



**Facultad De Ingeniería y Computación**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
ÁGIL “SCRUM” EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE,  
MANUFACTURERA Y CONSTRUCCIÓN**

Trabajo de Investigación presentado por las alumnas de la Escuela  
Profesional de Ingeniería Industrial:

**Milly Milady Gonza Cristobal  
Solanch Yanira Quispe Calla**

Para optar por el Grado Académico de Bachiller en:  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Asesor:** Mg. Zultner Zenon Julio Quintanilla Montoya

**AREQUIPA, 2020**

“ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ÁGIL “SCRUM”  
EN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE, MANUFACTURERA Y  
CONSTRUCCIÓN”

“UTILIZATION ANALYSIS OF THE AGILE “SCRUM” METHODOLOGY IN  
THE SOFTWARE, MANUFACTURING AND CONSTRUCTION INDUSTRY”

## **DEDICATORIA**

*Dedicamos este trabajo a Dios por brindarnos inspiración para elaborar nuestro trabajo y fortaleza para no desfallecer ante los obstáculos.*

*A nuestros adorados padres, por su amor y apoyo incondicional.*

*Y a nuestros maestros por su incansable labor en formar profesionales de primer nivel.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecemos a Dios, por permitirnos culminar el presente trabajo de investigación de la mejor manera posible.*

*A nuestro docente asesor, Zultner Quintanilla Montoya, por su constante y notorio apoyo a lo largo del desarrollo del presente trabajo.*

*Y a todos aquellos amigos y familiares por sus buenos deseos siempre y su aliento que nos ayudó a no rendirnos en ciertos momentos.*

## **RESÚMEN**

El presente trabajo hace un análisis de las metodologías ágiles, las metodologías tradicionales, y en especial de Scrum, con el objetivo de demostrar que es posible su aplicación en industrias diferentes a las de desarrollo de software, puesto que sería de gran utilidad que pudiesen ser implementadas en organizaciones que están sometidas a constantes cambios y a constantes variantes en los requerimientos y solicitudes de sus clientes. Por tal motivo desarrollamos un análisis de 34 artículos luego de haber realizado una minuciosa selección en importantes motores de búsqueda de Ingeniería Industrial y Ciencias de la Computación.

Palabras clave: Scrum, ágil, manufactura, industria de la construcción, software.

## **ABSTRACT**

The present work makes an analysis of the agile methodologies, the traditional methodologies, and especially of Scrum, with the aim of demonstrating that its application is possible in industries other than those of software development, since it would be very useful that they could be implemented in organizations that are subject to constant changes and constant variations in the requirements and requests of their customers. For this reason, we developed an analysis of 34 articles after having made a thorough selection in major search engines of Industrial Engineering and Computer Science.

Keywords: Scrum, agile, manufacturing, construction industry, software.

## ÍNDICE

<b>1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Descripción del problema de investigación.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Formulación del Problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Sistematización del Problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos de la investigación .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Objetivo general .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Justificación de la investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>3.1. Conveniencia .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2. Justificación Teórica.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3. Justificación Práctica.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Delimitación de la investigación.....</b>	<b>3</b>
<b>4.1. Temporal.....</b>	<b>3</b>
<b>4.2. Temática.....</b>	<b>4</b>
<b>4.3. Espacial .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Marco de Referencia.....</b>	<b>4</b>
<b>5.1. Estado del Arte.....</b>	<b>4</b>
<b>5.2. Marco Teórico - Conceptual .....</b>	<b>8</b>
5.2.1. Metodologías ágiles .....	8
5.2.2. Manifiesto Ágil .....	8
5.2.3. Scrum .....	10
5.2.4. Programación Extrema (Extreme Programming, XP).....	12
5.2.5. Crystal.....	16
5.2.6. Kanban.....	17
5.2.7. Diferencias entre las metodologías ágiles.....	19
5.2.8. Scrum en la industria de software .....	21
5.2.9. Scrum en la industria de la construcción .....	21
5.2.10. Scrum en la industria manufacturera .....	24
5.2.11. Metodologías tradicionales.....	25
5.2.12. Principales metodologías tradicionales .....	26
5.2.13. Comparación entre las Metodologías Ágiles y la Metodologías Tradic	

<b>6.</b>	<b>Aspectos metodológicos de la investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>28</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>32</b>
<b>9.</b>	<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>35</b>
<b>10.</b>	<b>Cronograma.....</b>	<b>38</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES MÁS USADAS .....	20
TABLA 2. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES Y DE LAS METODOLOGÍAS TRADICIONALES .....	27

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1. Descripción del problema de investigación**

Hoy en día la competitividad de las empresas en el mercado internacional se percibe de manera más notoria, la globalización, el avance tecnológico, y clientes mucho más exigentes provocan que las empresas requieran nuevas y más herramientas y metodologías para desarrollar mejor sus productos y servicios, las cuales, como señalan Gómez, Pardo, & Yepes, (2015), deben permitir no sólo garantizar su calidad y desempeño sino también que se adecúen al tipo de industria que se aplique.

Ante esta exigencia del mercado es necesario adaptarse a los cambios, y seguir mejorando continuamente con el fin de entregar productos con alto valor y tal como lo quiere el cliente. Empresas que sigan utilizando métodos de trabajo tradicionales no podrán responder de manera adecuada a las exigencias de los clientes, por ende, no estarán al nivel competitivo de aquellas que si incorporen las nuevas metodologías.

En tal sentido, la adopción de las prácticas o metodologías ágiles se considera como alternativa pertinente para aplicarse en el desarrollo de diversos proyectos que van a permitir la creación de software, productos y la generación de conocimiento. (Fuentes & Sepúlveda, 2016)

### **1.2. Formulación del Problema**

¿De qué manera se aplica la metodología ágil “Scrum” en la industria del software, manufacturera y construcción?

### **1.3. Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son las metodologías ágiles y sus principales elementos y características?
- ¿Es conveniente el uso de las metodologías ágiles frente a las metodologías tradicionales?
- ¿Es conveniente el uso del Scrum frente a otras metodologías ágiles?

## **2. Objetivos de la investigación**

### **2.1. Objetivo general**

Consolidar y analizar la información existente sobre la aplicación de la metodología ágil Scrum en la industria del software, industria manufacturera e industria de la construcción.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar las principales metodologías ágiles, sus componentes y características.
- Demostrar a través de un análisis comparativo la conveniencia del uso de las metodologías ágiles frente a las metodologías tradicionales.
- Demostrar a través de un análisis comparativo la conveniencia del uso de Scrum frente a otras metodologías ágiles.

## **3. Justificación de la investigación**

### **3.1. Conveniencia**

Muchas empresas de desarrollo de software están interesadas en aplicar las metodologías ágiles para mejorar sus procesos y tener un marco de trabajo adecuado a sus necesidades. Hoy en día la competitividad de las empresas exige que se realicen productos y servicios en el menor tiempo posible y con el más alto valor en ellos, por lo que creemos que no solo la industria del software es el único

campo de estudio y desarrollo de las metodologías ágiles. El presente trabajo será de utilidad para aquellos empresarios, empresas e investigadores que quieran implementar, mejorar y conocer este tema más a fondo en sus organizaciones o investigaciones.

