

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS PARA LA  
AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS CON METODOLOGÍA BPM VS.  
METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

**PILCO PALACIOS ANGIE NICOLE**

**Trabajo previo a la obtención del Título de Ingeniera en Sistemas de Información**

**Quito, Julio 2022**

## **Agradecimientos**

Agradezco de todo corazón a Dios por guiarme y cuidarme durante el largo camino de mi carrera Universitaria, por no haberme soltado en los momentos difíciles, y por darme la fuerza y valentía suficiente que a veces necesité para no rendirme y seguir luchando por dar lo mejor de mí en mis estudios. Gracias mi Dios por ser mi guía durante el proceso de realizar mi trabajo de titulación y así culminar con éxito una maravillosa etapa de mi vida, la Universidad.

Con mucho amor agradezco a mi familia. A mis padres y hermana: Fernando, Patty y Romina, por ser mi soporte y apoyo siempre, por los consejos que supieron darme con amor y a la vez con firmeza para no bajar la cabeza cuando las cosas se ponían complicadas en mis estudios, y por los valores que me han inculcado, lo que me ha llevado por un buen camino en mi etapa Universitaria, para convertirme en la mujer que soy hoy. A familiares y amigos que siempre se preocuparon y estuvieron pendientes de mi progreso en mi carrera.

A mi querida maestra, la Ing. Beatriz Campos, quien me guio y apoyó en el proceso de realizar este trabajo de titulación. Gracias a sus enseñanzas, sabiduría, profesionalismo y dedicación, he logrado culminar mi tesis y a la vez he aprendido y enriquecido de conocimientos que me ayudarán en toda mi vida laboral. También a todos mis profesores y las valiosas enseñanzas que me dejaron para convertirme en una excelente profesional.

Y a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que ha sido mi segunda casa e institución en donde poco a poco me he venido formando para llegar a ser una profesional.

Angie

## **Dedicatoria**

Este trabajo de titulación está dedicado a mi familia, mis padres y hermana, quienes son mi más grande tesoro e inspiración en todo lo que hago, son mi fortaleza y ganas de seguir luchando por los caminos de la vida para cumplir mis sueños. A ellos les dedico este logro, por hacer tanto por mi día a día.

Angie

## Resumen

En el presente trabajo de titulación se realiza un análisis comparativo entre metodologías BPM, metodologías de desarrollo tradicional y ágiles de software, que se evalúan mediante una matriz, seleccionando las que cumplen y no cumplen con las características descritas; al obtener los resultados de la comparativa, se determinan las metodologías que cumplen con todos o con la mayoría de características y se explica en qué casos y cuando es adecuado y más conveniente implementarlas. Previo al análisis comparativo se explica en que consiste cada metodología según su clasificación (BPM, tradicionales y ágiles), sus ventajas y desventajas, su ciclo de desarrollo, sus funciones, entre otros aspectos relevantes; a partir de esto se establecen los parámetros con los que se calificarán a las metodologías en una escala entre 0 y 1 o a su vez 0% o 100%, para proceder su respectiva evaluación mediante un análisis cuantitativo. Con los resultados de esta tesis se genera una guía práctica en donde se explica en qué casos es conveniente que las empresas usen cada una de las metodologías.

## **Abstract**

In this degree work, a comparative analysis is carried out between BPM methodologies, traditional and agile software development methodologies, which are evaluated through a matrix, selecting those that meet and do not meet the described characteristics; When obtaining the results of the comparison, the methodologies that meet all or most of the characteristics are determined and it is explained in what cases and when it is appropriate and more convenient to implement them. Prior to the comparative analysis, it is explained what each methodology consists of according to its classification (BPM, traditional and agile), its advantages and disadvantages, its development cycle, its functions, among other relevant aspects; From this, the parameters are established with which the methodologies will be qualified on a scale between 0 and 1 or in turn 0% or 100%, to proceed with their respective evaluation through a quantitative analysis. With the results of this thesis, a practical guide is generated where it is explained in which cases it is convenient for companies to use each of the methodologies.

## Tabla de Contenido

Agradecimientos.....	2
Dedicatoria.....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Capítulo I: Fundamentos.....	12
1.1 Justificación.....	12
1.2 Planteamiento del Problema.....	13
1.3 Objetivos .....	14
1.3.1 Objetivo general .....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Alcance.....	15
1.5 Metodología .....	15
1.6 Resumen .....	16
Capítulo II: Fundamentación Teórica .....	18
2.1 Características de BPM.....	18
2.1.1 Ventajas y Desventajas .....	19
2.1.2 Metodologías.....	20
2.1.2.1 Six Sigma.....	20

2.1.2.2 Lean.....	24
2.1.2.2.1 Actividades de los Individuos por Flujos de Valor.....	28
2.1.2.3 TOC.....	28
2.1.2.3.1 Simplicidad Inherente.....	29
2.1.2.3.2 Cada Conflicto Puede ser Removido.....	30
2.1.2.3.3 La Gente es Buena.....	31
2.1.2.3.4 Nunca Digas ya lo sé.....	31
2.1.3 Herramientas.....	34
2.1.3.1 Bonita.....	34
2.1.3.1.1 Funcionalidades.....	34
2.1.3.2 Bizagi Modeler.....	35
2.1.3.2.1 Funcionalidades.....	35
2.1.3.3 Flokzu BPM.....	35
2.1.3.3.1 Funcionalidades.....	36
2.2 Metodologías de Desarrollo de Software.....	36
2.2.1 Metodologías Tradicionales.....	36
2.2.1.1 Ventajas y Desventajas.....	37
2.2.1.2 Modelo de Cascada.....	37
2.2.1.3 Modelo Incremental.....	40

2.2.1.4 Modelo Espiral.....	42
2.2.2 Metodologías Ágiles .....	44
2.2.2.1 Ventajas y Desventajas. ....	45
2.2.2.2 SCRUM.....	45
2.2.2.2.1 El Equipo. ....	46
2.2.2.2.2 Pilares de Scrum. ....	46
2.2.2.2.3 Eventos.....	47
2.2.2.3 eXtreme Programming.....	49
2.2.2.3.1 Entregas constantes.....	49
2.2.2.3.2 Ritmo duradero. ....	49
2.2.2.3.3 Cliente involucrado.....	50
2.2.2.3.4 Diseño sencillo.....	50
2.2.2.3.5 Uso de pruebas.....	50
2.2.2.4 Kanban. ....	52
Capítulo III: Análisis Comparativo.....	57
3.1 Parámetros a valorar .....	57
3.1.1 Funcionalidad.....	57
3.1.2 Integralidad .....	57
3.1.3 Eficiencia .....	57
3.1.4 Adaptabilidad.....	57

3.1.5 Curva de aprendizaje.....	57
3.1.6 Compatibilidad.....	58
3.1.7 Involucramiento con el cliente (relación con el cliente).....	58
3.1.8 Facilidad de uso o amigabilidad .....	58
3.1.9 Flexibilidad .....	58
3.1.10 Colaboración.....	58
3.2 Resultados.....	63
3.2.1 Metodologías BPM .....	64
3.2.2 Metodologías Tradicionales.....	65
3.2.3 Metodologías Ágiles .....	66
3.3 Guía Práctica.....	67
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	71
4.1 Conclusiones.....	71
4.2 Recomendaciones .....	72
Referencias.....	74
5.1 Anexo 1 .....	79
5.1.1 Glosario de Términos.....	79

## Índice de Figuras

Figura 1 – <i>Representación Gráfica del Proceso de Variación de Six Sigma</i> .....	22
Figura 2 – <i>Simplicidad Inherente</i> .....	30
Figura 3 – <i>Cada conflicto puede ser removido</i> .....	30
Figura 4 – <i>La gente es buena</i> .....	31
Figura 5 – <i>Nunca digas ya lo sé</i> .....	32
Figura 6 – <i>Modelo de Cascada</i> .....	38
Figura 7 – <i>Esquema del modelo incremental</i> .....	41
Figura 8 – <i>Modelo en espiral</i> .....	43
Figura 9 – <i>Modelo de Scrum</i> .....	47
Figura 10 – <i>Ciclo de vida XP</i> .....	51
Figura 11 – <i>Valores de Kanban</i> .....	53
Figura 12 – <i>Fases de Kanban</i> .....	55
Figura 13 – <i>Escala de los parámetros</i> .....	64
Figura 14 – <i>Resultado de comparativa entre metodologías BPM</i> .....	65
Figura 15 – <i>Resultado de comparativa entre metodologías tradicionales</i> .....	66
Figura 16 – <i>Resultado de comparativa entre metodologías ágiles</i> .....	67

## Índice de Tablas

Tabla 1 - <i>Entregables de las fases de Six Sigma</i> .....	23
Tabla 2 - <i>Entregables de las fases de Lean</i> .....	27
Tabla 3 - <i>Entregables de las fases de TOC</i> .....	33
Tabla 4 - <i>Entregables del modelo en Cascada</i> .....	38
Tabla 5 - <i>Entregables del modelo incremental</i> .....	42
Tabla 6 - <i>Entregables del modelo en Espiral</i> .....	44
Tabla 7 - <i>Entregables de SCRUM</i> .....	48
Tabla 8 – <i>Entregables del modelo XP</i> .....	52
Tabla 9 - <i>Entregables de las fases de Kanban</i> .....	56
Tabla 10 - <i>Comparativa entre metodologías</i> .....	59

## Capítulo I: Fundamentos

### 1.1 Justificación

Hoy en día resulta una tarea más sencilla hacer uso de las tecnologías de la información y sistemas de información para ejecutar actividades en donde se reemplace el esfuerzo manual, situación que ha llevado a empresas e instituciones a automatizar sus procesos, fomentando el mejoramiento continuo, el crecimiento de la eficiencia y una mejor organización de las operaciones, creando ventajas externas e internas a la empresa, como una mayor productividad, reducción de costos, más ingresos y una mejor atención al cliente, también evita tareas redundantes, entre otras.

Actualmente las empresas utilizan metodologías y herramientas para automatizar sus procesos, en el mercado existen diversas metodologías y herramientas, entre ellas están las tradicionales y ágiles que bien pueden ser las de desarrollo de software y otras modernas como BPM<sup>1</sup>.

En el caso de BPM que es usada a nivel mundial, todavía existen algunas empresas que no tienen conocimiento de cómo utilizarla y prefieren continuar con las metodologías tradicionales para la automatización de un proceso, o a su vez prefieren contratar a alguien externo que desarrolle el proceso.

El querer insertar una gestión por procesos puede ser una tarea compleja, así como tener un cierto grado de dificultad. Por esto mismo es que las organizaciones han mantenido una estructura funcional, adicionalmente a eso está su exitoso reconocimiento a nivel mundial;

---

<sup>1</sup> BPM son las siglas de Business Process Management que significa Gestión de Procesos de Negocio.

estas son razones que hacen peso para no optar por el traslado a una implementación de gestión por procesos. (Medina León et al. 2019)

Por esto se identificó la necesidad de que la metodología BPM junto con sus herramientas está presente pero algunas empresas no saben cuál sería el momento adecuado para implementarla, por eso, se necesita saber con certeza en qué casos decidir usar una metodología tradicional y cuando la metodología moderna. Los resultados obtenidos de este análisis comparativo serán en base a un estudio de casos verídicos y material bibliográfico en donde se han usado ambas metodologías, con la finalidad de entregar una guía técnica que ayude en la selección de una metodología BPM o tradicional a la hora de automatizar un proceso.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Para un mejor funcionamiento de los procesos del negocio y para una automatización eficiente de estos, en las empresas se suele implementar la gestión de procesos o la gestión por procesos dependiendo de las necesidades de las entidades.

A pesar de que las instituciones están automatizando constantemente sus procesos, todavía existen algunas empresas que no saben cuándo pasar de una transición de una gestión de procesos a una gestión por procesos.

Según UMNG (2019, como se citó en Castillo Pineda, 2019) la gestión de procesos es la implementación del ciclo de Deming (PHVA) y consta de los conceptos de planificar, hacer, verificar y actuar, poniendo énfasis en la mejora continua y en la resolución de problemas, este ciclo se establece en los procesos de la organización.

Por otro lado, la gestión por procesos se centra en los procesos de todas las áreas de la empresa, por eso lleva consigo la gestión de procesos ya que pretende impartir una visión de la

institución a través de sus procesos que tiene como inicio y destino el cliente que vienen a ser los requerimientos y su satisfacción.

Dicho lo anterior, el comparar la metodología BPM que implica una gestión por procesos y las metodologías de desarrollo tradicional y ágil de software que implica la gestión de procesos sería relevante para finalmente generar una guía técnica en donde se indique en qué casos es mejor usar cada metodología.

En función de esta problemática se plantea la siguiente pregunta principal de investigación:

- ¿En qué se diferencian la metodología BPM y las metodologías de desarrollo tradicional y ágiles de software para la automatización de procesos?

Y las siguientes preguntas secundarias:

- ¿Cuáles son las herramientas existentes para implementar una metodología BPM?
- ¿En qué casos hay que implementar una metodología moderna y que casos una metodología tradicional o ágil?
- ¿Cómo ayudará una guía práctica en la selección de una metodología para la automatización de procesos?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Realizar un análisis comparativo entre metodologías para la automatización de procesos, con metodología BPM vs. metodología tradicional de desarrollo de software, generando una guía práctica para la selección de la metodología que ayude a decidir en qué casos usar BPM u otra metodología.

### **1.3.2 *Objetivos específicos***

- Analizar las principales metodologías tradicionales de desarrollo de software.
- Analizar las principales metodologías y herramientas BPM.
- Contrastar metodologías tradicionales y ágiles de desarrollo de software y metodologías BPM.
- Generar una guía técnica que ayude en la selección de la metodología adecuada para la automatización de procesos.

