combina elementos de precios fijos y modelos de contratación de T&M
Dos fases	Este modelo de contrato se forma mediante el uso de dos métodos de contratación diferentes en determinadas fases. Por ejemplo, para los primeros meses del contrato se podría utilizar un método de precio fijo-alcance-fijo y para el período restante, se podría utilizar el método de T&M.
Progresivo	Similar al modelo de dos fases propone usar diferentes métodos de contratos en diferentes fases del proyecto.
PS2000	Los estándares de contrato de Computer Society (PS2000) funcionan bajo el proceso Scrum combinado con el modelo organizacional de los proyectos tradicionales, por ejemplo, hay un jefe de proyectos, además se establecen niveles de cooperación entre las partes, se crea una matriz de incertidumbre y se establece un precio fijo.
Término objetivo	Este método de contratación tiene como enfoque agregar una reserva, o colchón, al plazo estimado para completar el proyecto o el conjunto de funciones. Basado en productividad por iteración: la velocidad del equipo, que se puede medir en términos de características o punto de función, además se puede establecer un precio e incluso un alcance fijo.
Sin pago sin cura	Este modelo de contrato cuyas cláusulas y parámetros básicamente consisten en: el pago depende totalmente de la entrega comprobada de valor definido / estipulado entre las partes; las estimaciones para la entrega de valor las realiza el proveedor al avanzar en el proyecto; algún costo excesivo (en comparación con estas estimaciones) es tolerado. Sin embargo, por encima de eso, el proveedor debe pagar el excedente; la factura se emite únicamente sobre la base de pruebas de entrega y el pago de esta factura solo ocurre después de un período de prueba en el que la entrega funciona de forma continua y sin problemas.
Precio fijo por unidad de obra	Uno de los principios ágiles es que el software funcional es la medida principal de progreso. Esta es también la base para un precio fijo ágil por modelo de precios de unidad de trabajo (UoW), donde UoW está relacionado con la ejecución, prueba funciones de software. Estos modelos tienen varios nombres y formas, por ejemplo: precio por punto de historia, precio por punto de función y precio por punto característico.
Entrega incremental	Los contratos de entrega incremental (IDC) se organizan de forma iterativa con varios puntos de revisión entre el cliente y el proveedor. Esto invita a oportunidades para que los clientes evalúen la ejecución del proyecto y decidir si continuar con o dar por terminado el desarrollo del proyecto.
<b>Contrato con criterio diferente al precio</b>	
Contrato basado en rol	Una de las singularidades de los proyectos ágiles radica en la importancia de los roles definidos, divididos en 3 categorías vinculadas a su interés en el proyecto: orientado a soluciones (técnico), empresarial y orientado a proyectos (gestión). Los contratos ágiles basados en roles pueden centrarse no en el producto sino sobre el rol de cada parte y la responsabilidad vinculada a este rol: por ejemplo, puede ser específico que el rol empresarial que representa al cliente debe asistir al ciclo de entrega y revisar las reuniones al menos una al mes. También puede establecer claramente las reglas de comunicación entre el cliente y el proveedor, o exigir transparencia de ambas partes.

como el HealthCare.gov de Estados Unidos, obligó a modificar sus políticas para permitir a las agencias utilizar enfoques ágiles cuando se escriben solicitudes para propuestas de proveedores [40].

Otros casos como el marco de recompensas *Bonus-Malus* aplicado para el desarrollo de sistemas de misión crítica en Italia, es semejante al modelo de *contrato de precio fijo* y está caracterizado por estimaciones basadas en puntos de función que se realizan para el pago al proveedor que es calculado según las historias de usuario implementadas sumando al bono que se obtiene según criterios como la deuda técnica [6].

La política de contratación y adquisición de tecnología militar adoptada inicialmente por Estados Unidos y posteriormente por Reino Unido y Australia, enfatiza la definición, desarrollo, producción y/o adquisición de hardware o software en incrementos de acuerdo con la urgencia de la necesidad, la evolución de la amenaza y disponibilidad de tecnología, esto demuestran que es posible basar las adquisiciones no en las especificaciones del producto, sino en el valor a adquirir, lo que crea las condiciones para la adaptabilidad y flexibilidad de los proyectos y sistemas que se construyen [17].

A pesar de los casos anteriores, la literatura menciona que los gobiernos trabajan bajo el método en cascada para el desarrollo de software, lo cual hace que los contratos que se generan desde el sector público tengan un enfoque tradicional, con alcance, costo y tiempo definidos desde el inicio, a esto se suma las especificaciones del producto detalladas y en muchos casos inflexibles, lo cual es un gran obstáculo para una implementación adecuada de los enfoques ágiles para el desarrollo [12, 18, 40].