### **3.2. Justificación Teórica**

Scrum es una metodología que se viene aplicando desde el año 1990. Por lo tanto, existen investigaciones de la aplicación de esta metodología en el desarrollo de productos complejos en varios países, los cuales nos ayudarán a construir nuestro trabajo. Además, es importante resaltar que el tema ha sido ampliamente tratado en instituciones de prestigio internacional, tales como Harvard y el MIT, y los trabajos de investigación relacionados a Scrum cuentan con el respaldo de una revista científica muy importante en el campo de la ciencia computacional la cual es IEEE. Para la realización de nuestro trabajo contamos con el apoyo del Docente Zultner Quintanilla, asesor asignado por la Universidad Católica San Pablo.

### **3.3. Justificación Práctica**

Los resultados de este trabajo pueden ser utilizados como material bibliográfico de referencia o material de consulta en futuras investigaciones y desarrollo de tesis de temas relacionados a Metodologías Ágiles y relacionados a la aplicación de Scrum en la industria del software, manufacturera y de construcción.

## **4. Delimitación de la investigación**

### **4.1. Temporal**

Este trabajo se ha desarrollado en el segundo semestre académico de la Universidad Católica San Pablo. Son aproximadamente 2 los meses en los que se ha elaborado la Tesina, en este caso; la mitad del mes de agosto y el mes de setiembre del 2019. En los meses restantes se levantarán observaciones que hagan los dictaminadores en la calificación del trabajo.

El horizonte de tiempo de éste trabajo de investigación abarca las investigaciones desde el año 2008 hasta el presente año 2019.

#### **4.2. Temática**

Contamos con el acceso a los buscadores proporcionados por la Universidad, a los cuales solo se pueden ingresar desde el campus, los cuales son: ScienceDirect, ACM DIGITAL LIBRARY, IEEE. El buscador Google Académico es de libre acceso. También utilizamos J-STAGE, LATINDEX, Dialnet, REDALYC, SciELO, ERIC, y ESPOL dentro de los cuales tuvimos la limitación de que no todos los artículos son de libre acceso.

#### **4.3. Espacial**

La investigación tiene cobertura y alcance internacional por el tipo de tema, es decir se aplica en cualquier parte del mundo.

### **5. Marco de Referencia**

#### **5.1. Estado del Arte**

Entre los artículos de investigación más coherentes con nuestro tema de investigación y estudio tenemos:

Un primer trabajo correspondiente a Gómez et al. (2015) quienes realizaron una investigación titulada: **“Revisión sistemática acerca de la implementación de metodologías ágiles y otros modelos en micro, pequeñas y medianas empresas de software”**. Se concluye que:

- Las metodologías ágiles han estado siendo desarrolladas con gran interés en los últimos años y han sido muy bien adoptadas tanto en su aplicación como en su implementación en su mayoría en empresas de desarrollo de software.
- Resaltan la popularidad, característica que tienen las metodologías SCRUM y XP, las cuales se implementaron progresiva e incrementalmente en

Pymes, así como en grandes empresas. La aplicación en las grandes empresas se llevó a cabo con el apoyo de modelos como CMMI ISO/IEC 29110, modelo cascada, Kanban y otros.

- Algunas empresas que ya contaban con un modelo certificado, incorporaron el enfoque ágil con el fin de reducir costos operacionales asociados. Su principal objetivo fue mantener la certificación, pero con un enfoque ágil y mantenerlo en el tiempo.
- Resaltan también la importancia del aspecto humano, ya que un factor importante de las metodologías ágiles es la práctica del trabajo en equipo, el empoderamiento, el liderazgo y la creatividad, competencias presentes únicamente en ambientes con una adecuada gestión del talento humano.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que describe ideas fundamentadas acerca de la evolución de la implementación de las metodologías ágiles más usadas tales como Scrum y XP en proyectos de desarrollo de software en micro, pequeñas y medianas empresas del sector, lo cual nos brinda una base teórica que sirve de punto de partida y ayuda a direccionar nuestra investigación.

Por otro lado, Fuertes & Sepúlveda (2016) en su investigación titulada: **“Scrum, Kanban y Canvas en el sector comercial, industrial y educativo - Una revisión de la literatura”**, concluyen que:

- Las metodologías Scrum y Kanban se complementan bajo un enfoque de procesos y proyectos. La mayor cantidad de investigaciones de Scrum y Kanban fue en el sector industrial con un 33% del total de documentos encontrados.
- Se puede garantizar la competitividad en las organizaciones con la utilización de la metodología Scrum en el desarrollo de productos, aplicaciones y proyectos, abriendo paso a la fabricación ágil de productos.

- Según a los hallazgos de la revisión bibliográfica, la metodología Scrum y la herramienta Kanban representan un pilar en la transformación de la cultura organizacional de las empresas.

Esta investigación es pertinente a nuestro tema, ya que mediante la revisión bibliográfica empleada, se demuestra que la aplicación de las metodologías ágiles tales como Kanban y Scrum tienen no sólo aplicación en proyectos de desarrollo de software, sino que son útiles también en sectores industriales y comerciales, frente a ello es que el marco de estudio de nuestra investigación aborda también el análisis de la aplicabilidad de la metodología Scrum en el sector industrial de corte manufacturero/productivo.

El tercer trabajo corresponde a Gustavsson (2016) quienes desarrollaron el artículo: **“Benefits of Agile Project Management in a Non-Software Development Context. A Literature Review”**. Se concluye que:

- Aunque se originó en la industria de TI, la gestión ágil de proyectos ahora se está trasladando a otros negocios. Los métodos que se extienden de un contexto a otro no son nada nuevo. Por ejemplo, el Sistema de producción de Toyota (TPS), originalmente utilizado para la fabricación de automóviles, más tarde se hizo famoso con el nombre de Lean y ahora se ha trasladado a todo tipo de industrias, como la salud.
- Las organizaciones que no son de desarrollo de software no pueden vivir totalmente de acuerdo con el Manifiesto Ágil. Los principios 1,3 y 7 están directamente relacionados con un contexto de desarrollo de software.
- Los beneficios más reportados de las metodologías ágiles están relacionados con el trabajo en equipo, la interacción con el cliente, la productividad y la flexibilidad.

- Los desafíos más reportados fueron problemas para cambiar la mentalidad para permitir flexibilidad, falta de visibilidad del proceso y aceptación de los gerentes.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, debido a que realiza un análisis de 21 estudios de caso en base a 16 artículos pre seleccionados, con el objetivo de presentar los beneficios y los desafíos de la aplicación de metodologías ágiles en empresas que no se dedican al desarrollo de software.

El cuarto trabajo corresponde a Bartlomé, García de Soto, Klippel, Miserini, & Streule (2016) quienes trabajaron en el artículo: **“Implementation of Scrum in the Construction Industry”**. Se concluye que:

- En las últimas décadas la forma en la que los proyectos de construcción se gestionan no ha cambiado de forma significativa. Pero los stakeholders, los materiales, la competencia y los requerimientos de los usuarios si cambian de forma continua. Esto ha creado una brecha entre la visión gerencial actual sobre cómo se llevan a cabo los proyectos de construcción y cómo podrían gestionarse para aumentar la eficiencia. La industria de la construcción podría usar nuevos marcos para la acción en la gestión de proyectos y productos, y aprender de las experiencias de otras industrias.
- Por otro lado, la investigación busca responder acerca de la posibilidad de implementar Scrum en las fases de diseño y planificación de la industria de la construcción, y determinar las adaptaciones necesarias que se deben realizar para el uso de esta metodología.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, debido a que demuestra que es posible la aplicación de la Metodología Scrum en la industria de la construcción, de tal manera que contribuye a dar respuesta a una de las preguntas realizadas en la sistematización del trabajo.