## **1.4 Alcance**

Con el presente estudio comparativo para el trabajo de titulación, se propone la entrega de una guía técnica que sirva de orientación para la selección de una metodología para la gestión y automatización de procesos que indique en qué casos seleccionar BPM y en qué casos de desarrollo de software seleccionar la metodología tradicional o ágil.

Previo a la elaboración de la guía se realizará un análisis comparativo de la automatización de procesos con BPM versus las metodologías de desarrollo tradicional y ágil; adicional a eso se describirá en que consiste cada metodología, en el caso de BPM se explicará también las herramientas existentes, luego con las otras metodologías se analizará el ciclo de desarrollo de software para la automatización de un proceso.

## **1.5 Metodología**

Para realizar el presente trabajo de titulación, se utilizará la metodología básica – aplicada que son tipos de investigación. Con respecto a la metodología de investigación básica se la aplicará ya que con esta ya se cuenta con parte de un marco teórico, por otra parte, se pondrá en práctica la investigación aplicada. Entonces, con la metodología básica se usará el marco teórico y con la

metodología aplicada se obtendrán resultados de la práctica que en este caso sería la guía técnica que se generará.

Con la combinación de estas dos metodologías se podría decir que se llevará a cabo una metodología de investigación mixta(teórico-práctico) en donde se usarán medios de recolección de información documental y experimental.

De esta forma, se iniciará con una investigación sobre lo que es BPM, sus herramientas existentes y metodologías, así como después se analizará el ciclo de desarrollo tradicional de software para la automatización de procesos y algunas de sus metodologías.

Así se podrá ir documentando mediante revisiones de material bibliográfico y aportes que ha realizado la comunidad sobre este tema para posteriormente llevar a cabo el análisis comparativo entre metodologías, y finalmente en base al análisis comparativo se elaborará una guía práctica para la selección de la metodología que ayude a decidir en qué casos usar BPM o una de desarrollo de software.

## **1.6 Resumen**

La automatización de procesos dentro de las organizaciones es una práctica que cada vez se hace más importante. Por eso es que, para conseguir una automatización eficaz y eficiente de sus procesos, muchas empresas optan por el uso de metodologías que ayuden en esta gestión, entre ellas están las metodologías BPM y las de desarrollo tradicional y ágil de software. A través de un análisis comparativo en base a parámetros, se compara, se determina y se describe cuando y porque es más conveniente usar una metodología BPM u otra, dependiendo también del tipo de proceso que se quiera automatizar.

El elegir que metodología usar no siempre ha sido una tarea fácil para algunas empresas e instituciones, ha existido confusión pensando que no importa que metodología usar para automatizar un proceso, al final, supuestamente el resultado sería el mismo cuando no es así.

Por eso es que el presente trabajo de titulación tiene como objetivo el desarrollo de una guía práctica que se genera en base al análisis comparativo previo, para que ayude en la selección de una metodología para la automatización de procesos, ayudando a decidir en qué casos usar BPM, una metodología de desarrollo tradicional o una metodología de desarrollo ágil de software.

## Capítulo II: Fundamentación Teórica

Adentrándose en el tema, es necesario comprender varios conceptos fundamentales sobre lo que son y lo que abarcan las metodologías BPM y las metodologías de desarrollo de software tanto tradicionales como ágiles, para después realizar el análisis comparativo entre estas.

### 2.1 Características de BPM

La gestión por procesos de negocio o en inglés Business Process Management es un conjunto de disciplinas y métodos empresariales que se implementan para mejorar el rendimiento de la empresa, junto con una gestión holística de los servicios y reglas para poder diseñar, automatizar, analizar, y controlar los procesos de negocio operacionales de forma continua. (Club BPM, 2011)

BPM genera una colaboración entre el personal de tecnología y del negocio, así como también mezcla métodos de gobernanza y procesos junto con las tecnologías de la información, con el fin de incrementar la efectividad, transparencia y persistencia de los procesos.

Al combinar personal interno y externo a la empresa, con sistemas, relaciones y funciones, se crea una mejora rápida del rendimiento de la organización; solo basta abarcar métodos probados de la gestión de procesos, más la implementación de nuevas herramientas de software, para visualizar los cambios en todas las áreas del negocio, desde la alta dirección hasta los niveles operacionales. Esto les permitirá a gerentes y directivos de cada área mejorar sus destrezas y habilidades, medir y controlar mejor los procesos operacionales, y alinear y cumplir los objetivos y fines de la empresa. (Garimella et al. 2008)

Hitpass (2017) dice que lo que hace BPM (gestión por procesos) es integrar una gestión de procesos para lograr la alineación con la estrategia y objetivos del negocio, esto implica también

la alineación de las capas de la institución con los procesos de planificación los cuales deben seguir la estrategia de la organización. Solo así la empresa consigue tener más control con respecto al desempeño de sus procesos para alcanzar un grado mayor de satisfacción del cliente.

### ***2.1.1 Ventajas y Desventajas***

Hitpass (2017) comenta que de entre los beneficios o ventajas que proporciona BPM a las organizaciones, están los siguientes:

- Crea un todo integrado de disciplinas, métodos y técnicas para una gestión de procesos.
- Fomenta que las tecnologías de la información contribuyan a la unificación de los procesos manuales con los que van a ser automatizados.
- Mejora el rendimiento y la eficacia de los servicios que generan valor para la empresa.
- Organiza a las personas o empleados de la institución para que sepan reconocer que sus actividades a ejecutar van de la mano con el logro de los objetivos de la empresa.

Por otra parte, Gestión Calidad Consulting (2016) menciona algunas desventajas que puede conllevar la implementación de BPM en las organizaciones. Estas son:

- Resistencia al cambio por parte del personal.
- Resistencia al cambio de los valores culturales de la empresa.
- Si la metodología no se aplica correctamente, no se reflejará ningún beneficio.
- Falta de compromiso del personal al acoger nuevos cambios y nuevas prácticas.

Para evitar que ocurran este tipo de incidencias en las empresas, se debe implantar una forma de pensar y actitud dispuesta a los cambios, no solo en el personal, sino también en la alta dirección porque son quienes gestionan la institución.

### **2.1.2 Metodologías**

Como ya se mencionó antes, la metodología BPM fomenta la mejora continua de los procesos del negocio, lo que conlleva una gestión de cambios en el personal de cada área, así como el los directivos que, gracias a la integración de técnicas y prácticas de análisis junto con un software adecuado, esta metodología consigue implantar en la empresa una gestión por procesos más eficaz y eficiente que permite llegar a los más altos niveles de excelencia empresarial.

Es por eso que existen técnicas o a su vez metodologías de mejora continua que implican la gestión por procesos de negocio de forma completa. A continuación, se detallan algunas de estas.

#### **2.1.2.1 Six Sigma.**

Esta metodología surgió y fue creada en los años 80 por la compañía Motorola con el fin de minimizar los errores durante los procesos de producción de una empresa manufacturera. La idea era aumentar la calidad de los productos de dicha empresa.

Six Sigma<sup>2</sup> o también conocida como 6 Sigma tiene como objetivo corregir los errores o defectos en los procesos, así como encontrar soluciones en donde se encuentre el problema con el fin de reducir costes.

La fuente de esta técnica de mejora continua son los datos de la empresa, con estos se hacen varios análisis estadísticos para poder calcular el nivel de calidad operacional de la organización. El nivel de calidad que proporciona esta metodología es de 3,4 errores por millón de eventos u oportunidades. (Oliveira, 2017)

---

<sup>2</sup> Six Sigma o Seis Sigma ( $6\sigma$ ) es una metodología para gestión de procesos, Sigma significa desviación típica, lo que indica la variabilidad de un proceso.

Es así que, Hitpass (2017) afirma que para poder obtener 3,4 defectos por millón de oportunidades, esta metodología lo que hace es clasificar la eficiencia de un proceso en base a su nivel de sigma:

- 1sigma = 69% tasa de error (31% de eficiencia)
- 2sigma = 30,8% tasa de error (69,2% de eficiencia)
- 3sigma = 6,7% tasa de error (93,3% de eficiencia)
- 4sigma = 0,62% tasa de error (99,38% de eficiencia)
- 5sigma = 0,02% tasa de error (99,98% de eficiencia)
- 6sigma = 0,00003% tasa de error (99,9997% de eficiencia)

Al obtener servicios y productos con una mínima de errores, es decir, de 99,9997%, se cumplirá con la meta de 6 Sigma, llegando a alcanzar la máxima calidad de estos.

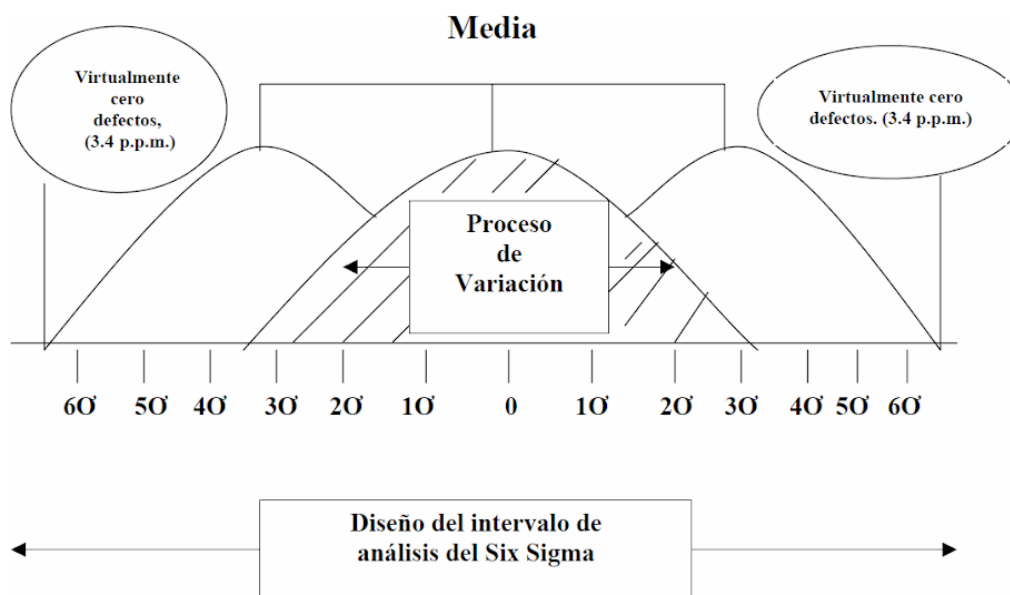
Para calcular los defectos por millón de oportunidades, se utiliza la siguiente fórmula:  
$$DPMO = (1.000.000 \times \text{Número de defectos} / \text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades})$$

Así, su sistema de medición viene a ser la unidad (error por millón de oportunidades) y la variación que se representa con la letra S, siendo Sigma una letra del alfabeto griego.

A través del cálculo con la fórmula, si se obtiene un resultado de 99,9997% se logrará llegar a una curva de producción que se asemeja a la excelencia o a la perfección.

Como se observa en la Figura 1, se representa el diseño de Six Sigma en cuanto a su intervalo, con el proceso de variación en el centro, y con error o defecto a los extremos.

**Figura 1 - Representación Gráfica del Proceso de Variación de Six Sigma**



*Nota.* El gráfico muestra que el proceso de variación está situado en el lugar de la media, en donde el proceso cambia en pequeña escala. Reproducida de Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma [Fotografía], Diaz, 2010, ([www.emprendices.co](http://www.emprendices.co)). CC BY 2.0

Para aplicar 6 Sigma se debe realizar un proceso de cinco fases, estas son DMAIC (Define – Measure – Analyze – Improve - Control), definidos como:

1. Definir el problema: se identifica y evalúa la mejora de los proyectos; es importante la capacitación al equipo de trabajo, para que se enfoquen en mejorar aquellos proyectos que se visualizan a generar mayor satisfacción al usuario.
2. Medir el problema: se identifica requerimientos, parámetros y variables que se involucran directamente con el proceso, así se logrará medir la capacidad del mismo, a través de un sistema de medida previamente definido.

3. Analizar el problema: se analizan y determinan las variables que repercuten sobre el proceso, y los datos de salida junto con la hipótesis planteada, son estudiados a través de relaciones causa-efecto para identificar los limitantes del proceso. En esta fase, son las técnicas estadísticas las que ayudan a ejecutar las actividades.
4. Actuar sobre las causas: se mejora el funcionamiento del proceso mediante su optimización, y en función de la relación causa-efecto. Con esto se establece un rango de los indicadores del proceso.
5. Controlar el proceso: se plasma el mantenimiento y control que se llevará a cabo para preservar los resultados obtenidos de Six Sigma sobre el proyecto; se verifica también con documentación que se haya cumplido con los objetivos planteados, solo así se dará por concluida la misión.

Escobedo & Socconini (2021) mencionan cuales son los entregables que se deben facilitar al final de cada fase, como se muestra en la Tabla 1:

**Tabla 1 - Entregables de las fases de Six Sigma**

Fases	Entregables
Definir	Carta del proyecto Proyecto aprobado
Medir	Mediciones iniciales del proceso Línea base Status del proyecto actualizado
Analizar	Causa y efecto de fallas Variables críticas del proyecto

	Status del proyecto actualizado
Actuar	Fallas ajustadas Cambios del proceso actualizados Status del proyecto actualizado
Controlar	Documentación de lecciones aprendidas Proyecto finalizado

*Nota.* En la tabla se describen los principales entregables de cada una de las fases de la metodología Six Sigma. Pilco, 2022.