#### IV. DISCUSIÓN

El marco jurídico no es un factor diferencial entre los métodos de contratación ágil y tradicional, su diferencia radica en los términos para responder a los enfoques ágiles y a los criterios de relacionamiento entre las partes.

A pesar de existir diferentes tipos de contratos e incluso un modelo llamado *precio fijo ágil*, los estudios son claros en señalar la contradicción entre precio fijo y agilidad, es por tanto que, los proyectos según el contexto o tamaño del proyecto deben reducir el uso de este tipo de contrato al máximo. Sin embargo, el sector público se caracteriza por establecer múltiples limitaciones, regulaciones y exigencias de ley, por lo tanto, los contratos se crean con un enfoque para el desarrollo en cascada y responden a un marco tradicional que entrega especificaciones detalladas y poco flexibles. Además, los términos de colaboración entre las partes no son claros o simplemente no se tienen en cuenta en el proceso contractual, al mismo tiempo, el criterio de escogencia del proveedor es el precio bajo. En este sentido, se reafirma la premisa “*los*

*contratos públicos no se negocian, se cumplen*” [39], ambiente poco propicio para el desarrollo ágil.

Los enfoques ágiles no pueden depender solo de las cláusulas estipuladas en un contrato, si bien no se puede concluir que la ley impida el desarrollo ágil para proyectos de software en el sector público, también es cierto que las particularidades propias del proceso tradicional de contratación impiden aprovechar al máximo la generación temprana de valor, característica principal del agilismo para el desarrollo de software. En ese sentido, el uso solo de algunos aspectos por separado de dichos enfoques como la entrega por iteración, la colaboración parcial con el cliente o la priorización de historias de usuarios no es algo que haga que una institución sea ágil, en el mejor de los casos, se puede denominar *cascada-ágil-tradicional*, lo cual se considera que es un primer paso en el aprendizaje necesario para adoptar los enfoques ágiles. Además, es importante resaltar que es necesario una transformación total y no parcial para lograr conseguir ser una organización ágil, asimismo se deben mantener programas de mejora continua que ayuden a detectar de manera temprana estrategias de fortalecimiento en términos de agilidad operativa.

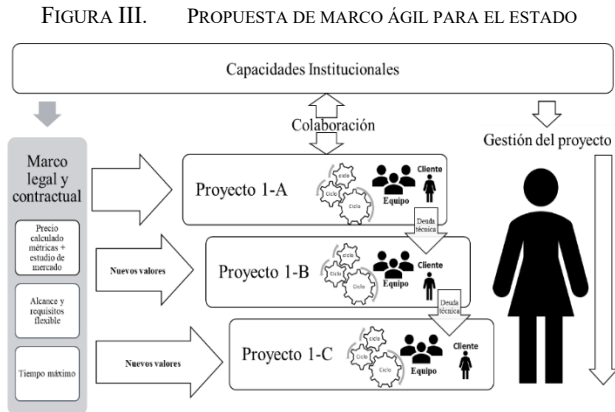
Los enfoques ágiles cambiaron el concepto de éxito en los proyectos de software que se tenía desde el desarrollo tradicional, donde se creía que una serie de pasos consecutivos y ordenados llevaban a un buen resultado. Aún con el replanteamiento que traen los enfoques ágiles, la contratación no ha cambiado mucho y se continúa con la premisa de la especificación temprana y detallada del producto en extensos documentos contractuales. Si bien hay casos de modificación de la política de contratación en el sector público que ha llevado a cambios hacia la contratación ágil, también es importante resaltar que esos casos son limitados e incluso extraños en los estudios analizados y los pocos que se pueden encontrar, no documentan de manera detallada las características y modificaciones en la reglamentación para el éxito de los proyectos.

El desarrollo ágil va más allá de la contratación, abarca toda una cultura de la organización y requiere un cambio no solo en los factores contractuales, las formas de pago, los criterios de entrega o aceptación, la terminación, entre otros. También es necesario replantear el papel del usuario final en el desarrollo, la capacidad de los gobiernos para adaptarse a las necesidades del enfoque ágil, los modelos de gobernanza y la disposición para renegociar y ser parte del equipo. Estos son, entre otros, algunos de los aspectos que se deben considerar y que están fuera del alcance de un contrato.