## **5.2. Marco Teórico - Conceptual**

### **5.2.1. Metodologías ágiles**

El término ágil tiene sus orígenes en una reunión celebrada en Utah (EE. UU.) en febrero del 2011 realizada por 17 expertos y conocedores de la industria del software, entre ellos estaban impulsores y gestores de algunas metodologías de desarrollo de software preexistentes, válgase decir algunas metodologías tradicionales.

Con el fin de determinar principios, directrices y valores que permitan a los equipos desarrolladores de software ser más adaptables, eficientes y que pudieran desarrollar software de forma más rápida, se creó *The Agile Alliance* (Canós, Letelier, & Penadés, 2013). Ésta organización sin fines de lucro promueve ideas y conceptos referentes al desarrollo de software ágil,

El pensamiento e ideología “ágil” nace para hacer frente a las metodologías tradicionales que según Navarro, Fernández, Morales, & Vélez (2013) tienden a disciplinar el proceso de desarrollo de software, haciendo un hincapié en la planificación estricta con el fin de hacer el proceso más predecible.

Actualmente la globalización industrial, la tasa creciente de creación de empresas y la evolución del comportamiento del cliente quien se ha vuelto mucho más exigente con el pasar de los años, han traído como consecuencia un aumento en la competitividad del mercado. Es por ello que las metodologías tradicionales ya no son adecuadas para el desarrollo eficiente de un producto en una empresa de desarrollo de software.

### **5.2.2. Manifiesto Ágil**

Herrera y Valencia (2007) mencionan que el Manifiesto Ágil es la base de las metodologías ágiles. Fue redactada y proclamada en febrero de 2001 en la reunión llevada a cabo por “The Agile Alliance”. Según Alaimo (2013) son 4 los valores y 12 los principios que lo componen.

#### Valores:

- Las personas y sus interacciones deben ser valorados por sobre la ejecución de los procesos y el uso de las herramientas.
- El software en funcionamiento debe ser valorado por sobre la documentación.
- El trabajo colaborativo con el cliente debe ser valorado por sobre el proceso de negociación de los contratos.
- La capacidad de respuesta al cambio debe ser valorado por sobre el cumplimiento de un plan.

#### Principios:

- La prioridad es lograr la satisfacción del cliente a través de la entrega constante de software con valor agregado.
- Es necesario tener una apertura al cambio en cualquier etapa de desarrollo del producto. Los cambios son buenos pues permiten brindarle al cliente ventajas competitivas.
- Se deben realizar entregas de software que el cliente pueda ver trabajando, de forma semanal y mensual.
- El usuario y el equipo de desarrolladores deben trabajar cooperativamente durante todo el proyecto.
- El equipo de desarrollo debe estar compuesto por personas motivadas. Además, se les debe proporcionar un entorno acorde a sus necesidades.
- Tener conversaciones directas y frontales es la mejor forma de compartir información en un equipo de trabajo.

- La métrica más importante que indica el progreso es el software probado y aprobado.
- Tener un desarrollo sostenible es el principal objetivo de la propuesta ágil.
- La calidad incrementa la agilidad, en cuanto al buen desempeño técnico y el buen diseño.
- Lo esencial es adoptar la simplicidad. Los esfuerzos del equipo deben centrarse en lo que realmente importa.
- Los equipos autoorganizados generan las mejores arquitecturas y diseños.
- En cada iteración de trabajo es necesaria la reflexión de lo que se debe mejorar para volverse más efectivos.

### **5.2.3. Scrum**

Scrum es uno de los métodos ágiles más populares en la actualidad. Fue creado por Sutherland y Schwaber entre los años 1993 y 1996. (Bartlomé et al., 2016)

Alfonso, Godoy, & Mariño (2011) mencionan que el término Scrum hace referencia a una metodología enfocada a la gestión y el control de proyectos de software. Por otro lado, Bartlomé et al (2016) subraya que es un marco de trabajo para el desarrollo de productos complejos.

Son 2 los principios fundamentales de Scrum. Según Orjuela & Rojas (2008) el primer principio es la incertidumbre, el cual hace referencia al desconocimiento de las condiciones futuras del proyecto. El segundo es el principio de requisitos indefinidos, que señala que a medida que se vayan haciendo entregas del producto, es muy probable que vayan aumentando los requerimientos del usuario.

➤ Roles:

- **Product Owner:** Es la persona responsable de maximizar el valor del producto. Es el representante del cliente en la empresa, por lo que su deber es gestionar adecuadamente los intereses de los stakeholders.
- **Scrum Master:** Es la persona encargada de aplicar y hacer conocer la metodología Scrum. Ayuda al equipo a ser productivo y a alcanzar sus objetivos.
- **Development Team:** Es el conjunto de personas encargadas de la construcción del producto. La característica especial de un equipo en Scrum es su autoorganización. El tamaño del equipo no debe ser mayor a 9 personas.

➤ Artefactos:

- **Product Backlog:** Conocida también como cartera del producto, es una lista que contiene los requerimientos del cliente a lo largo del proyecto.
- **Sprint Backlog:** Son todas las Historias de Usuario tomadas del Product Backlog, las cuales van a ser trabajadas en un Sprint, en función al valor del indicador Velocidad, promedio de la velocidad de trabajo del equipo en Sprints anteriores.
- **Planning Poker:** Es la herramienta que se utiliza para calificar las historias de usuario. La unidad de medida son los puntos de historia. Su utilidad radica en que ayudan a estimar el número de historias de usuario que pueden trabajarse dentro de un Sprint.

➤ Eventos:

- **Sprint Planning:** Es la reunión del equipo de aproximadamente 30

minutos, llevada a cabo con el objetivo de elegir y definir las historias de usuario que se van a trabajar en un Sprint. Un Sprint puede durar entre 1 y 4 semanas.

- **Daily Scrum:** Es la reunión del equipo al inicio de cada jornada laboral diaria. Tiene una duración de 15 minutos. Se deben responder 3 preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué haré hoy?, ¿Qué obstáculos se presentaron en mi jornada de trabajo?
- **Sprint Review:** La finalidad de este evento es validar el resultado de las tareas propuestas y realizar ajustes y mejoras para los siguientes Sprints.
- **Sprint Retrospective:** Se realiza al finalizar el Sprint con el objetivo de que el equipo haga una retroalimentación del trabajo realizado. Se deben responder a las preguntas: ¿Qué se hizo?, ¿Cómo se hizo?, y ¿Qué se puede mejorar?

➤ Valores:

- Foco, Coraje, Apertura, Compromiso, Respeto.

#### **5.2.4. Programación Extrema (Extreme Programming, XP)**

“XP es una metodología ligera, eficiente, con bajo riesgo, flexible, predecible y divertida para desarrollar software” (Delgado, 2008).

Creada por Kent Beck, ésta metodología surge como una creación diferente a lo convencional, tiene un enfoque integrador en cuanto a los programadores, se realiza en un buen ambiente de trabajo y potencia el trabajo en equipo así como el aprendizaje y desarrollo continuo de ellos (Canós et al., 2013).

Los equipos no deben ser mayor a 10 integrantes ni menor a 2.

➤ Objetivos:

Se tienen dos objetivos primordiales: Satisfacción del cliente y trabajo en equipo.

El cliente o un representante del mismo son considerados parte del equipo de desarrollo a modo de input, ya que son ellos quienes definen las características del producto deseado. Como se mencionó anteriormente, en un entorno en el cual los clientes son mucho más exigentes, sus necesidades cambian constantemente y estas deben ser cubiertas en lo posible por la empresa.