Una vez aplicado el proceso de las fases, los resultados que se generan engloban la maximización de la calidad del producto o servicio y la reducción de defectos que por consecuencia repercute también en el ahorro de costos de los procesos. (GestioPolis.com, 2020)

#### **2.1.2.2 Lean.**

Esta metodología de mejora continua surgió en los años 50 y fue implementada por Toyota.

Se enfoca en la eficiencia de los procesos, principalmente en aquellos de prestación del servicio y de fabricación, trazando una mejora continua en estos, eliminando lo que no tenga valor en los procesos de la empresa, de esta manera se compacta una forma de trabajo que usa el mínimo de recursos disponibles y aumenta la eficiencia.

Este método toma muy en cuenta todo aquel activo que es desperdiciado o que se haga un uso excesivo de ellos más de lo que se necesita, por lo que identifica esos

desperdicios y los suprime de inmediato para equiparar la capacidad con la demanda. Takt Time es un tipo de cálculo que ayuda a medir la aproximación a la mejora de los procesos, entre el tiempo medio entre el inicio de producción de unidad y el inicio de producción de la siguiente unidad. (Robledo, 2017)

Locher (2017) asegura que al igual que Six Sigma, la metodología Lean<sup>3</sup> continúa con la idea de elevar el valor que se entrega a los clientes, pero para que eso suceda es necesario que todos los procesos de todas las áreas del negocio estén involucrados para llegar a formar un modelo de negocio y que este se convierta en la nueva forma de dirigir el negocio.

Todo el personal, como directivos y recursos humanos tienen que estar involucrados, así como también los usuarios o clientes desde el instante que se relacionan con la empresa, desde el análisis de sus requerimientos para identificar sus necesidades, hasta el momento en el que se le entrega los productos y servicios. Para que esto funcione el personal debe poner de parte y no desanimarse al seguir este modelo, de lo contrario solo se conseguirá el fracaso. Si se sigue rigurosamente las prácticas de mejora continua de Lean, se podrán visibilizar los cambios y mejoras en la empresa a largo plazo, aproximadamente de cinco a diez años.

De entre los aspectos primordiales que esta técnica toma en consideración, es que la estrategia y los objetivos de la empresa estén alineados desde un inicio, determinando también los

---

<sup>3</sup> Lean es el diminutivo de Lean Manufacturing, una metodología cuyo significado es producción sin desperdicios o producción limpia.

procesos que tienen que ser rediseñados; a partir de esto, se implementan los cuatro pasos de la metodología Lean, que son:

1. Estabilizar
2. Estandarizar
3. Hacer visible
4. Mejora continua

En el primer paso se crean outputs que sean repetibles y predecibles; para eso se identifica respectivamente cuando se va a tratar con procesos de fábrica o procesos de oficinas y servicios porque ambos pueden tener outputs distintos. Con los procesos de servicios se pueden obtener outputs irregulares, mientras que con los de producción habrá seguridad de que los procesos funcionarán.

Al hablar del segundo paso, se estandarizarán todas las prácticas y estrategias necesarias a seguir por parte del personal de las áreas para que ejecuten adecuadamente las tareas y actividades del o los procesos; gracias a la estandarización se recortará el tiempo en el que se tarda el recurso humano en hacer sus actividades.

Luego se continúa con el tercer paso llamado “hacerlo visible”, el objetivo de esta fase es crear una comunicación visual con los procedimientos que rodean a la empresa, para que la forma y normas de trabajo sean visibles, y así el rendimiento también será perceptible.

Finalmente, en el cuarto paso se empieza con el mantenimiento de la mejora continua en torno a toda la empresa, depende del negocio la forma en la que se gestiona la mejora, pudiendo comenzar desde lo más pequeño hasta lo más grande, ya sea primero internamente para después

avanzar externamente. Gerentes y empleados estarían predispuestos para lograr que la eficiencia de la empresa mejore.

Como Locher (2017) lo vuelve a explicar en su obra, se comprende mejor los entregables de cada fase, a través de la Tabla 2:

**Tabla 2** - *Entregables de las fases de Lean*

Fases	Entregables
Estabilizar	Documentación de las necesidades de los clientes Documentación del proceso a seguir Listas de control Outputs repetibles
Estandarizar	Prácticas a seguir para el proceso para reducir o estandarizar el tiempo de trabajo
Hacer visible	Políticas y normas de trabajo
Mejora continua	Reelaboración de flujos de valor Documentación de las modificaciones en los departamentos de la empresa.

*Nota.* En la tabla se describen los entregables de cada una de las fases de la metodología Lean. Pilco, 2022.

### ***2.1.2.2.1 Actividades de los Individuos por Flujos de Valor.***

Las actividades relacionadas a los procesos que ejecutan los individuos son un pilar fundamental para el buen funcionamiento de la organización y como estas actividades son realizadas por los empleados, para la metodología Lean es necesario darle la debida importancia el fomentar una organización por flujos de valor que consta de tres alternativas:

- Establecer equipos interfuncionales por cada departamento en una misma ubicación basados en Flujo de Valor.
- Definir roles basados en Flujo de valor por cada departamento.
- Organizar las tareas de los individuos que apoyan múltiples Flujos de Valor.

Lean Lexicon (2008, como se citó en Locher, 2017) se refiere a flujo de valor como el conjunto de aquellas acciones que generan y no generan valor, y que son indispensables para las fases de implementación de un producto o servicio, iniciando con el lanzamiento hasta la entrega del mismo.

De estas tres alternativas se escogerá la que encapsule lo que se necesita para llevar a cabo el proceso global, esto dependerá del nivel de complejidad del proceso, de la cantidad de recurso humano inmerso y de la preparación y experiencia de estos para ejecutar las actividades precisas.

### **2.1.2.3 TOC.**

Esta metodología fue creada por Eliyahu M. Goldratt en 1970, un físico que escribió varias novelas entorno a esta técnica de mejora continua hasta el año 2011.

Conocida también como Teoría de las Limitaciones, incentiva la mejora continua para la capacidad de producción combatiendo los cuellos de botella o cualquier limitación que afecte los procesos de producción de la empresa (Robledo, 2017).

Otro autor ha afirmado lo siguiente:

A través de métodos de las ciencias exactas TOC<sup>4</sup> implementa la gestión de los sistemas de información en base a las instituciones y personas como sujetos directos de estos, para llegar a la meta del sistema, que, gracias a la unión de herramientas, técnicas y conocimientos, se logra encontrar las restricciones de los procesos y administrarlos de tal forma que se genere un equilibrio en todo el sistema.

Así, esta metodología logra identificar los problemas críticos de las organizaciones que recaen en mejorar la simplificación de la gestión de los sistemas encontrando soluciones para que las empresas lleguen a su meta mediante un proceso de mejora continua. (Álvarez, 2018)

Álvarez (2018) afirma que para que esta técnica de mejora continua cobre sentido, las empresas deben basarse en 4 pilares fundamentales en los que está fundamentada TOC, estos son:

#### ***2.1.2.3.1 Simplicidad Inherente.***

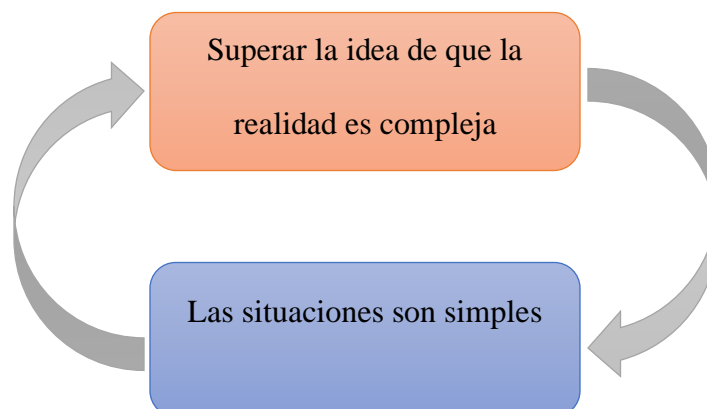
El creador de la metodología explica con ejemplos de la vida real cada pilar, por lo que al referirse al primero, comenta que se empieza por el surgimiento de los síntomas que son los sub problemas en la empresa, seguido de esto viene la enfermedad como tal, que es cuando se halla el problema principal que causa los demás sub problemas, hasta que se llega a entender que a este no se le debe temer y que es el cimiento para buscar soluciones.

Como se observa en la Figura 2, se representa gráficamente este proceso.

---

<sup>4</sup> TOC son las siglas de Theory of Constraints, en español La Teoría de las Restricciones.

**Figura 2 - Simplicidad Inherente**

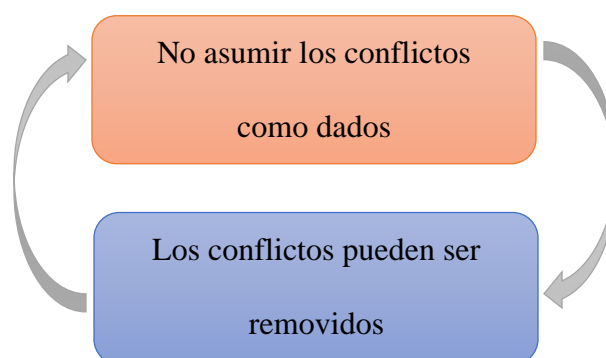


*Nota.* El gráfico representa el concepto básico de la simplicidad inherente. Pilco, 2022.

#### ***2.1.2.3.2 Cada Conflicto Puede ser Removido.***

En este pilar, lo primordial es hallar soluciones completas no a medias, además de erradicar cualquier problema que surja, así como se observa en la Figura 3.

**Figura 3 - Cada conflicto puede ser removido**



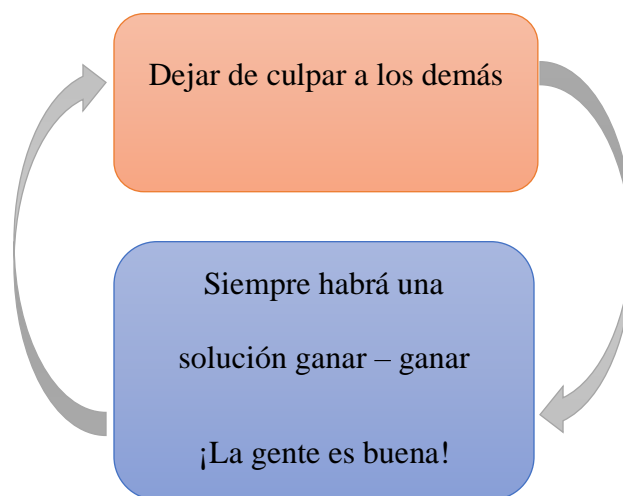
*Nota.* El gráfico representa el precepto del pilar "Cada conflicto puede ser removido". Pilco, 2022.

### 2.1.2.3.3 *La Gente es Buena.*

En este caso se considera que no es necesario echar la culpa a los demás por los problemas ocurridos, y que siempre habrá una solución para ello.

Se lo representa en la Figura 4.

**Figura 4** - *La gente es buena*



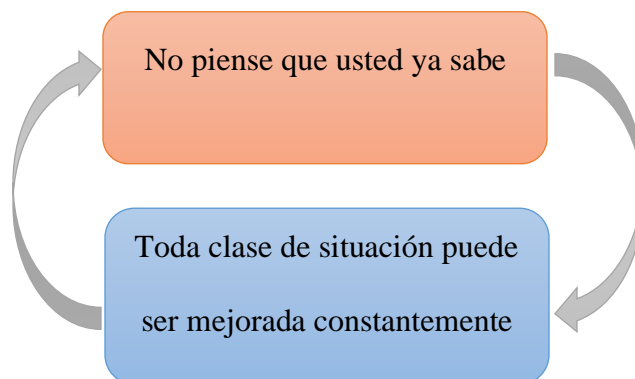
*Nota.* Se muestra el principio de, el evitar señalar con el dedo y echar la culpa a los demás. Pilco, 2022.

### 2.1.2.3.4 *Nunca Digas ya lo sé.*

Se finaliza con este principio, en donde el “saber” genera los cimientos del conocimiento, sin embargo, el aprendizaje es constante por lo que no se debe dar por sentado que ya se conoce todo.

Se presenta este concepto en la Figura 5.

**Figura 5** - *Nunca digas ya lo sé*



*Nota.* El gráfico representa el concepto básico de “Nunca digas ya lo sé”. Pilco, 2022.

Al seguir estos 4 principios, la organización empezará a generar un ambiente laboral distinto entre el recurso humano para iniciar con la eliminación de las restricciones en los procesos, y conseguir llegar a la meta idealizada; pero para cubrir por completo el esquema de la Teoría de las limitaciones, se debe implementar por último los cinco pasos de focalización que ayudarán a alcanzar la mejora continua.

Estos cinco pasos consisten en:

- Identificar
- Explotar
- Subordinar
- Elevar
- Volver al paso 1 en el caso de que sea necesario

El proceso consiste en primero identificar las restricciones de los procesos de la empresa que son los recursos que tienen la mayor carga, después se les debe sacar el mayor provecho posible a través de mejoras, y a partir del tercer proceso que es subordinar, se focaliza el lograr un

alto rendimiento en la empresa tomando en cuenta su situación actual, para pasar al cuarto paso a verificar si aún existen restricciones, finalmente en el quinto paso se establece un proceso ya definido de mejora continua y como este no termina nunca, se regresará al primer paso en el caso de ser necesario para establecer nuevas modificaciones.

Los entregables de estas fases se describen en la Tabla 3.