#### V. RECOMENDACIÓN PARA UNA CONTRATACIÓN ÁGIL EN EL ESTADO

El sector público tiene mucho que aprender de la industria privada, es posible encontrar ejemplos claros de los beneficios

que tuvieron los proyectos que integraron aspectos ágiles como la negociación y colaboración. En este sentido, como resultado de los hallazgos encontrados en este mapeo sistemático, a continuación, se exponen algunas recomendaciones para el proceso de contratación ágil en el sector público con algunas consideraciones que se deberían tener cuenta de acuerdo con las restricciones propias de un proceso de contratación tradicional, la *Figura III* resume dichas recomendaciones:



Primero, se sugiere que los gobiernos realicen un examen de las capacidades con las que cuentan las instituciones públicas, identifiquen oportunidades de mejora y, con los resultados obtenidos, realicen los ajustes necesarios que permitan establecer planes de formación para los funcionarios. Asimismo, que se puedan realizar las adecuaciones que sean necesarias en infraestructura, por ejemplo: prácticas como DevOps [22, 47], aplicadas junto con marcos para la organización ágil como SAFe (Scaled Agile Framework) [37, 47], podrían apoyar la obtención temprana de valor. En este sentido, es importante que los gobiernos evalúen, ajusten y validen su capacidad de respuesta a los requerimientos de los enfoques ágiles.

Es necesario replantear el rol que juegan los funcionarios públicos con los equipos de desarrollo, los primeros no se deben limitar a la supervisión o solicitud de informes, deben trabajar en sinergia y de manera colaborativa de tal forma que se facilite tomar decisiones durante el desarrollo. Asimismo, los usuarios deben estar dispuestos a responder y ser actores constantes del proceso; este aspecto es especialmente difícil en organizaciones con una jerarquía tan marcada como es el sector público, donde las decisiones que se toman pocas veces llegan a los funcionarios que interactúan con los equipos de desarrollo.

Desde el gobierno se debe empezar a pensar detenidamente la solución de software que se quiere y basados en modelos que ayuden a la toma de decisiones como el Cynefin [49], determinar la *complejidad* del sistema y considerar dividir las funcionalidades en varios proyectos con diferentes procesos licitatorios para cada conjunto de funcionalidades. Esto

permitiría reducir la incertidumbre típica en proyectos tradicionales en los que, con la aplicación de contratos de precio fijo, los proveedores corren el riesgo de estar involucrados en proyectos donde no se dimensiona la *complejidad* del desarrollo; dado que comúnmente se establecen requisitos preliminares por adelantado [15] y es más fácil corregir el rumbo con la realización de proyectos particionados que pueden ser replanteados para otras funcionalidades y cambios continuos.

Es de entender que cada proyecto debería estar estipulado con alcance y funcionalidades a nivel general y se ejecutaría de acuerdo con el procedimiento del enfoque ágil escogido. Asimismo, se deberá tener en cuenta la duración y el procedimiento de priorización para cada ciclo de entrega y reglas de participación para asegurar la cooperación entre el proveedor y la institución [9].

Adicionalmente, se recomienda que las estimaciones de costo para cada proyecto particionado de software sean basadas en métricas como por ejemplo los puntos de función [6], y realizar comparativos de costos con estudios de mercado equivalentes y relacionados con licitaciones públicas. Además, se sugiere que el tiempo del proyecto sea definido como un proyectado máximo y que los pagos al proveedor se realicen por ciclo de desarrollo, tras la verificación de los criterios de aceptación previamente definidos en el contrato.

Finalmente, el resultado de cada proyecto sería la base para la formulación de un nuevo proceso contractual para el desarrollo del siguiente grupo funcionalidades. Además, se recomienda que desde la institución o empresa se haga una gestión integral de todos los proyectos particionados y que se realice trazabilidad y seguimiento a aspectos como los requisitos no funcionales y la deuda técnica, que de ser necesario serán incluidos en el nuevo desarrollo.

## VI. CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

En este estudio se realizó un mapeo sistemático que ha permitido tener una primera impresión del estado de la contratación ágil, se propuso una definición y se establecieron las diferencias con los métodos de contratación tradicionales y su relación con el método de desarrollo en cascada. Asimismo, se indagó sobre la aplicación de los contratos ágiles tanto en sector privado como en el público, además, se realizó la discusión de los hallazgos y se dieron recomendaciones para adaptar el enfoque de contratación ágil en el sector público.

Los contratos ágiles tienen grandes barreras originadas por la reglamentación de los estados, países como Noruega, Suecia y Estados Unidos están reformando sus políticas de contratación para permitir que los enfoques ágiles para el desarrollo de software en sus instituciones públicas sean exitosos. Luego de analizar los trabajos encontrados, no se halló evidencia de reformas a las políticas de adquisición, ni

ejercicios de contratación ágil desde el sector público en países latinoamericanos.