En líneas generales, ésta metodología trata de darle al cliente el software que requiere, atendiendo a los cambios, incluso cuando estos vengan en la etapa final de la programación.

➤ Valores:

Para Delgado (2008), son cuatro los valores de la metodología XP: comunicación, sencillez, retroalimentación y valentía, sin embargo para Navarro et al. (2013) son cinco los valores de esta metodología los cuales con los mismos mencionados por Delgado pero le adiciona el respeto.

➤ Características Principales:

- Historias de Usuario: Son formatos que contienen una breve descripción acerca de las características funcionales o no funcionales que el sistema debe tener como por ejemplo: fecha, tipo de actividad, prioridad del cliente, número de historia, comentarios, etc. (Canós et al., 2013).
- Roles XP: Según Orjuela & Rojas (2008) incluye los siguientes

roles:

- Programador: El programador inicia el sistema con un código inicial.
- Cliente: Se encarga de escribir las historias de usuario y asigna prioridades de entrega o de historia, con el fin de tener todas las características y entradas bien definidas.
- Tester: Como su nombre lo dice, se encarga de escribir, ejecutar las pruebas y difundir los resultados.
- Tracker: Realiza un seguimiento del proceso y el progreso de cada iteración.
- Coach: Es la persona a cargo del equipo en general, guía al equipo y hace que la metodología se aplique de manera correcta.
- Consultor: Forma parte del equipo cuando se le necesita para abordar temas específicos.
- Big Boss: A modo de mediador y conector, representa un vínculo entre los clientes y los programadores con el fin de que las ideas fluyan correctamente.
- Proceso XP: El cliente define el producto y las especificaciones del mismo a implementar, el o los programadores realizan la implementación con el mayor esfuerzo, el cliente establece restricciones de tiempo, plazos, y algunas prioridades del producto, el o los programadores reestructuran, mejoran o implementan el producto según al paso anterior, vuelve a repetirse el proceso.

- Prácticas XP: Se tienen las siguientes prácticas:
  - El juego de la planificación: Los clientes y los programadores están en constante comunicación para que el desarrollo del proyecto sea el adecuado.
  - Entregas pequeñas: Esta práctica hace referencia a que se deben presentar entregas de forma continua a pesar de que no tengan funcionalidad, el fin de esta práctica es que se genere valor mediante la evaluación y retroalimentación.
  - Diseño simple: La solución o el planteamiento de las ideas debe presentarse de una forma sencilla y entendible, de tal manera que cualquier integrante del equipo pueda entenderla.
  - Pruebas: Ante la posible modificación de cada sistema se debe constatar la funcionalidad y el progreso de las mejoras del mismo, esto solo se puede realizar mediante pruebas.
  - Refactoring: Actividad que se realiza constantemente y no necesariamente es obligatoria, ya que en algunos procesos o sistemas no se realiza la reestructuración.
  - Programación en parejas: Según la metodología XP, todos los trabajos de programación deben realizarse en parejas, ya que ayuda a evitar incurrir en errores o defectos.
  - Propiedad colectiva del código: Característica que indica que cualquier programador puede modificar cualquier parte del código o sistema en cualquier momento dado.
  - 40 horas por semana: Bajo esta premisa se debe trabajar solo 40 horas por semana ya que el sobreesfuerzo y las horas extra desmotiva y estresa al equipo.



- Cliente in-situ: Uno de los principales factores de éxito de esta metodología es que el cliente tiene que estar disponible todo el tiempo ante cualquier necesidad o consulta del equipo desarrollador. En este punto se valora más la comunicación oral y explicativa que la escrita.

### 5.2.5. Crystal

Field, Rico, & Sayani (2008) señalan, que los métodos Crystal son una familia de métodos que comparten un código común: “La entrega frecuente” de productos. En efecto, en 1990 Alistair Cockburn desarrolla esta metodología partiendo de 2 cosas; la primera, reducir la documentación para aumentar el número de pruebas del producto; la segunda, que todos los proyectos son diferentes, por lo que debe existir un método para cada tipo de proyecto. (Orjuela & Rojas, 2008)

Por otro lado, López (2015) señala que en esta metodología se asignan códigos de color de acuerdo a la complejidad del proyecto. Entre más complejo sea el proyecto, más oscuro es el color. De acuerdo a lo mencionado, tenemos:

- Color Clear: Equipo conformado por hasta 8 personas.
- Color Amarillo: Equipos conformados por un equipo de personas no menor a 10 y no mayor a 20.
- Color Naranja: Equipos conformados por un equipo de personas no menor a 20 y no mayor a 50.
- Color Rojo: Equipos conformados por entre 50 y 100 personas.

#### ➤ Roles:

- Sponsor o Patrocinador: Realiza la declaración de la misión junto a las prioridades del compromiso.

- Usuario Experto: Crea la Lista de Actores y de Objetivos. Además, es el encargado del Archivo de Casos de Uso y Requerimientos.
- Diseñador principal: Diseña los detalles de la Arquitectura del producto y los documenta.
- Diseñador – programador: Se encarga de realizar los Borradores de Pantallas, el Modelo Común de Dominio, las Notas y Diagramas de Diseño, el Código Fuente, el Código de Migración, las Pruebas y el Sistema Empaquetado.
- Experto en negocios: Ayuda en sus funciones al Usuario Experto.
- Coordinador: Es el encargado de construir el Mapa y Estado de Proyecto, el Plan de Entrega y el Plan de Iteración, darle seguimiento a la Lista de Riesgos, y de controlar la Agenda de Visualización.
- Verificador: Es la persona encargada de reportar posibles Bugs.
- Escritor: Elabora el Manual que será de utilidad para que el usuario pueda entender a utilizar de forma adecuada el producto de software.

➤ Valores:

- Entrega frecuente, Comunicación osmótica, Mejora reflexiva, seguridad personal, Foco, Fácil acceso a usuarios expertos.

### 5.2.6. Kanban

Para Bellota & Valverde (2013) Kanban, (palabra de origen japonés con significado conocido como “tarjetas visuales”), surgió en Toyota y se emplea para controlar y monitorear el progreso del trabajo dentro de una línea de producción.

Kanban se basó en la filosofía Lean Manufacturing la cual fue empleada por Toyota para el mejoramiento de la producción mediante distintas técnicas. Kanban no representa un método propio para el desarrollo de software, es más bien una herramienta para la gestión de tareas dentro de un proceso, sin embargo, en la última década se ha estado aplicando como complemento de la metodología Scrum para la gestión de proyectos de desarrollo de software. Ésta unión lleva como nombre “Scrumban”.

Para Kanban es importante considerar 3 aspectos muy importantes:

- a. Visualizar el trabajo y las etapas del ciclo productivo o flujo de trabajo.

El desarrollo de Kanban implica fragmentar el trabajo o actividad en partes, para ello utiliza técnicas visuales como un tablero para ver el estado de cada una de estas tareas, así mismo con el uso de tarjetas se hace el control de las tareas, las tarjetas pasan de estado en estado, en otras palabras, las tarjetas representan el producto final, las columnas del tablero representan los diversos estados por los que puede pasar la tarea.

Por su parte, Padilla (2017) agrega que al desarrollar proyectos empleando Kanban ya no se depende de un sistema computarizado o automatizado porque el manejo de información aumenta y así aumenta también la interacción manual entre los usuarios y la información a ser procesada. La autora afirma emplear el método benefician dos aspectos importantes:

- Reducción de costos en el procesamiento de la información.
- Conocimiento rápido de los hechos.