**Tabla 3** - *Entregables de las fases de TOC*

Fases	Entregables
Identificar	Lista de recursos internos con más carga Lista de cuellos de botella del sistema
Explotar	Mejoras en las restricciones Nuevas actividades en las restricciones
Subordinar	Establecimiento de las necesidades que tienen las restricciones
Elevar	Recursos distribuidos en el sistema Modificaciones en el modelo organizacional Inventario de productos modificado
Volver al paso 1 de ser necesario	No existe entregable en esta fase. Lo que se hace es que, si en caso de que la restricción se rompa, se volverá al paso 1.

*Nota.* En la tabla se explican los entregables que corresponden a cada una de las fases de la metodología TOC. Pilco, 2022.

### **2.1.3 Herramientas**

Para implementar las metodologías BPM se debe hacer uso de técnicas y herramientas que son aplicaciones que ayudan en la agilización, el modelamiento del diseño, gestión, mantenimiento y automatización de los procesos que operan el negocio.

Existen aplicaciones con licencia y gratuitas, entre las más utilizadas están:

#### **2.1.3.1 Bonita.**

Esta herramienta brinda las opciones de uso gratuito, así como con licencia.

Está posicionada de entre las mejores aplicaciones basada en la gestión de procesos de negocio. Permite el rápido diseño, creación y ejecución de los procesos que operan el negocio para después vincularlos con los diferentes sistemas de información que maneja la empresa, como: bases de datos, ERP, CRM, entre otros. (Bonitasoft, 2018)

##### **2.1.3.1.1 Funcionalidades.**

Con Bonita BPM se puede:

- Diseñar y modelar procesos.
- Realizar interfaces de usuario en donde se pueden visualizar fácilmente los procesos.
- Crear tareas y actividades para ejecutarlas y visualizar los procesos administrados.
- Conectarse con sistemas de información.
- Gestionar usuarios asignados por roles para cada proceso.
- Fomentar la colaboración del equipo de trabajo para gestionar los procesos.

A esta herramienta se la puede encontrar en servicios en la nube por licencia, así como también de manera gratuita para descargarla localmente.

### **2.1.3.2 Bizagi Modeler.**

Esta herramienta también funciona gratuitamente de forma individual, pero con funciones limitadas.

Así como con licencia para las empresas con una amplia variedad de beneficios y multifunciones. Garantiza la creación, análisis y reporte de los procesos del negocio para ir generando estrategias de mejora continua e incrementar la eficacia de la empresa.

(bizagi, s.f.)

#### **2.1.3.2.1 Funcionalidades.**

Con Bizagi Modeler, se puede:

- Diseñar diagramas de flujo de acuerdo a BPM.
- Identificar y suprimir los cuellos de botella de los procesos.
- Reconocer las oportunidades de mejora continua y las aprovecha.
- Integrar al personal para que participen en la realización de los diagramas de procesos.
- Agilizar la creación de procesos.
- Visualizar la simulación de cómo funcionarían las actividades y procesos.

### **2.1.3.3 Flokzu BPM.**

Esta aplicación brinda su acceso a uso desde un software en la nube que permite trabajar con cada proceso del negocio para proceder a su automatización.

De tal forma que permite el modelado de las actividades de los procesos y las distribuye al personal para que las ejecuten de forma ordenada. El resultado final será la obtención de los KPI o indicadores clave de desempeño con los que se estudiará el funcionamiento de los procesos para obtener informes y reportes de ello. (Flokzu, s.f.)

### ***2.1.3.3.1 Funcionalidades.***

La amplia gama de funcionalidades que brinda Flokzu BPM, son las siguientes:

- Integrar las actividades principales de la cadena de valor.
- Incrementar la eficacia y reducir desperdicios al automatizar los procesos.
- Diseño de procesos y ejecución de los mismos tal y como fueron modelados.
- Fomenta la colaboración entre el recurso humano con los procesos.
- Alta disponibilidad al acceder a la información guardada para trabajar asíncronamente.
- Adaptable a los cambios de los procesos.

## **2.2 Metodologías de Desarrollo de Software**

Después de analizar y conocer más a fondo las metodologías BPM, ahora se expondrán algunas de las metodologías de desarrollo de software más demandadas actualmente en las empresas, cuyo fin sigue siendo el de automatizar procesos apoyándose de los principios que dictan estas. Existen dos tipos, metodologías tradicionales y metodologías ágiles.

### ***2.2.1 Metodologías Tradicionales***

A este tipo de metodologías también se les conoce como modelos de proceso prescriptivo; fueron creados para tener una estructura establecida y un orden al momento de desarrollar software. Es a través de los años que se ha comprobado que estas metodologías han logrado brindar una distribución útil de tareas y un mapa eficaz para que los equipos de software se apoyen y puedan crear sistemas.

Al ser metodologías estructuradas no permiten regresar a la fase anterior, ni son adaptables al cambio, es decir son poco flexibles; por lo que las actividades del flujo de proceso durante el desarrollo del proyecto ya estarán definidas. (Pressman, 2010)

### **2.2.1.1 Ventajas y Desventajas.**

Estas metodologías hacen hincapié en todo lo relacionado a las tareas y actividades a hacer y ejecutar en los procesos, desde su definición, hasta su aplicación, lo que será relevante para beneficiar a la empresa, incrementando la calidad del software, haciendo más eficiente al equipo de trabajo al darles un camino a seguir cuando desarrollen los sistemas de información, así como llegar a pronosticar temprano los tiempos de entrega de las actividades y los costos; sin embargo, al ser una metodología tradicional también presenta ciertas limitaciones al tratar de hacer cambios en la forma de trabajo, esto genera problemas en el equipo elevando los niveles de burocracia en el sistema.

Algunas de estas metodologías son:

### **2.2.1.2 Modelo de Cascada.**

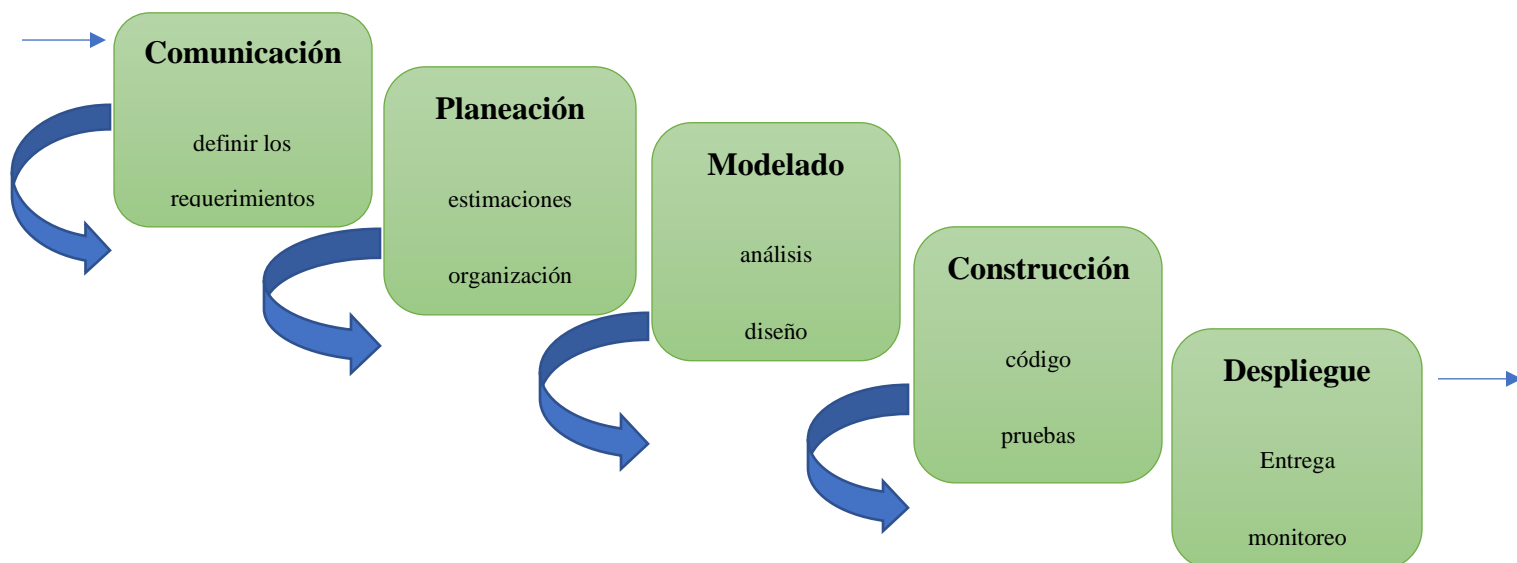
Al describir esta metodología, Pressman (2010) afirma que tiene un sentido lineal y secuencial para la ejecución de las actividades.

Consta de cinco fases y comienza desde la comunicación con el usuario<sup>5</sup> en donde se definen los requerimientos para todo el desarrollo del software, pasando después por la planeación, el modelado y la construcción, hasta llegar al despliegue en donde el producto ya estaría finalizado. Existe una relación entre las actividades de las fases para garantizar que se estén llevando a cabo correctamente, y que el resultado de estas será la obtención de la calidad en el software, como se observa en la figura 6.

---

<sup>5</sup> Usuario: término para referirse a los clientes.

**Figura 6 - Modelo de Cascada**



*Nota.* El gráfico representa el ciclo de vida clásico. Pilco, 2022.

Como lo describen, Cervantes Gómez & Gómez Fuentes (2012) para identificar de forma sencilla los entregables que aportan las fases de esta metodología, estos se exponen en la Tabla 4.

**Tabla 4 - Entregables del modelo en Cascada**

Fases	Entregables
Comunicación	Especificación de requerimientos del software
Planeación	Descripción de los servicios del software
Modelado	Arquitectura del sistema Relación entre componentes del sistema

Construcción	Resultados de las pruebas de unidad, de los diferentes módulos
Despliegue	Reportes de corrección de errores Reportes de mejoras en el sistema Sistema terminado

*Nota.* En la tabla se indican los entregables que proporcionan las fases, una vez estas hayan finalizado. Pilco, 2022.

Esta es la metodología más antigua que fue creada para el desarrollo de software, en ciertos casos se ha puesto en duda su veracidad y eficacia, debido al surgimiento de algunos inconvenientes que ha presentado hace algunos años. Se detallan los siguientes:

- Es mejor no hacer cambios porque las actividades son lineales, pero en el caso de que se hagan, estas solo causarán confusión en el equipo de trabajo.
- Al seguir la metodología se vuelve un proceso lento para el desarrollo del proyecto, y los usuarios podrían impacientarse.
- Se necesita que los requerimientos del usuario estén bien definidos desde el inicio, caso contrario se presentarán problemas conforme se avance en el proyecto.

Al exponer los problemas que presenta el modelo en cascada, se concluye que esta metodología es de provecho para trabajos en donde los requisitos del cliente son fijos y el desarrollo del proyecto sigue una forma lineal hacia el final.

### **2.2.1.3 Modelo Incremental.**

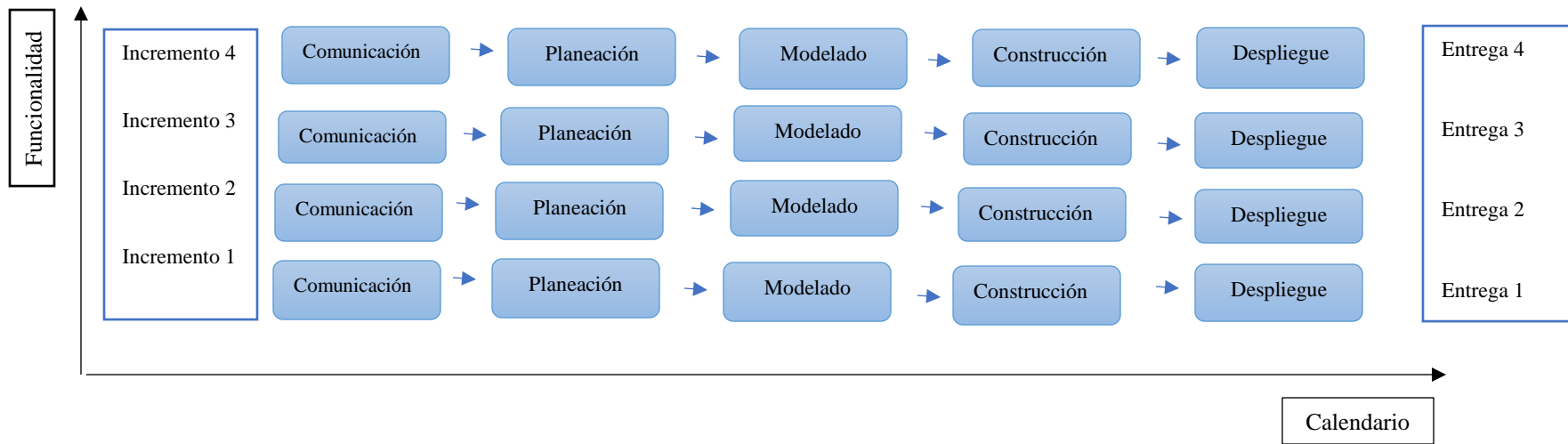
Esta metodología fue creada en 1980 por Harlan Mills. Se enfoca en desarrollar un primer incremento que son las funciones o requerimientos base del sistema, para presentárselos al cliente y que este le dé su aprobación o mencione algo que no le agrada, así se continuará con el desarrollo de las demás fases y sus respectivas actividades, o a su vez, se modificará ese incremento hasta que cumpla con los requisitos. (Costanzo, s.f.)