Con los hallazgos identificados y los beneficios documentados se evidencia la necesidad de una reforma a los métodos de contratación con los que el estado gestiona el desarrollo de software. Lo anterior implica no solo un cambio en los marcos jurídicos para los contratos, sino también una visión de institución que debe ajustar sus procesos y su cultura organizacional con el fin de reconocer, adaptar y trabajar en pro de la adopción de enfoques ágiles y el valor demostrado de su implementación.

Como trabajo futuro, se considera importante seguir realizando estudios sobre los resultados de la aplicación de los contratos ágiles en los países que han reformado sus políticas de contratación, de igual manera se debe analizar la efectividad al aplicar enfoques ágiles para el desarrollo de software en ambientes de contratación tradicional como es el estado.

También como resultado de este estudio se pueden proponer marcos contractuales para el sector público con enfoque diferentes a los criterios que por ley pueden ser inamovibles como es el costo fijo y evaluar la eficacia de la implementación de dichos tipos de contratos; adicional a esto se realizará un marco de contrato ágil para el sector público en Colombia, se hará su respectiva validación con expertos en contratación de software en el estado y se presentarán los respectivos resultados.

#### REFERENCIAS

- [1] M. Fowler y J. Highsmith, "The agile manifesto. Software Development," vol. 9, n.º 8, pp. 28-35, 2001.
- [2] K. Laakkonen, "Contracts in agile software development," aaltodoc.aalto.fi, 2014.
- [3] A. Arnelo y N. Fogelgren Broberg, "Agile contracts implementation for industrial companies purchasing embedded systems," Master's Thesis, KTH, School of Industrial Engineering and Management (ITM), 2020.
- [4] A. Opelt, B. Gloger, W. Pfarl, y R. Mittermayr, "Agile contracts: creating and managing successful projects with Scrum," John Wiley & Sons, 2013.
- [5] S. Andrzejewski, "The main challenges of implementing fixed-price agile projects for corporate customers," en 2010 6th Central and Eastern European Software Engineering Conference (CEE-SECR), 2010, pp. 220-225.
- [6] D. Russo, G. Taccogna, P. Ciancarini, A. Messina, y G. Succi, "Contracting agile developments for mission critical systems in the public sector," en Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society, New York, NY, USA, 2018, pp. 47-56.
- [7] M. Poppendieck y T. D. Poppendieck, "Lean software development an agile toolkit," 2003.
- [8] R. van der Valk, P. Pelliccione, P. Lago, R. Heldal, E. Knauss, y J. Juul, "Transparency and contracts: continuous integration and delivery in the automotive ecosystem," International Conference on Software Engineering. ACM, IEEE Computer Society, 2017, pp. 23-32.
- [9] J. Schnitter y J. Geppert, "Agile software development: ¿what is left to do?" Springer, Cham, 2014.
- [10] J. B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," 2007.
- [11] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, "Systematic Mapping Studies in Software Engineering," in Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, 2008, pp. 68-77.
- [12] L. Siddique y B. A. Hussein, "Grounded theory study of the contracting process in agile projects in Norway's software industry," Examination of the challenges in agile projects, 2017, pp. 65-91.
- [13] M. Book, V. Gruhn, y R. Striemer, "Advantage: a fair pricing model for agile software development contracting," Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 111 LNBIP, 2012, pp. 193-200.
- [14] A. Obukhova, "Fixed Price agile projects. How it works," en 2010 6th Central and Eastern European Software Engineering Conference, CEE-SECR 2010, Moscow, 2010, pp. 93-96.
- [15] M. Poppendieck, "Agile contracts," en Companion to the Proceedings of the 29th International Conference on Software Engineering, USA, 2007, p. 25.
- [16] M. Jørgensen, P. Mohagheghi, y S. Grimstad, "Direct and indirect connections between type of contract and software project outcome," International Journal of Project Management, vol. 35, n.º 8. Pergamon, 2017, pp. 1573-1586.
- [17] A. P. Uchoa, "Government contracting for agile software development," "Contratação de desenvolvimento ágil de Software pelo governo," 2013.
- [18] I. Mergel, Y. Gong, y J. Bertot, "Agile government: Systematic literature review and future research," Government Information Quarterly, vol. 35, n.º 2, 2018, pp. 291-298.
- [19] A. Regnier, "Agile projects and internal contracts: ¿a contradiction?," 2018.
- [20] S. H. Zijdemans y C. J. Stettina, "Contracting in agile software projects: State of art and how to understand it," Conference on Agile Software Development, 2014.
- [21] J. J. Ng y S. S. O. Navaretnam, "Contract management: being agile," IEEE Engineering Management, 2019.
- [22] Y. Lindsjörn y R. Moustafa, "Challenges with lack of trust in agile projects with autonomous teams and fixed-priced contracts," en ACM International Conference Proceeding Series, 2018.
- [23] R. Hoda, J. Noble, y S. Marshall, "Negotiating contracts for agile projects: a practical perspective," vol. 31 LNBIP, 2009, pp. 186-191.
- [24] I. Mergel, S. Ganapati, y A. B. Whitford, "Agile: a new way of governing", Public administration review, 2020.