Para, Kniberg & Skarin (2010) Kanban ha demostrado un buen desempeño cuando se trabaja en equipo, lo que ratifica su interés por una buena gestión del talento humano.

b. Limitar el Work in Process.

El WIP o trabajo en curso debe ser una constante en cada estado del flujo de trabajo; por ejemplo, en el desarrollo de un proyecto: deben fijarse como máximo 3 tareas en desarrollo , 2 en pruebas, etc. (Kniberg & Skarin, 2010)

c. Medir el “Lead Time”.

A veces llamado tiempo de ciclo, hace referencia al tiempo medio que toma completar una tarea, actividad o elemento.

Sin embargo para Bellota & Valverde (2013), son término similares mas no poseen el mismo significado o interpretación, ellos consideran el “lead time” como el tiempo que el cliente debe esperar, mientras que el tiempo de ciclo sirve para medir el rendimiento del proceso.

### **5.2.7. Diferencias entre las metodologías ágiles**

Se consolidó la información encontrada (ver *Tabla 1*), en cuanto a las características más representativas de las metodologías ágiles más aplicadas.

Tabla 1. Comparación de características de las metodologías ágiles más usadas.

CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES	METODOLOGÍAS MÁS USADAS		
	Scrum	XP	Crystal
<b>Característica Principal</b>	Desarrollo de productos complejos	Adecuado a proyectos de desarrollo de software complejos y con muchas variantes	Desarrollo de productos con un método específico de la familia de métodos Crystal adecuado a cada tipo de proyecto.
<b>Características Particulares</b>	Posee 4 eventos: Daily Meeting, Sprint Planning, Sprint Review, Sprint Retrospective.	-	Hay códigos de color de acuerdo a la complejidad del proyecto: (Clear, Amarillo, Naranja, Rojo)
<b>Iteraciones</b>	2-4 semanas	1-3 semanas	-
<b>Tamaño de Equipo</b>	Entre 4 y 9 personas	De 2 a 10 personas	No menor a 8 y mayor a 100 personas
<b>Roles</b>	- Product Owner - Scrum Master - Development Team	- Programador - Cliente - Tester - Tracker - Coach - Consultor - Big Boss	- Patrocinador - Usuario Experto - Diseñador Principal - Diseñador/ Programador - Experto en Negocios - Coordinador - Verificador - Escritor
<b>Valores</b>	- Foco - Coraje - Apertura - Compromiso - Respeto	- Retroalimentación - Comunicación - Valentía - Sencillez - Respeto	- Entrega frecuente - Comunicación Osmótica - Mejora Reflexiva - Seguridad Personal - Foco - Fácil acceso a Usuarios Expertos
<b>Método de trabajo</b>	Trabajo de forma individual	Trabajo en parejas	Trabajo en equipo de más de 2 personas.
<b>Enfoque de trabajo</b>	Se centra en la correcta administración del proyecto	Se centra en el desarrollo del productos	Se centra en la adaptación a diferentes proyectos
<b>Grado de adaptabilidad</b>	Alto	Alto/Medio	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### **5.2.8. Scrum en la industria de software**

De acuerdo a Field et al. (2008), las primeras nociones de gestión de proyectos de software surgieron en la década de 1960. En esa época la gestión de proyectos de software fue la integración hábil de la tecnología de software, la economía y las relaciones humanas. Uno de los primeros enfoques que surgió fue la programación de proyectos o PEST. El PERT y el método de ruta crítica o CPM, aunque no se originaron en la programación de computadoras, pronto se aplicaron para planificar, programar y administrar recursos asociados con proyectos de software.

Si bien la implementación de metodologías ágiles corresponde a la acogida que han tenido sus más populares exponentes, que son XP (Extreme Programming) y Scrum, cabe resaltar que los equipos más exitosos han implementado prácticas ágiles de distintas metodologías para generar un proceso de desarrollo propio que se adapte a sus necesidades y requerimientos particulares (Navarro et al., 2013).

Para García (2015), las características más relevantes que generan alto valor para los clientes que requieren softwares y que se logran con Scrum son: una correcta gestión de los requerimientos del cliente, la presencia de resultados anticipados ya que al generarse reuniones quincenal y diariamente se tiene información actualizada y en tiempo real, esto otorga además flexibilidad y adaptación, permite una mejor alineación y entendimiento entre cliente y equipo desarrollador. A ésta idea, López (2018) agrega que la metodología Scrum resalta el trabajo en equipo impulsándolo junto con una estructura adecuada y dinámica que permite el desarrollo óptimo del proyecto y que es flexible a las fluctuaciones del proceso.

### **5.2.9. Scrum en la industria de la construcción**

Bartlomé et al. (2016) destaca que en la industria de la construcción el principal desafío es el manejo de los eventos imprevisibles que llevan a

realizar modificaciones constantes de los requisitos del proyecto. Con la finalidad de reducirlos, los gerentes del proyecto hacen una planificación en detalle e intentan llevarlo a cabo sin ninguna desviación.

Sin embargo, las metodologías ágiles plantean abordar los riesgos imprevisibles como oportunidades para obtener ganancias. Nowotarski y Paslawski (2015) señalan que los métodos ágiles ayudan a la organización a responder rápidamente a los requisitos cambiantes sin un trabajo excesivo, es decir abordan el desafío de un mundo impredecible confiando en las personas y su creatividad en lugar de procesos.

La industria de la construcción es dinámica por naturaleza, y los procesos casi siempre contendrán cambios en mayor o menor medida. (Nowotarski & Paslawski, 2015). Es por ello que sería adecuada la aplicación de la Metodología Scrum, de tal manera que las decisiones se puedan tomar de forma secuencial durante cada iteración, para que exista un compromiso sucesivo con el proyecto por parte del equipo. En líneas generales sería más ventajoso que los proyectos se adapten gradualmente a las oportunidades y condiciones. (Leikvam, Olsson, y Østbø, 2015)

Bartlomé et al. (2016) realizó un estudio de caso de la aplicación de Scrum a un proyecto en curso que constó de tres edificios multifamiliares de cuatro pisos para el mercado suizo. Algunas acotaciones importantes fueron:

- La Metodología Scrum únicamente se aplicó en las etapas de diseño y planificación. La etapa de diseño consistió en la definición del proyecto y el estudio de viabilidad; mientras que la etapa de planificación se realizó una optimización de concepto y rentabilidad seguida de una optimización de costos.
- El equipo estuvo compuesto por un Product Owner, un Scrum Master, y un equipo de desarrollo de siete personas: Arquitectura (tres representantes), Física de edificios (un representante), Ingeniería civil

(un representante), Estimación de costos (un representante) y Diseño de interiores (un representante).

- Todos los miembros del equipo de desarrollo, así como el Scrum Master, debían asistir a todos los eventos de Scrum: El Sprint, el Sprint Planning, el Daily Scrum, el Sprint Review y el Sprint Retrospective.
- En el caso de los artefactos, el Product Backlog fue creado por los arquitectos del Equipo de desarrollo y por el Scrum Master debido a los compromisos del Product Owner. Algunos de los elementos del Product Backlog eran la creación de planos de planta, el proceso de definir el concepto de protección contra incendios o el diseño de elementos de soporte de carga. Por otro lado, fue después del Sprint número cinco se implementó el uso del Planning Póker.
- Al principio, la duración del Sprint se fijó en cinco días hábiles. Después de cuatro semanas, se descubrió que no había suficiente tiempo para abordar todos los Eventos Scrum y hacer el trabajo requerido durante la duración del Sprint. Por lo tanto, el Scrum Master decidió ajustar la duración del Sprint a dos semanas.
- Dado que el Product Owner y los autores no estaban en la misma ubicación que el equipo de desarrollo, se utilizó un tablero Kanban virtual y físico para hacer el seguimiento de las tareas. El virtual se realizó utilizando Trello.
- La principal desventaja fue el desconocimiento de la Metodología que se hizo evidente al inicio del proyecto. Pero conforme fueron trabajando les fue más fácil de manejar.