Otro autor afirma lo siguiente:

Este modelo incluye la secuencia lineal del modelo en cascada, pero de forma gradual o escalonada conforme se progresa con las actividades agendadas; de tal forma que los incrementos se van generando a raíz de cada secuencia lineal. Por eso se genera un plan para cada uno de los incrementos y en este se describen los cambios a mejorar, así como puede que se aumenten más funcionalidades. Este proceso se irá repitiendo hasta la finalización del sistema. (Pressman, 2010, pág. 35)

Para entender mejor las fases de esta metodología, se muestra en la Figura 7 como está compuesto su esquema.

**Figura 7 - Esquema del modelo incremental**



*Nota.* El gráfico representa el ciclo de vida de la metodología incremental. Pilco, 2022.

Así mismo, se plasman los entregables de cada incremento, en la Tabla 5.

**Tabla 5** - *Entregables del modelo incremental*

Fases	Entregables
Incremento 1	Plan de mejoras y funcionalidades agregadas
Incremento 2	Plan de mejoras y funcionalidades agregadas
Incremento 3	Plan de mejoras y funcionalidades agregadas
Incremento 4	Plan de mejoras y funcionalidades agregadas Sistema terminado

*Nota.* La tabla describe los entregables al finalizar cada uno de los incrementos, que son la secuencia de las fases ejecutadas. Pilco, 2022.

Es eficiente implementar esta metodología cuando se van a realizar softwares en donde se requiera de un equipo de trabajo pequeño para el desarrollo de todo el proyecto, además es un poco más adaptable a los cambios por los incrementos que se generan, en comparación con otras metodologías tradicionales.

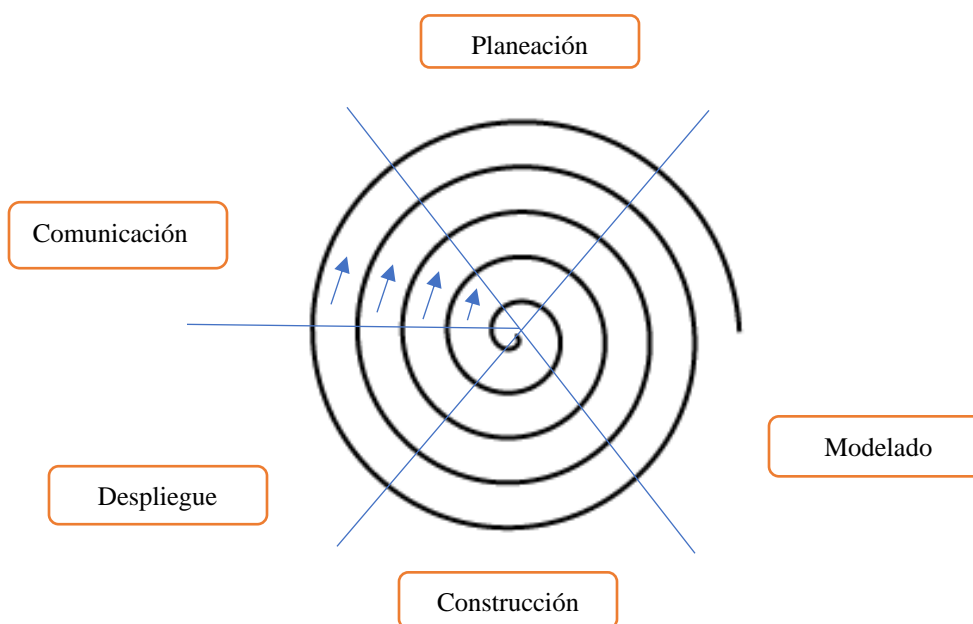
#### **2.2.1.4 Modelo Espiral.**

Para entender en que consiste el modelo en espiral, primero hay que recordar que son los modelos evolutivos, ya que el anterior se deriva de estos.

Pressman (2010) dice que los modelos evolutivos son algo parecidos al modelo incremental porque se van creando versiones del producto en cada fase, de tal manera que son ideales para los proyectos de software que van evolucionando con el paso del tiempo, así se adaptarán a los cambios que el producto vaya adoptando.

Entonces, la metodología en espiral es iterativa y permite elaborar varias versiones evolutivas del producto siendo estas más completas. A pesar de generar iteraciones, este sigue siendo un modelo rígido, tendiendo tareas y actividades estructuradas que se examinan y se identifican en cada parte del recorrido en espiral, como se observa en la figura 8.

**Figura 8** - *Modelo en espiral*



*Nota.* El gráfico representa el modelo espiral. Pilco, 2022.

Como en modelos anteriores, el equipo de trabajo se involucra por completo en el desarrollo del software, seccionando las actividades a realizar en cada revolución de la espiral, por lo menos en la primera se genera una especie de prototipo para ir reproduciendo entregables más adelante, en las siguientes vueltas y con la aprobación del cliente quien junto con el gerente evalúan los riesgos que puede haber en cada revolución de la espiral.

A continuación, se detallan los entregables de cada una de las fases en la Tabla 6.

**Tabla 6** - *Entregables del modelo en Espiral*

Fases	Entregables
Primer circuito	Especificación del sistema
Segundo circuito	Prototipo
Tercer circuito	Mejora del prototipo
Cuarto circuito	Mejora del prototipo
Quinto circuito	Refinamiento del prototipo Sistema terminado

*Nota.* En la tabla se describen los entregables que se proporcionan al finalizar cada revolución o circuito en la metodología de Espiral. Pilco, 2022.

Este modelo como tal no tiene finalización cuando se entrega el software, sino que puede mantenerse y adaptarse hasta después de eso, incluso cuando el software llega a su estado obsoleto y se comienza con un proceso de mejora nuevo.

### **2.2.2 Metodologías Ágiles**

Según Fowler (2005, como se citó en Navarro Cadavid et al. 2013) mencionan que en los años 90 surgió una nueva propuesta para la forma de desarrollar software. Resulta que estas no eran tan rígidas como las metodologías tradicionales en donde a veces había varias tareas por hacer lo que retrasaba las etapas de desarrollo; a manera de solución a estos problemas, surgieron los modelos ágiles que son flexibles y adaptables, centrándose en involucrar a los usuarios en el proceso de la creación del sistema.

El usuario es sujeto principal del éxito del proyecto, brinda su retroalimentación y en base a esos comentarios se considera si se debe mejorar tanto el software como el proceso que se está siguiendo.

### **2.2.2.1 Ventajas y Desventajas.**

Este tipo de metodologías cuentan con una serie de beneficios por ser modificables de acuerdo a lo que el equipo de trabajo requiera, siendo modelos orientados a personas. No requiere de tanta documentación, y facilita el desarrollo del proyecto de software al dividir el proyecto en partes, de tal forma que siempre habrá comunicación con el cliente para recibir su feedback sobre las versiones del producto.

A pesar de proporcionar ventajas considerables, existen también aspectos que pueden ser vistos como desventajas. Tal es el caso del equipo de trabajo, por ejemplo, en donde el hecho de ser metodologías colaborativas a veces genera la falta de confianza entre los participantes y surge el individualismo. (Pressman, 2010)

Entre las metodologías ágiles para desarrollo de software existen las siguientes:

### **2.2.2.2 SCRUM.**

Scrum<sup>6</sup> se originó en 1995 a pesar de que algunos años atrás ya se pensaba en los fundamentos que podía tener esta nueva metodología.

Subra & Vannieuwenhuyze (2018) relatan que lo que se había pensado era buscar la forma de crear aplicaciones mucho más rápido de lo normal, es decir, reducir tiempo; para lograr esto se consideró la formación de grupos de trabajo de competencias múltiples que fueran

---

<sup>6</sup> SCRUM: se refiere a un tipo de lineamiento que se lleva a cabo en los juegos de rugby.

capaces de ejecutar las diferentes actividades para el desarrollo del sistema, con el fin de alcanzar la meta de emplear un menor costo en tiempo y a la vez mantener la flexibilidad.

A partir de este contexto y con el paso de los años, esta metodología ha sido una de las más usadas e implementadas a nivel mundial en las instituciones por todos los beneficios que proporciona.

Esta contiene una serie de principios que se deben aplicar y tomar en cuenta como guía, para el desarrollo de un proyecto. Algunos de ellos se explican a continuación.

#### ***2.2.2.2.1 El Equipo.***

En esta metodología existen tres roles: El Product Owner, El Scrum Master y El equipo de desarrollo.

El primero se encarga de plasmar la visión del producto a través de User Stories o historias, que vienen a ser los requisitos que debe tener el producto. El segundo monitorea que la metodología se esté aplicando como debe ser, y suprime los problemas que se presentan en el equipo. Finalmente, el equipo de desarrollo es quien lleva a cabo todas las actividades necesarias para elaborar el producto de acuerdo a las User Stories.

#### ***2.2.2.2.2 Pilares de Scrum.***

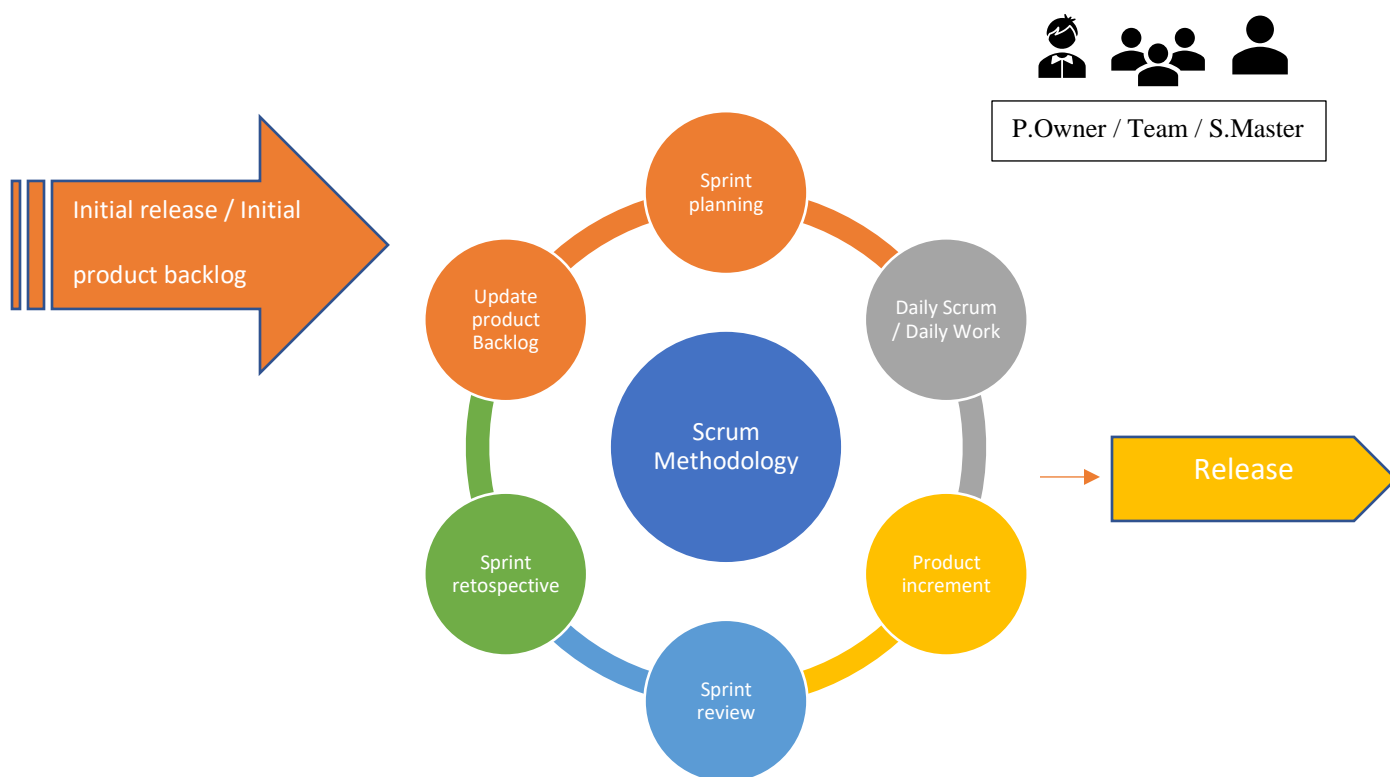
Estos son: transparencia, inspección y adaptación. El primero se refiere a que quienes están involucrados en el trabajo necesitan conocer el estado del mismo. Con la inspección, se examina el avance del proyecto de acuerdo a lo planificado, para evitar el apareamiento de problemas futuros. Y con la adaptación, se toman medidas preventivas para reducir el impacto de imprevistos negativos que puedan ocurrir durante el proyecto.

### 2.2.2.2.3 Eventos.

Son las reuniones que se hacen de manera seguida, agregándole un número de eventos determinados. Estos son: sprint, reunión del sprint, melé diaria, revisión del sprint y retrospectiva del sprint. Lo principal aquí es el Sprint, que es el tiempo determinado en el que se realiza un avance del producto. En base a esto se realizan las demás actividades que están directamente ligadas al sprint.

Scrum también tiene un ciclo de vida en donde se describen los roles y otras de sus actividades, como se observa en el siguiente gráfico.

**Figura 9 - Modelo de Scrum**



*Nota.* Se representan las actividades principales del ciclo de vida de Scrum. Pilco, 2022.

Las tareas que se realizan en el ciclo de vida empiezan por el Product Owner quien crea las historias para el Product Backlog, después este mismo organiza las User Stories para comentárselas al equipo de trabajo en la reunión de planificación del Sprint. Ya en el evento se forma el Sprint Backlog y se establecen los otros Sprints y su duración. Al culminarse el tiempo de estos, se revisa en próximas reuniones sus resultados, para finalmente entregar un producto de calidad.