- [25] D. Greer y R. Conradi, "Software project initiation and planning - An empirical study", *IET Software*, vol. 3, n.º 5, 2009, pp. 356-368.
- [26] R. Santos, F. Flentge, M.-E. Begin, y V. Navarro, "Agile technical management of industrial contracts: Scrum development of ground segment software at the European Space Agency," vol. 77, 2011, p. 290+.
- [27] B. Tessem, "The customer effect in agile system development projects. A process tracing case study," *Procedia Computer Science*, vol. 121, 2017, pp. 244-251.
- [28] D. Gerster y C. Dremel, "Agile contracts: learnings from an autonomous driving sourcing project," In *Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS)*, Stockholm & Uppsala, Sweden, 2019.
- [29] A. Martin, R. Biddle, y J. Noble, "When XP met outsourcing," vol. 3092, 2004, pp. 51-59.
- [30] L. Pries-Heje y J. Pries-Heje, "Agile contracts: designing an agile team selection guideline," *Selected papers of the IRIS*, Issue Nr 5, 2014.
- [31] S. Messai, "Agile contracts: effective procurement for enhanced project success in the entertainment industry1, 2," 2019.
- [32] M. Jørgensen, "A survey on the characteristics of projects with success in delivering client benefits," *Information & Software Technology*, vol. 78, n.º 78. Elsevier, 2016, pp. 83-94.
- [33] T. Franklin, "Adventures in agile contracting: Evolving from time and materials to fixed price, fixed scope contracts," 2008, pp. 269-273.
- [34] P. Tonella y R. Tiella, "Weekly round trips from norms to requirements and tests: an industrial experience report," *Proceedings of the Second International Workshop on Requirements Engineering and Testing*. IEEE, pp. 20-26, 2015.
- [35] T. Arbogas, C. Larman, y B. Vodde, "Agile contracts primer," 2012.
- [36] L. Thorup y B. Jensen, "Collaborative agile contracts," en *Proceedings - 2009 Agile Conference*, Chicago, IL, 2009, pp. 195-200.
- [37] P. Patanakul y R. Rufo-McCarron, "Transitioning to agile software development: Lessons learned from a government-contracted program," *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 29, n.º 2, 2018, pp. 181-192.
- [38] R. Hoda, P. Kruchten, J. Noble, y S. Marshall, "Agility in Context," en *Proceedings of the ACM International Conference on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications*, New York, USA, 2010, pp. 74-88.
- [39] A. Tammik, "The possibility of agile development in the public sector: the case of Estonia," 2016.
- [40] I. Mergel, "Agile innovation management in government: A research agenda," *Government Information Quarterly*, vol. 33, n.º 3, 2016, pp. 516-523.
- [41] S. M. Ågren, E. Knauss, R. Heldal, P. Pelliccione, G. Malmqvist, y J. Bodén, "The impact of requirements on systems development speed: a multiple-case study in automotive," *Requirements Engineering*, vol. 24, n.º 3. Springer Science and Business Media LLC, pp. 315-340, 2019.
- [42] N. Bohrweg, "Contracting practices in traditional and agile software development," *theses.liacs.nl*, 2015.
- [43] B. Eckfeldt, R. Madden, y J. Horowitz, "Selling agile: Target-cost contracts," 2005, pp. 160-166.
- [44] S. Rafi, W. Yu, y M. A. Akbar, "RMDevOps: a road map for Improvement in DevOps activities in context of software organizations," and *Assessment in Software Engineering*, 2020.
- [45] The Norwegian Computer Society, "The PS2000 Agile Standard Contract for Software Development," 2010.
- [46] A. Koski, "On the Provisioning of Mission Critical Information Systems based on Public Tenders," 2019.
- [47] E. Beulen, "Implementing and Contracting Agile and DevOps: A Survey in the Netherlands," 2018.
- [48] C. Fulgham, J. Johnson, M. Crandall, L. Jackson, y N. Burrows, "The FBI gets agile," *IT Professional*, vol. 13, n.º 5, 2011, pp. 57-59.
- [49] D. Snowden, "Cynefin, a sense of time and place: an ecological approach to sense making and learning in formal and informal communities," 2011.