En líneas generales, la Metodología Scrum puede aplicarse en la industria de la construcción y mejorar significativamente la forma en que se gestionan los proyectos. El caso presentado es de utilidad porque demuestra que es



posible la aplicación de Scrum en una industria diferente a la de software, aunque para ello se tengan que hacer algunas adaptaciones.

#### **5.2.10. Scrum en la industria manufacturera**

Como sabemos, la industria de la producción conocida también como industria manufacturera, es movida por procesos. Las mejores prácticas en ese sector provienen de la filosofía del Lean Manufacturing con conceptos de reducción de desperdicios, one piece flow, incremento de la productividad, etc.

Todas estas prácticas se emplean para mejorar la productividad de los procesos. Bajo esta premisa, ágil es un término que está haciéndose conocido en la industria de la producción y en el mercado, ésta idea tiene como objetivo cumplir con las expectativas del cliente mediante respuestas “ágiles,” y ajustadas en cuestiones de tiempo y calidad (Fuertes & Sepúlveda, 2016).

Kniberg & Skarin (2010) complementan esta idea en el sentido de que estas dos metodologías representan lineamientos y herramientas de procesos que complementan y mejoran de manera eficaz el ritmo de trabajo, la cultura organizacional y los resultados obtenidos al finalizar los procesos.

Sostienen también que Kanban es una aproximación a la introducción de cambios en un ciclo de vida de desarrollo de software o metodologías de gestión de proyectos. Cuando se aplican el desarrollo ágil en proyectos de software, Kanban ha demostrado utilidad para el trabajo en equipo. Según estos autores, este método se está introduciendo como parte de iniciativas Lean para transformar la cultura de las organizaciones y fomentar la mejora de las mismas. De acuerdo con Vázquez & Avella, (2005), el desplazamiento empresarial hacia un paradigma basado en la agilidad tiene sus raíces en el desarrollo de una nueva era de los negocios, que se cimienta en el cambio como principal característica y que revela la existencia de

nuevas tendencias en la gestión y organización de las empresas. Esto es lo que abre las puertas a la fabricación ágil de productos que tiene como resultado la propuesta de modelos productivos, soportados en las diferentes tendencias organizacionales para garantizar la competitividad.

La herramienta Scrum se utiliza para agilizar el proceso del desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones con el objetivo de obtener resultados viables y satisfactorios para el mercado.

#### **5.2.11. Metodologías tradicionales**

De acuerdo a Orjuela & Rojas (2008) la metodologías tradicionales, también conocidas como “Metodologías pesadas”, tienen una estricta orientación a los procesos. Canós et al. (2013) hace referencia a que el control de los mismos se logra mediante una rigurosa definición de los artefactos, roles, actividades y herramientas a utilizar.

Por otro lado, en el enfoque tradicional, un “proyecto exitoso” es aquel que ha cumplido los plazos de tiempo, las peticiones iniciales del cliente y la estimación anticipada de gastos o lo que vendría a ser el presupuesto del proyecto como tal. (Gutiérrez, Ramos, & Sáenz, 2017).

Por último, Canós et al. (2013) destaca que esta metodología se adapta mejor a proyectos de gran tamaño, realizados por organizaciones de estructura definida, caracterizadas por la jerarquía y la centralización. De hecho, Orjuela & Rojas (2008) consideran que la introducción de esta metodología requiere de, una alta inversión en actividades de formación y en adquisición de recursos para asegurar altos estándares de calidad, inversión que es muy difícil que una empresa pequeña acceda a realizar.

En líneas generales las metodologías tradicionales son de utilidad cuando se tiene certeza acerca del proyecto y de sus variables.

### 5.2.12. Principales metodologías tradicionales

Cervantes & Gómez (2012) hicieron una clasificación de acuerdo a modelos de desarrollo. De acuerdo a este autor las metodologías tradicionales se dividen en 4 modelos abstractos: En Cascada, Evolutivos, Minimización de desarrollos y por último los Híbridos. Para el presente trabajo se presentará la definición de los modelos más representativos de cada uno de ellos: el modelo “Cascada pura”, “Espiral”, y el “Proceso Unificado Racional”.

- Cascada pura: Winston Royce desarrolló, al que se denomina el modelo formal más antiguo, en 1970. De acuerdo a López (2018) consiste en un conjunto de fases secuenciales en el que no se puede avanzar si no se completa la fase anterior. García (2015) señala que de forma obligatoria se realiza una planificación a detalle al inicio del proyecto, para definir adecuadamente los requerimientos.
- Espiral: Barry Boehm creó este modelo en 1988. Según García (2015), es un modelo resultado de la mezcla entre lo iterativo y la sistematización del modelo cascada. Por lo tanto, se adapta mejor, porque logra comprender la naturaleza evolutiva presente en los desarrollos de software.
- Proceso Unificado Racional: Es un marco de trabajo que integra las mejores prácticas de las metodologías tradicionales y de las metodologías ágiles, por ello es un híbrido. De las metodologías tradicionales conserva el desarrollo de casos de uso y la construcción y posterior documentación de la arquitectura, mientras que de las metodologías ágiles conserva la presentación incremental del producto. (García, 2015)

### 5.2.13. Comparación entre las Metodologías Ágiles y la Metodologías Tradicionales

*Tabla 2. Comparación de características de las metodologías ágiles y de las metodologías tradicionales.*

<b>METODOLOGÍAS ÁGILES</b>	<b>METODOLOGÍAS TRADICIONALES</b>
Presenta un enfoque Adaptativo	Presenta un enfoque Predictivo
Es adecuado a proyectos en los que hay incertidumbre	Es adecuado a proyectos en lo que hay certeza
Se centra en las personas	Se centra en los procesos
Tiene apertura al cambio	Tiene resistencia al cambio
Hay una constante comunicación entre el cliente y la empresa	Hay poca comunicación con el cliente, generalmente solo al inicio y al final del proyecto
Adecuado a empresas pequeñas	Adecuado a empresas grandes
Método de trabajo definido por el equipo. Es un proceso empírico, un proceso de aprendizaje y adaptación.	Método de trabajo impuesto por la empresa. Se tiene que seguir el plan.
El contrato está sujeto a cambios de acuerdo al desarrollo del proyecto	El contrato está preestablecido
La arquitectura del producto se hace necesaria pero no primordial	La arquitectura del producto es indispensable para el proyecto
Existe poca documentación	Existe extensa documentación
Las entregas de software son continuas para tener una retroalimentación incremental	Solo hay una entrega de software y es al final del proyecto
La planificación de las actividades se realiza a medida que el proyecto avanza	La planificación se hace antes de empezar el proyecto, por adelantado
Utiliza el Realse plan	Utiliza el Gráfico de Gantt

*Fuente: Elaboración propia.*

## 6. Aspectos metodológicos de la investigación

- El presente trabajo se desarrolla dentro de un diseño no experimental, debido a que es de investigación teórica.
- El tipo de estudio es exploratorio.
- Las fuentes a las que se han recurrido son fuentes secundarias. Son 34 artículos de revistas académicas. Los buscadores usados son ScienceDirect, ACM DIGITAL LIBRARY, IEEE, Google Académico, J-STAGE, LATINDEX, Dialnet, REDALYC, SciELO, ERIC, y ESPOL.
- La información se va a presentar de forma textual. También se ha utilizado un cuadro de doble entrada para comparar las principales características de 3 de las principales metodologías ágiles existentes, las cuales son Scrum, XP y Crystal; y otro cuadro de doble entrada para comparar las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales.