Los documentos que se entregan al final de las fases de esta metodología se describen en la Tabla 7.

**Tabla 7 - Entregables de SCRUM**

Fases	Entregables
Sprint planning	User Stories Backlog del Sprint Estimación del Backlog del Sprint
Daily scrum	Reportes de avances Problemas/Obstáculos Agenda de próxima reunión
Product increment	Versión del producto
Sprint review	Reporte de revisión del producto
Sprint retrospective	Retrospectiva del Sprint
Update product backlog	Se repite el todo el proceso anterior

*Nota.* En la tabla se muestran recopilados los entregables que corresponden a cada una de las fases de SCRUM. Pilco, 2022.

### **2.2.2.3 eXtreme Programming.**

También conocida como XP<sup>7</sup>, se creó en 1999 con el objetivo de maximizar la eficacia en las técnicas que se usaban para el desarrollo de aplicaciones. Hoy en día se mantiene dicho enfoque, pero con la suma de implementar un desarrollo modular, para gestionar el progreso del proyecto y los posibles riesgos.

El cliente sigue siendo un pilar fundamental al involucrarse en verificar la calidad del producto dependiendo del activo económico y del tiempo e importancia que le dedique a este, así se conseguirá finalizar con éxito el producto.

Esta metodología contiene una serie de prácticas para conseguir su éxito. De entre las más importantes están:

#### **2.2.2.3.1 Entregas constantes.**

Las iteraciones del producto se revisan frecuentemente para examinar el estado del mismo.

#### **2.2.2.3.2 Ritmo duradero.**

El equipo de trabajo debe ser constante para no perder el buen ritmo y entregar a tiempo los avances.

---

<sup>7</sup> XP: siglas de la metodología de programación extrema.

#### ***2.2.2.3.3 Cliente involucrado.***

Este es quien define por completo los requerimientos que debe tener el producto, por lo que obligatoriamente debe estar pendiente de las inquietudes del equipo de trabajo en caso de que se presenten.

#### ***2.2.2.3.4 Diseño sencillo.***

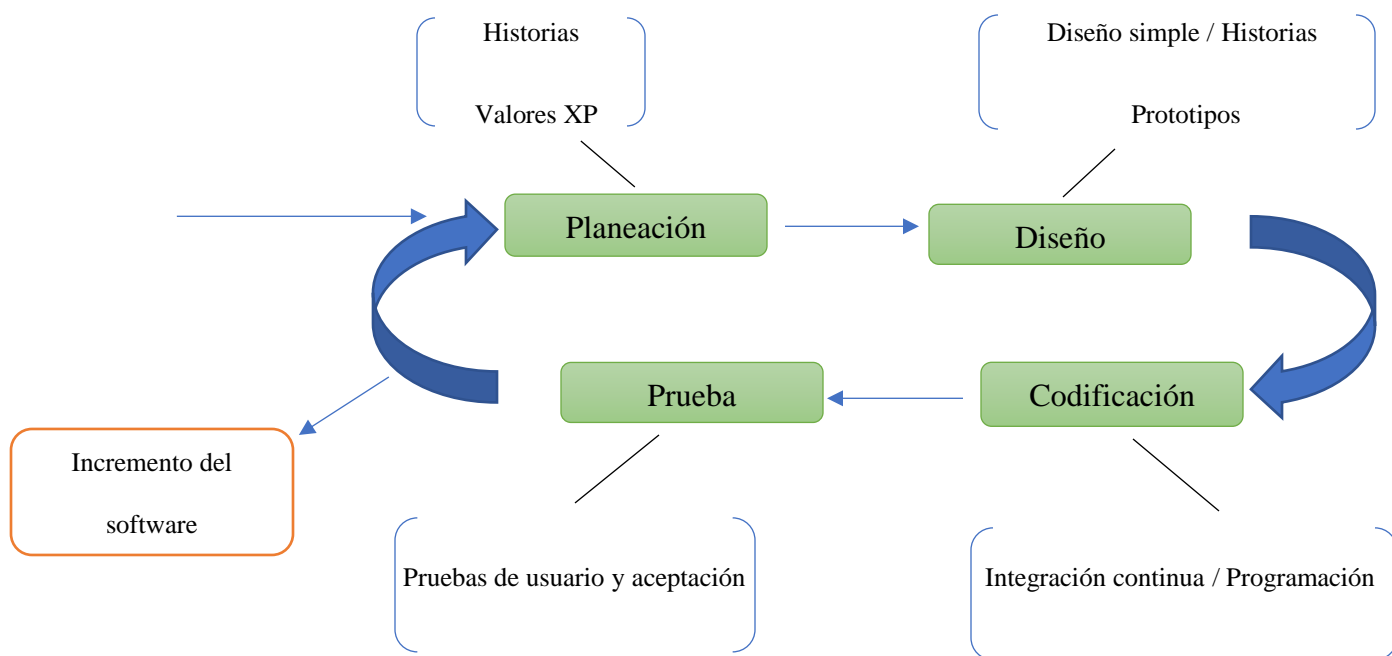
Se tiene definido que el desarrollo no tiene que ser complejo, para que sea claro y sencillo brindar solución a las necesidades de los usuarios.

#### ***2.2.2.3.5 Uso de pruebas.***

Se hace uso de pruebas unitarias y de aceptación en donde se verifica tanto la funcionalidad del código como la del software. Esto se realiza antes de la implementación del sistema.

Por otra parte, Pérez (2011) comenta que el ciclo de vida de eXtreme programming consta de cuatro fases, como se observa en la siguiente figura.

**Figura 10 - Ciclo de vida XP**



*Nota.* El gráfico representa el modelo del método eXtreme programming con cada una de sus fases. Pilco, 2022.

Lo fundamental en este modelo son los ciclos que se van haciendo al finalizar la secuencia de fases; el resultado son versiones del producto. Este proceso se repite hasta que no haya más ciclos que generar, así se obtendrá un software de calidad terminado.

En cada fase se especifica las actividades fundamentales a realizar. En la planeación se crean las User Stories del usuario que vienen a ser los requerimientos del producto, siguiendo con el diseño, este es creado con simplicidad a través de métodos y clases. Para la fase de codificación, se deben modelar las pruebas de usuario y aceptación tomando en cuenta el resultado que debería generarse a partir de estas, y en la última fase estas pruebas son ejecutadas.

**Tabla 8 – Entregables del modelo XP**

Fases	Entregables
Planeación	Historias de usuario Priorización de cada historia
Diseño	Glosario de términos Caracterización de clases y métodos para la codificación
Codificación	Pruebas de unidad diseñadas
Pruebas	Resultados de las pruebas de unidad

*Nota.* Se explica en la tabla los suministros correspondientes al final de cada fase de la metodología XP. Pilco, 2022.

#### **2.2.2.4 Kanban.**

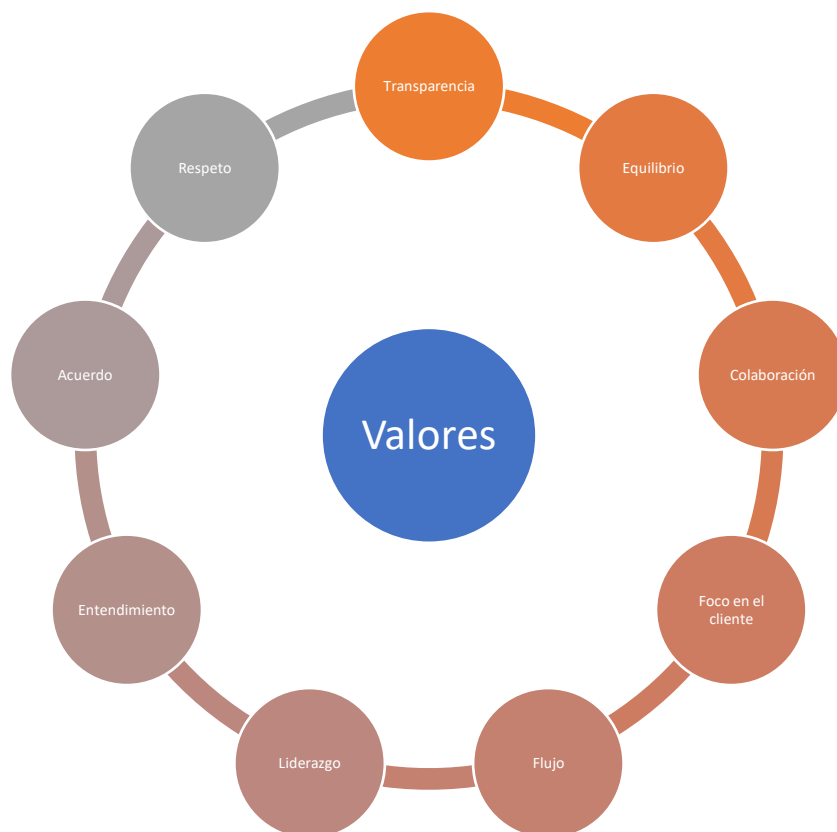
Esta metodología surgió en 1947, para gestionar y mejorar los sistemas de flujo, reorganizando el modelado de estos.

Se centra en proporcionar valor al cliente a través de sus fases o ciclo de vida. Es muy flexible, y se adapta a diferentes implementaciones en sistemas y servicios de conocimiento, conduciendo también a la determinación de limitaciones a la cantidad del trabajo en progreso durante el proyecto.

Es importante que el equipo de trabajo no se resista al cambio que rige Kanban<sup>8</sup>, de lo contrario no habrá una colaboración en conjunto efectiva al producir servicios para la empresa.

Los valores dentro de esta metodología son muy importantes porque involucran el respeto en general y se relacionan directamente con el equipo de trabajo. Estos se muestran en la siguiente figura. (Anderson & Carmichael, 2016)

**Figura 11** - *Valores de Kanban*



*Nota.* El gráfico representa los valores fundamentales de Kanban. Pilco, 2022.

<sup>8</sup> Kanban: palabra de origen japonés, cuyo significado es tablero visual.

Estos son la motivación para los equipos, lo que les conduce a generar una mejora continua en los servicios para la institución.

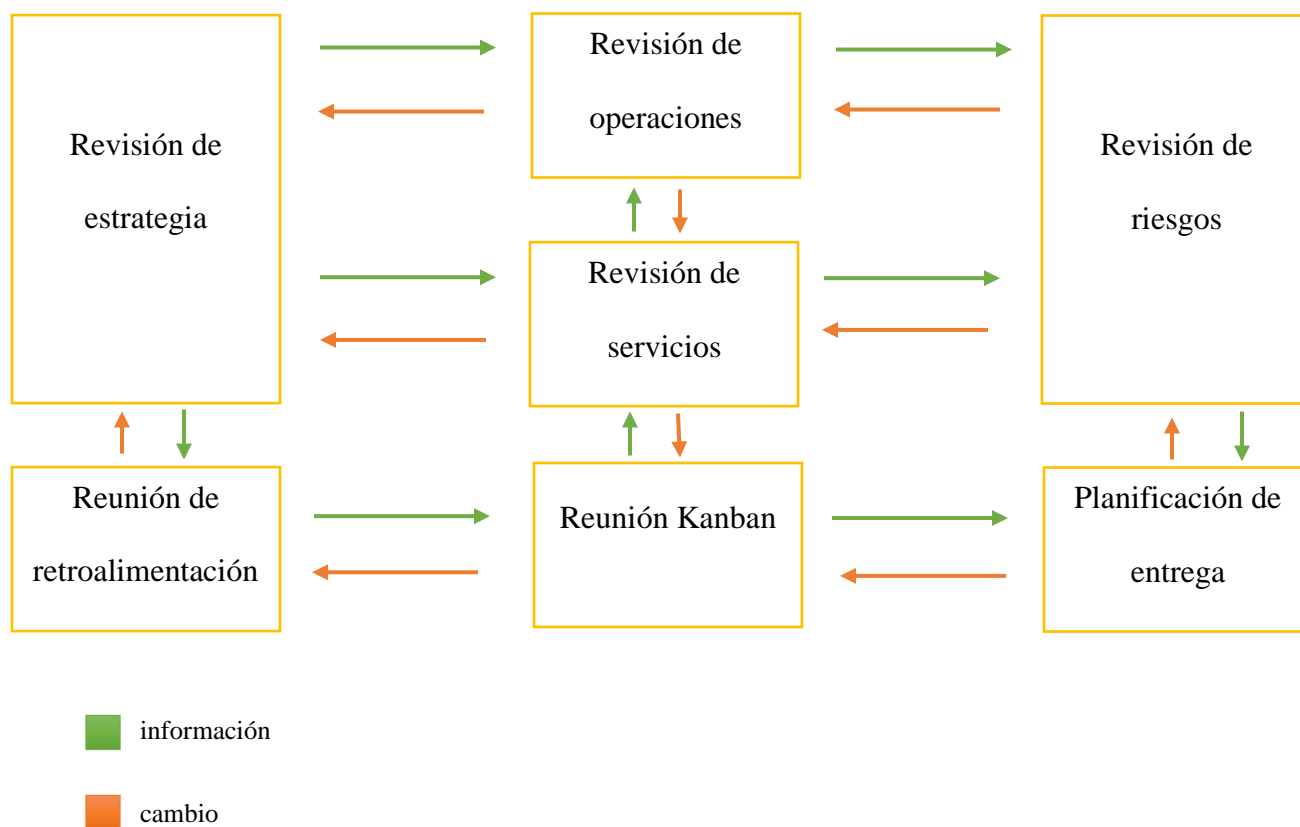
Este método hace uso de tableros o pizarras para representar el flujo de proceso de los elementos que corresponden a cada fase; aquí se podrá visualizar como operan los procesos.