## 7. Resultados

### Resultado 1

- Las principales metodologías ágiles que hemos identificado son: Scrum, XP, Programación extrema y Crystal; y sus componentes y características se muestran a continuación:
  - Scrum está compuesto de roles, artefactos, eventos y valores; los roles son funciones que deben personalizar distintas personas designadas al momento del trabajo en equipo y durante el desarrollo del proyecto, los artefactos son herramientas que permiten obtener y procesar información para el desarrollo del proyecto, los eventos son actividades que se realizan periódicamente para realizar feedbacks, evaluar resultados y completar objetivos en el desarrollo del proyecto, los valores están enfocados a la

actitud que se debe tomar al momento de trabajar en equipo y de manera individual.

- Scrum se caracteriza por emplearse para proyectos complejos. Su nivel de adaptabilidad es alto y la manera de trabajo es como grupal, de 4 a 9 personas por equipo.
- XP está compuesto por roles, prácticas y valores; los roles representan a todos los personajes que toman partido del proceso de desarrollo del producto desde el cliente hasta el gerente de la organización; las prácticas son similares a los eventos que ocurren en la metodología Scrum pero éstas detallan más el proceso que se debe seguir haciendo énfasis en la interacción cliente - desarrollador, los valores están enfocados fundamentalmente en la actitud que debe tomarse cuando se trabaja en equipo.
- XP se caracteriza por emplearse en proyectos muy variantes, el tamaño de equipo varía entre 2 a 10 personas, el nivel de adaptabilidad es regular y la manera de trabajo es en parejas.
- Crystal está compuesto solamente por roles y valores; los roles representan a todas las personas encargadas de actividades específicas para el desarrollo del proyecto, tales como desarrollador, coordinador, diseñador, etc. En cuanto a los valores, éstos están enfocados al producto.
- Crystal se caracteriza por emplear un método específico para cada tipo de proyecto y para identificar cada tipo de proyecto utiliza distintos colores. Los equipos que se conforman varían entre 8 y 100 personas dependiendo el tipo de proyecto y el color designado, posee más roles que las metodologías antes mencionadas, pero su aplicación tiene un menor grado de adaptabilidad.

## Resultado 2

- Las metodologías tradicionales son convenientes cuando se tiene certeza del proyecto y de sus variables, cuando se aplican en empresas grandes, y cuando el área de trabajo es dispersa, es decir no se limita a una única área común.

Las metodologías ágiles en cambio, son convenientes cuando existe incertidumbre en el proyecto, cuando se aplican en empresas pequeñas, y cuando el personal si labora en un área común. Las metodologías ágiles se pueden aplicar en empresas en las cuales es necesario tener una comunicación constante para la construcción del producto.

Sin embargo, las metodologías tradicionales han evolucionado con el tiempo. Una de las primeras fue la metodología Cascada, un modelo basado en un riguroso control de la planificación y del avance secuencial del proyecto. - Cabe mencionar que la rigurosa ejecución de las fases del proyecto en un orden específico establecido por la empresa es una de las características clave de las metodologías tradicionales. - Pero en los últimos años, los métodos desarrollados son del tipo “Híbrido”, es decir, las metodologías tradicionales han adoptado las características “iterativa” e “incremental” que tienen las metodologías ágiles. Eso podría significar una tendencia hacia la “agilidad” de los procesos y las empresas.

## Resultado 3

- Las metodologías ágiles presentadas en el trabajo, Scrum, XP y Crystal, son muy parecidas, debido a que están basadas en el Manifiesto ágil. Una de las principales diferencias es el enfoque particular de trabajo que cada una tiene. La metodología Scrum se centra en la *correcta administración del proyecto*; la metodología XP se centra en el *desarrollo de productos*; y la metodología Crystal en la *adaptación del método al tipo de proyecto*. Además, que presentan

su propio esquema de roles, artefactos, eventos y valores. Algo que nos pareció distintivo además del enfoque de trabajo es el número de roles. La metodología Scrum solo tiene 3 roles; la metodología XP presenta 7 roles; y la metodología Crystal presenta 8. Considerando que estas metodologías deben agilizar los procesos, aquella que sea más fácil de implementar también debe ser la más efectiva. Implementar un equipo de 3 roles debe ser más fácil que implementar uno de 8 roles.

#### Resultado 4 - “Scrum en la Industria del Software”

- Según a la información recopilada, 3 autores dan su punto de vista acerca de la aplicación de la metodología Scrum en la industria del software. Según Navarro, García y López, los equipos (entiéndase como empresas) más exitosos han implementado la filosofía ágil y empleado Scrum en sus procesos, acción que ha traído beneficios, como la generación de valor de los productos, el aumento de la flexibilidad en los procesos, y el desarrollo de una óptima relación entre el cliente y los desarrolladores del proyecto.

#### Resultado 5 – “Scrum en la Industria Manufacturera”

- En cuanto a la aplicación de la metodología Scrum en la industria manufacturera, Vázquez y Avella mencionaron en su investigación que la nueva era de negocios tiene como base el pensamiento ágil. De éste modo la aplicación de las metodologías ágiles es sumamente vital para lograr una ventaja competitiva. Es importante resaltar, que, para los autores, la metodología a Scrum es una buena opción a implementar en empresas de manufactura siempre y cuando sea con la ayuda de la metodología Kanban ya que son compatibles y complementarias.

Kniberg y Skarin respaldan la sugerencia antes dada por Vázquez y Avella. Para ellos, la aplicación conjunta de Scrum y Kanban mejora la cultura



organizacional y el ritmo de trabajo. La ventaja de usar Kanban, es que brinda apoyo mediante el seguimiento visual de los productos.

#### Resultado 6 – “Scrum en la Industria de la Construcción”

- En el caso de la industria de la construcción, tanto Bartlomé como Nowotarski y Paslawski, destacan que las metodologías ágiles podrían ayudar en el manejo de los eventos imprevisibles.

Por otro lado, en cuanto a la implementación de la metodología Scrum, Bartlomé destaca que en empresas constructoras solo se puede poner en marcha en las áreas de planificación y diseño. La implementación de Scrum se podría hacer con todos sus eventos y artefactos, sin ser necesaria ninguna adaptación del método.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

### PRIMERA CONCLUSIÓN

Las principales metodologías ágiles, XP, Scrum y Crystal; poseen roles, métodos propios de trabajo, y valores para el desarrollo de proyectos. Queda a decisión de la empresa, elegir el tipo de metodología ágil a usar en su organización.

### SEGUNDA CONCLUSIÓN

No existe una metodología perfecta ni de carácter universal. Las metodologías deben ser adaptadas al contexto del proyecto. Las metodologías ágiles son más fáciles de implementar, y más sencillas de aprender; pero son adecuadas a empresas pequeñas con requisitos cambiantes. Las metodologías tradicionales por otro lado, requieren de una gran inversión y presentan una rigidez al cambio, pero son adecuadas a empresas en las que desde un inicio hay una convicción de que no habrá cambios durante el proceso.