En el tablero se simboliza el flujo de trabajo en donde los elementos de este pasan por los pasos del proceso, se colocan también notas para visualizar mejor como el equipo está trabajando sobre las actividades del servicio, teniendo presente los requerimientos y necesidades que requiere el cliente y el valor que se le está proporcionando a este, siempre y cuando el equipo rinda de la mejor manera; de esta forma será más sencillo determinar los cuellos de botella, residuos y variaciones en el flujo de trabajo. (Anderson & Carmichael, 2016)

Kanban es una metodología que les resulta a las empresas sencilla de implementar y adaptar, y que, gracias a sus prácticas de análisis mediante la visualización de las actividades, posibilita verificar la situación en la que se encuentran los proyectos; siendo su objetivo el de incrementar el valor para el usuario sin generar más costos. (kanbanize, s.f.)

Las fases representan la planificación y los entregables de los servicios.

**Figura 12 - Fases de Kanban**



*Nota.* El gráfico representa el esquema de cómo se ejecutan las etapas de las revisiones de los servicios de la empresa. Pilco, 2022.

Al seguir cada una de las fases en orden, es posible cambiar la forma de trabajo que ya no tiene un rendimiento eficaz por una que sí; así se asegurará que los equipos de trabajo entreguen buenos servicios a los usuarios.

En la Tabla 9, se describen los entregables de la metodología Kanban.

**Tabla 9** - *Entregables de las fases de Kanban*

Fases	Entregables
Revisión de la estrategia	Servicios a prestar seleccionados
Revisión de las operaciones	Inventario de recursos
Revisión de los riesgos	Reporte de temas bloqueantes
Revisión de la prestación de servicio	Reporte de la verificación de prestación del servicio
Reunión de retroalimentación	Modificación de los ítems de trabajo
Reunión de Kanban	Elementos de trabajo completos Reporte de asuntos esclarecidos
Reunión de planificación de la entrega	Planificaciones de entregas a los clientes

*Nota.* Los entregables mencionados en la tabla son los que se llevan a cabo al final de cada fase, para mejorar la prestación de servicios. Pilco, 2022.

### **Capítulo III: Análisis Comparativo**

El estudio de las metodologías BPM junto con sus herramientas, así como las metodologías de desarrollo de software, tanto tradicionales como ágiles, realizado en el capítulo 2 de este trabajo de titulación, facilita para el análisis comparativo entre las metodologías expuestas.

#### **3.1 Parámetros a valorar**

Para realizar una comparación equitativa se van a seleccionar los siguientes parámetros:

##### ***3.1.1 Funcionalidad***

Es la capacidad de la metodología de permitir realizar un número determinado de tareas o funciones enfocándose en su sencillez al ser usada, de tal manera que cumpla con los objetivos planteados para el desarrollo del software (RAE, s.f.).

##### ***3.1.2 Integralidad***

Se refiere a como la metodología se integra e interrelaciona con todos los componentes de la empresa y sus proyectos (RAE, s.f.).

##### ***3.1.3 Eficiencia***

Este parámetro define la capacidad de la metodología al alcanzar los objetivos y metas planteadas con el uso mínimo de recursos (RAE, s.f.).

##### ***3.1.4 Adaptabilidad***

Es la capacidad que tiene de ser adaptada o ajustada al entorno del proyecto dentro del contexto del desarrollo de software (RAE, s.f.).

##### ***3.1.5 Curva de aprendizaje***

Hace referencia al tiempo en el que a los usuarios de la empresa les tomará aprender a usar la metodología y sus herramientas (Guía Digital Beta, s.f.).

### ***3.1.6 Compatibilidad***

La metodología podrá mantenerse en funcionamiento y coexistir en el entorno, sin obstruir a otros elementos (RAE, s.f.).

### ***3.1.7 Involucramiento con el cliente (relación con el cliente)***

Permite la interacción constante con el cliente para que este evalúe si se están cumpliendo con sus requerimientos (Pressman, 2010).

### ***3.1.8 Facilidad de uso o amigabilidad***

Hace mención al grado de sencillez que tiene el poner en práctica la metodología para sus distintos fines, como el de realizar tareas y actividades planificadas (Microsoft, 2021).

### ***3.1.9 Flexibilidad***

Es modificable, en el sentido de que puede ser sometida a los cambios que se vayan dando acorde a las nuevas situaciones generadas en torno al proyecto (RAE, s.f. ).

### ***3.1.10 Colaboración***

La colaboración se refiere al ambiente de trabajo generado para la participación y cooperación al desarrollar proyectos de software (Grupo Atico34, s.f.).

**Tabla 10** - Comparativa entre metodologías

COMPARATIVA									
PARÁMETROS	METODOLOGÍAS BPM			METODOLOGÍAS TRADICIONALES			METODOLOGÍAS ÁGILES		
	Six Sigma	Lean	TOC	Cascada	Incremental	Espiral	SCRUM	XP	Kanban
Funcionalidad	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Integralidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eficiencia	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Adaptabilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Curva de aprendizaje	✓		✓		✓	✓		✓	✓
Compatibilidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Relación con cliente		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Facilidad de uso	✓		✓		✓	✓		✓	✓
Flexibilidad	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Colaboración	✓	✓	✓				✓	✓	✓

*Nota.* En la tabla se analizan y valoran las características de las metodologías a través de parámetros generales. Pilco, 2022.

Cabe recalcar que las metodologías que estén seleccionadas con un “√” son aquellas que cumplen y se caracterizan por lo que dictan los parámetros descritos anteriormente, y las que no estén seleccionadas son las que no cumplen o no cuentan con esas características.

**Funcionalidad:** Las metodologías señaladas en la matriz son aquellas que son sencillas de implementar y usar para desarrollar software. De lo contrario, las metodologías Lean y de Cascada que no han sido señaladas, no son tan fáciles de implementar, por un lado, si Lean no es correctamente implementada desde el inicio siguiendo cada una de sus fases, habría muchas complicaciones al seguir tratando de aplicarla, mientras que la de Cascada es muy estructurada, por lo que se debe seguir sus fases al pie de la letra sin cometer errores, esto la vuelve algo compleja de implementar.

**Integralidad:** Como se visualiza, en la matriz se han señalado que todas las metodologías cumplen con este parámetro, ya que logran integrarse con los componentes del proyecto de software que se esté llevando a cabo.

**Eficiencia:** Las metodologías de Cascada, Incremental y Espiral tienen ciertas condiciones para que estas sean eficientes. La primera resultaría eficiente solo si se aplica a proyectos que tengan requisitos que no cambien con el tiempo y por consecuencia, como recomendación, el software tampoco debe estar sujeto a modificaciones o en el caso de que eso pase, sería muy demoroso implementar esos cambios; la segunda, sería óptima solo si el equipo de trabajo para el desarrollo del sistema es pequeño, y la metodología en espiral sería muy eficiente solo si se emplea

para software que vaya a ser mejorado constantemente. Las otras metodologías señaladas son eficientes sin ningún tipo de condición.

**Adaptabilidad:** Todas las metodologías son adaptables al entorno del proyecto, siempre y cuando sean implementadas para automatizar los procesos a aplicarse con cualquiera de las metodologías.

**Curva de aprendizaje:** Las metodologías, Lean, Cascada y SCRUM son los que más tiempo toman en ser aprendidas por parte de los empleados ya que tienen un nivel de complejidad alto en comparación con las otras metodologías. Para los casos de Lean y SCRUM que, por la estructura de las metodologías, exige el cumplimiento de varias actividades que llevan más tiempo en aprender y desarrollar en los proyectos, mientras que la metodología en cascada hay demora en las actividades a realizar en cada etapa, esto toma mucho tiempo. La curva de aprendizaje está relacionada directamente con la facilidad de uso.

**Compatibilidad:** Todas las metodologías son compatibles, es decir que pueden existir y estar en funcionamiento sin el impedimento de otros elementos o de otras metodologías, por ejemplo, así mismo estas no intervienen ni obstruyen otros elementos.

**Relación con el cliente:** Las metodologías, Six Sigma y Cascada son las que no tienen una relación directa con el cliente al automatizar los procesos mediante el desarrollo de software. Por ejemplo, Six Sigma reduce los fallos de los procesos, realizándolo internamente, además a pesar de tomar en cuenta el aumento de valor al usuario final, trabaja sin involucrarlo directamente en el proyecto, y el modelo en Cascada le presenta al cliente el sistema finalizado, evitando involucrar al cliente en cada etapa.

**Facilidad de uso:** En este caso son las metodologías, Lean, Cascada y SCRUM las que tienen un grado de complejidad al ponerlas en práctica en las empresas, por un lado, Lean toma mucho tiempo en aplicar precisamente por la curva de aprendizaje, porque se deben seguir rigurosamente sus principios que requieren el apoyo del recurso humano de la empresa, de lo contrario no se podrán generar sistemas de calidad. La metodología en Cascada también exige mucho tiempo en pasar de una fase a la otra, lo que en ocasiones genera olvido en los desarrolladores por el tiempo transcurrido entre etapas, finalmente la metodología SCRUM tiene problemas relacionados al equipo de trabajo en cuanto a que les toma tiempo el adaptarse a este modelo, y el Product owner tiene que dedicarle tiempo completo al proyecto. Con las demás metodologías, es sencillo ponerlas en prácticas para sus distintos fines.

**Flexibilidad:** Todas las metodologías son flexibles, excepto por el modelo en Cascada que se dificulta realizar modificaciones en sus diferentes etapas, mientras que las demás como las metodologías ágiles, son modificables de acuerdo a lo que el equipo de trabajo requiera. Los modelos incremental y espiral a pesar de ser metodologías tradicionales producen incrementos y versiones del producto, los mismos que son modificables a los cambios que el producto vaya adoptando. Por otro lado, en las metodologías BPM están Six Sigma, que es modificable por el hecho de que mide la eficiencia de los procesos y en caso de que regresen a su estado anterior, es decir, vuelvan a ser ineficientes, la metodología los vuelve a calcular y hace las mejoras respectivas, y Lean, que es un modelo que permite realizar modificaciones dependiendo de las situaciones generadas en la empresa y en los proyectos de desarrollo en los que se esté trabajando.

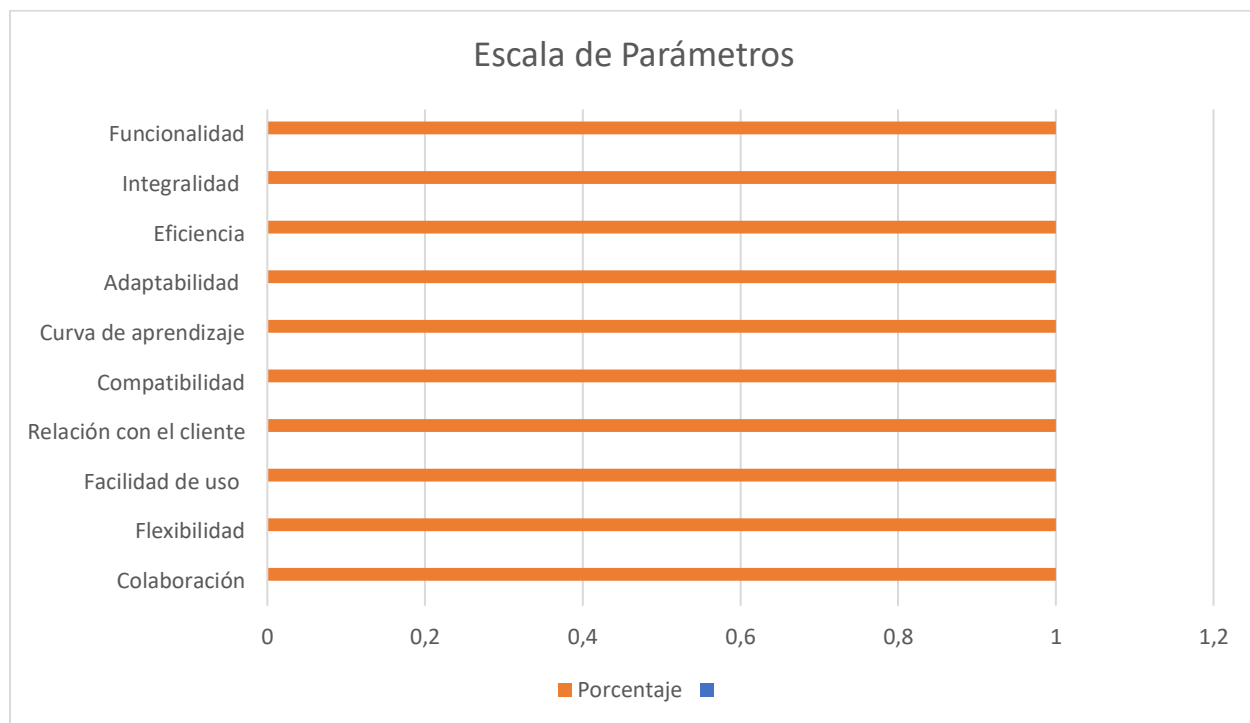
**Colaboración:** Tanto las metodologías BPM, como las metodologías de desarrollo ágil, tienen un alto nivel colaborativo en los equipos de trabajo a la hora de trabajar en un proyecto, esto es porque son iterativas y adaptables al cambio según a lo que el equipo de trabajo necesite

modificar, habiendo más interacción entre los equipos para mejorar el producto, mientras que las metodologías de desarrollo tradicionales no tienen la misma interacción entre los integrantes, debido a que sus actividades son más estructuradas, en donde cada integrante tiene planteado lo que tiene que hacer y la forma en la que lo tiene que hacer.