Sin embargo, hay una tendencia hacia la agilidad por parte de las empresas. Por tal motivo han surgido los modelos tradicionales híbridos que incluyen las características “iterativa” e “incremental” de las metodologías ágiles. Esto significa que ahora el debate no está entre el uso de las metodologías tradicionales como tal o de las metodologías ágiles; sino más bien entre el uso de las metodologías tradicionales híbridas o de las metodologías ágiles.

### TERCERA CONCLUSIÓN

Consideramos que la metodología Scrum es más fácil de implementar por que presenta requisitos más simples. Las empresas de hoy buscan en las metodologías ágiles un framework que les permita simplificar la ejecución de sus procesos.

Scrum también es una metodología más reciente que XP y Crystal, y ha tenido una tendencia creciente de uso por parte de las empresas de desarrollo de software.

Por otro lado, en los motores de búsqueda es posible encontrar artículos de la aplicación de Scrum en otras industrias. Por lo tanto, Scrum parece ser más adaptable que las otras metodologías mencionadas en este trabajo. XP y Crystal se centran más en las empresas de desarrollo de software; mientras que Scrum puede aplicarse en todas aquellas empresas de manufactura y/o construcción en las que el desarrollo de sus productos requiere de un constante contacto con el cliente.

### CONCLUSIÓN GENERAL

Es posible el uso de la metodología ágil Scrum en la industria de la construcción, de manufactura y de desarrollo de software. Estas metodologías fueron desarrolladas principalmente para la creación de productos de software, pero podrían aplicarse en la industria de la construcción en las áreas de diseño y planificación, y en la industria manufacturera acompañada de la herramienta Kanban.

## RECOMENDACIONES

A pesar de que se han desarrollado varios trabajos de grado respecto a la implementación de la metodología Scrum en la industria de la construcción y de manufactura, no hay muchos trabajos de ese tipo en artículos de investigación científica. Por lo tanto, este tema puede ser desarrollado por más investigadores interesados en el tema, puesto que sabemos que la metodología Scrum es ampliamente conocida y que ha sido implementada a nivel global, por lo que documentar estos proyectos sería un gran aporte al conocimiento.

## 9. Referencias Bibliográficas

- Alaimo, D. (2013). *Proyectos Ágiles con Scrum: Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos*. (1ª). Buenos Aires: Kleer- Agile Coaching & training.
- Alfonso, P., Godoy, M., & Mariño, S. (2011). Propuesta metodológica para la gestión de proyecto de software ágil basado en la Web. *Multiciencias*, 11(4), 395–401. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90421972009>
- Bartlomé, O., García de Soto, B., Klippel, M., Miserini, N., & Streule, T. (2016). Implementation of Scrum in the Construction Industry. *Procedia Engineering*, 164, 269–276. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.619>
- Bellota, C. A., & Valverde, C. (2013). *Análisis y mejora del proceso de compra de materiales, insumos y servicios del área de logística en una empresa industrial*. Repositorio Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Canós, J., Letelier, P., & Penadés, M. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. *DSIC-Universidad Politécnica de Valencia*, 5(26), 1–8. Retrieved from <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>
- Cervantes, J., & Gómez, M. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, (52), 3.
- Delgado, E. (2008). Metodologías de desarrollo de software. ¿Cuál es el camino? *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2(3), 1–7. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193915935003>
- Field, R., Rico, D., & Sayani, H. (2008). History of Computers, Electronic Commerce and Agile Methods. In *Advances in Computers* (Vol. 73). [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)00401-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)00401-4)
- Fuertes, Y., & Sepúlveda, J. (2016). Scrum, Kanban y Canvas en el sector comercial, industrial y educativo - Una revisión de la literatura. *Revista Antioqueña de Las Ciencias Computacionales y La Ingeniería de Software*, 6(1), 46–50. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=117348344&lang=pt-br&site=ehost-live>
- García, M. (2015). *Estudio comparativo entre las metodologías ágiles y las metodologías*

- tradicionales para la gestión de proyectos software* (Universidad de Oviedo). Retrieved from <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/32457/6/TFMMIJGarciaRodriguezRUO.pdf>
- Gómez, O., Pardo, C., & Yepes, J. (2015). Revisión sistemática acerca de la implementación de metodologías ágiles y otros modelos en micro , pequeñas y medianas empresas de software. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(5), 464–479. Retrieved from <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/454>
- Gustavsson, T. (2016). Benefits of Agile Project Management in a Non-Software Development Context: A Literature Review. *International Scientific Conference on Project Management in the Baltic Countries*, 114–124. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kau:diva-70311>
- Gutiérrez, F., Ramos, J., & Sáenz, B. (2017). Conformación de Equipos Ágiles Para el Desarrollo de Software: Revisión de la literatura. *Dimensión Empresarial*, 16(2), 39–54. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i1+E1.1042>
- Herrera, E., & Valencia, L. (2007). Del manifiesto ágil sus valores y principios. *Scientia Et Technica*, 13(34), 381–386. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/849/84934064/%0Ahttp://www.redalyc.org/resumen.oa?id=84934064%5Cnhttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934064%0Ahttp://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934064>
- Kniberg, H., & Skarin, M. (2010). *Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos*. Retrieved from [http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum\\_Castellano\\_FINAL-printed.pdf](http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum_Castellano_FINAL-printed.pdf)
- Leikvam, G., Olsson, N. O. E., & Østbø, A. (2015). On the need for iterative real estate project models – Applying agile methods in real estate developments. *Procedia Economics and Finance*, 21, 524–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00208-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00208-7)
- López, A. (2018). *Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles para proyectos de Desarrollo de Software*. Universidad de Valladolid.
- López, R. (2015). *Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software Aplicadas a la Gestión*

- de Proyectos Empresariales. *Revista Tecnológica*, 8, 6–11.
- Navarro, A., Fernández, J., Morales, J., & Vélez, M. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30–39.
- Nowotarski, P., & Paslawski, J. (2015). Barriers in running construction SME - Case study on introduction of agile methodology to electrical subcontractor. *Procedia Engineering*, 122, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.006>
- Orjuela, A., & Rojas, M. (2008). Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería del Software Educativo. *Revista Avances En Sistemas e Informática*, 5(2), 159–171. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133115027022>
- Padilla, L. (2017). Lean Manufacturing - Manufactura Esbelta Ágil. *Revista Ingeniería Primero*, 15, 64–69.
- Polk, R. (2011). Agile & Kanban In Coordination. *2011 Agile Conference*, 263–268. <https://doi.org/10.1109/AGILE.2011.10>
- Vázquez, D., & Avella, L. (2005). ¿Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción? *Universia Business Review*, (6), 94–107.

## 10. Cronograma

Actividad	Estatus	Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Selección del tema	Realizado																
Aprobación del tema por la escuela	Realizado																
Búsqueda de información preliminar	Realizado																
1º Lectura y análisis de información encontrada (14 fichas de lecturas)	Realizado																
Integrar información pertinente	Realizado																
Realización de esquema general a partir de instructivo de tesina	Realizado																
Selección y clasificación de datos de fuentes confiables 2º Lectura y análisis de información (20 fichas de lectura)	Realizado																
Revisión de avances y levantamiento de observaciones por parte del asesor	Realizado																
Examinar Marco Teorico	Realizado																
Revisión del avance de trabajo	Realizado																
Levantar observaciones y determinar documento para presentación final	Realizado																