### **3.2 Resultados**

Para poder generar los resultados del análisis comparativo realizado en la matriz, se les asignará el valor absoluto de 10 puntos a cada parámetro de evaluación con los que se calificó a cada metodología; el valor de 10 puntos equivaldrá el 100%.

Para las metodologías que tuvieron vacías las casillas en algunos parámetros de la matriz comparativa, serán ponderadas con 0%. Entonces la escala estará entre 0 y 1 como se observa en la Figura 13.

**Figura 13** - Escala de los parámetros

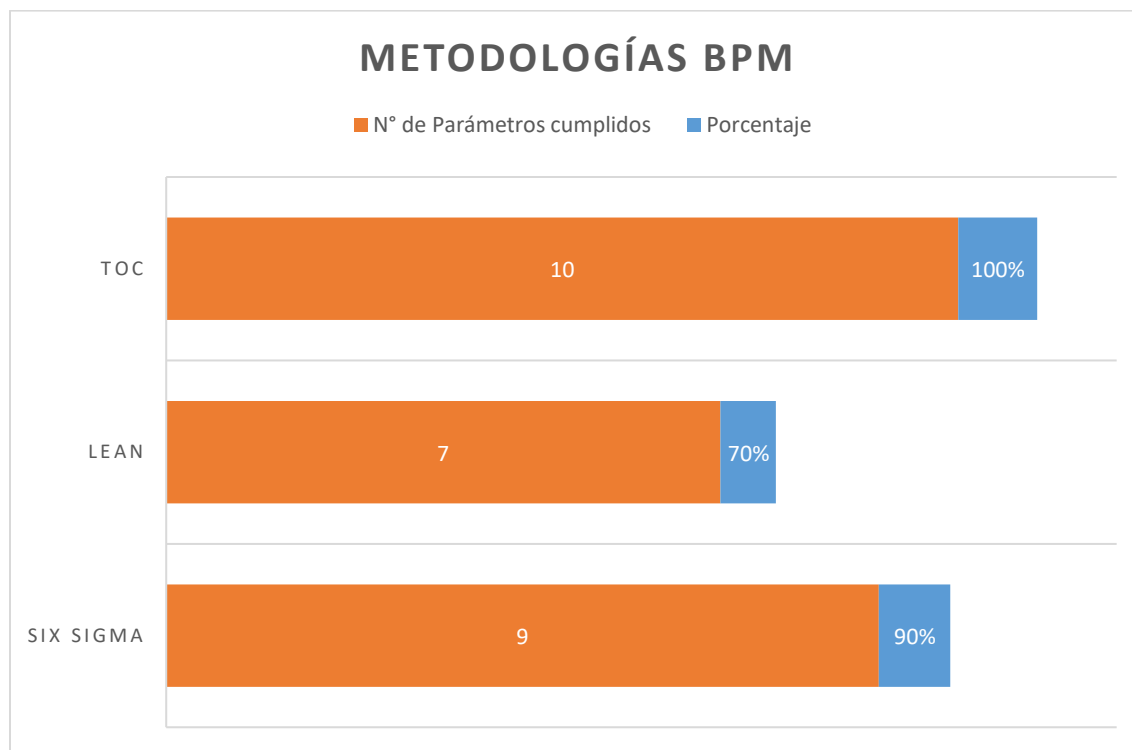
*Nota.* En la figura se representa el valor que tiene cada parámetro de evaluación, que es del 100%.  
Pilco, 2022.

Al presentar los resultados mediante gráficos de barras, se podrá distinguir cual, de las metodologías según su clasificación cumple con todos o con la mayoría de los parámetros de evaluación, recordando que son un total de diez variables, para concluir que esa metodología será más completa que las demás en cuanto a sus características.

### **3.2.1 Metodologías BPM**

De las metodologías BPM que se analizaron se encuentran, Six Sigma, Lean y TOC. Para comprender cuál de estas tres técnicas cumple con el mayor número de parámetros en base al análisis comparativo, se lo visualizará de forma cuantitativa en la siguiente figura.

**Figura 14** - Resultado de comparativa entre metodologías BPM



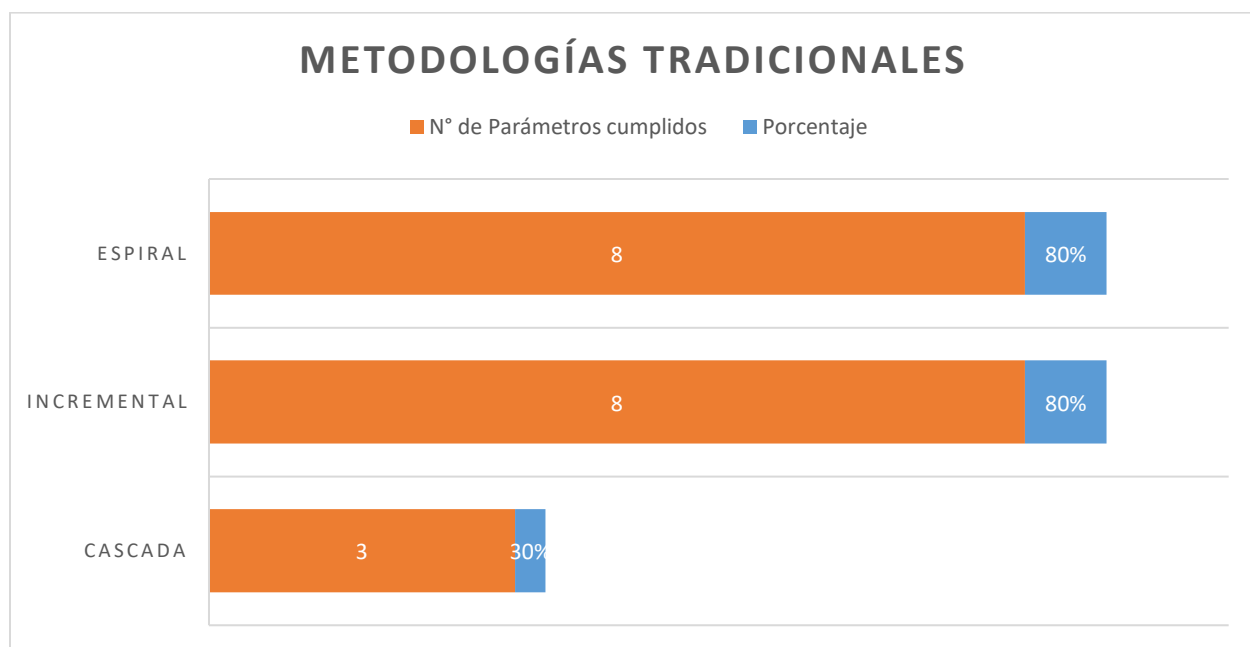
*Nota.* De las tres metodologías BPM, TOC es la que cumple con los 10 parámetros de evaluación teniendo un porcentaje del 100%, mientras que Six Sigma y Lean, al poseer 9 y 7 de los 10 parámetros, tienen un 90% y 70% de efectividad al ser implementadas. Pilco, 2022.

Por lo tanto, TOC es la metodología BPM que cumple con los diez parámetros de valoración, resultando ser la más completa.

### 3.2.2 Metodologías Tradicionales

Las metodologías en Cascada, Incremental y Espiral, se analizaron en la matriz para el análisis comparativo. En la Figura 15 se refleja cuál de estas tres es la que cumple con el mayor número de parámetros de valoración.

**Figura 15** - Resultado de comparativa entre metodologías tradicionales



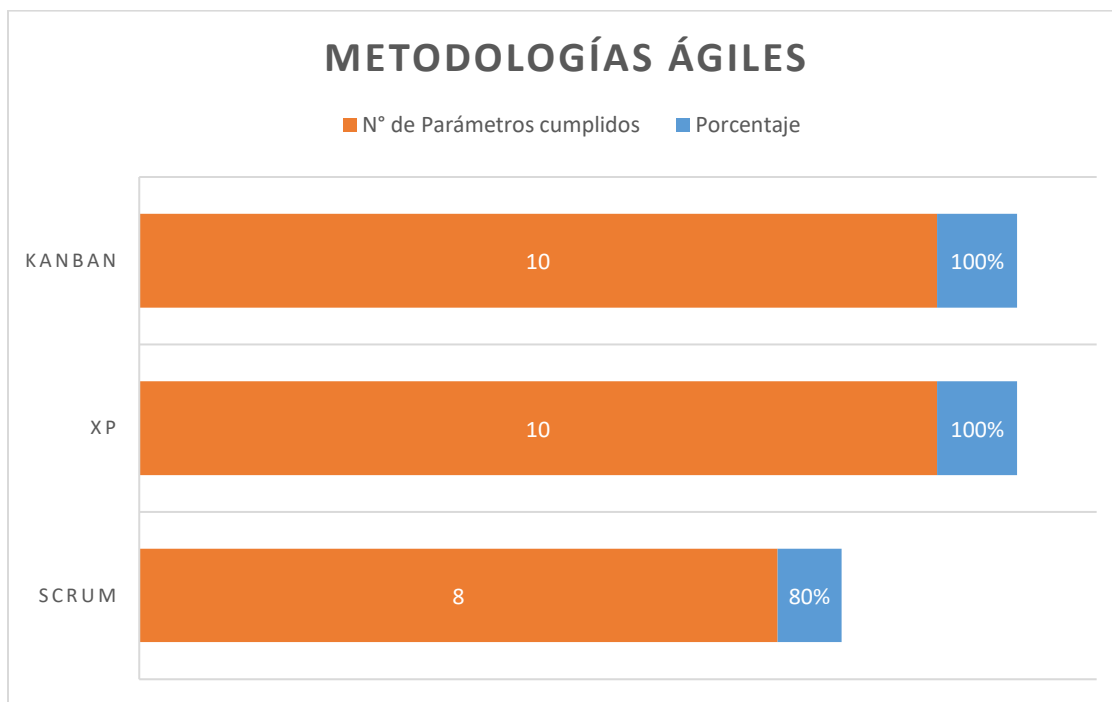
*Nota.* Las metodologías Espiral e Incremental, son las técnicas con el mayor número de parámetros cumplidos con un total del 80%, mientras que la metodología en Cascada tiene un porcentaje del 30% al cumplir solo con 3 parámetros de 10. Pilco, 2022.

Entonces, Espiral e Incremental son las metodologías de desarrollo tradicional de software que están a la par, al ser las más completas por poseer 8 características de los 10 parámetros de evaluación.

### 3.2.3 Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles analizadas y comparadas en la matriz fueron, SCRUM, XP y Kanban, de las que se observará en la siguiente figura cuál de ellas cumple con todos o con el mayor número de parámetros de evaluación.

**Figura 16** - Resultado de comparativa entre metodologías ágiles



*Nota.* Como se observa en la figura, la metodología SCRUM posee un total de 8 características de los parámetros de valor, por lo que cumple con un 80% de completitud, mientras que las técnicas XP y Kanban, cumplen al 100% con los parámetros. Pilco, 2022.

Las metodologías de desarrollo ágil de software que cumplen y tienen las características de los 10 parámetros de evaluación, son Kanban y XP, que vienen a ser las más completas.

### 3.3 Guía Práctica

Al obtener los resultados del análisis comparativo a través de la matriz elaborada al principio de este capítulo, se determina que las tres metodologías más completas, cumpliendo con todos los parámetros de valoración o con la mayoría de ellos, son: TOC, de las metodologías BPM; Incremental y Espiral, de las metodologías de desarrollo tradicional de software; y XP y Kanban, de las metodologías ágiles de desarrollo de software.

Entonces, una vez concluido el estudio comparativo con todas las metodologías, se pueden plantear las siguientes directrices como guía práctica para la selección de una metodología.

- Si la decisión de una empresa es usar una metodología BPM, debería optar por TOC y Six Sigma. Por un lado, con la primera se logra eliminar los cuellos de botella en los procesos, además de que cumple con todos los parámetros de evaluación descritos en la matriz, resultando efectivo en su totalidad, y la segunda cumple con 9 de los 10 parámetros, pudiendo ser aplicada en proyectos de software en donde se quiera maximizar la calidad de los productos o servicios, y en donde el cliente esté presente en el arranque del proyecto para recabar los requerimientos, pero sin ser necesario que esté involucrado en las siguientes fases del proyecto ni en el desarrollo del mismo.

En el caso de Lean, es la metodología ideal para rediseñar varios procesos de servicios de oficina o fábrica al mismo tiempo, ya que la ejecución de sus actividades demora mucho tiempo en llevar a cabo. Este método también funcionaría si la empresa quiere crear un nuevo modelo de negocio para que sea la nueva forma de dirigir la institución; estos cambios se verían reflejados de 5 a 10 años.

- Por otro lado, si se quiere trabajar con metodologías de desarrollo de software, se debería escoger el modelo en Espiral si es que se va a desarrollar un proyecto que evolucione o que vaya a estar sujeto a cambios y mejoras constantemente, aún después de que el software esté finalizado; por otro lado, la metodología Incremental sería óptima cuando el equipo de trabajo destinado para el proyecto es mediano o pequeño; debido a la estructura de esta metodología, los incrementos se realizan con el mínimo de esfuerzo ya que son simples, así el equipo podrá asegurarse de que las actividades

que están realizando van acorde a los requerimientos del cliente, esto se verifica y corrige gracias a los prototipos del producto que se van generando en cada incremento. Si el modelo incremental se usa en un equipo de trabajo grande, las versiones del producto que se van generando llevarían más tiempo y más esfuerzo, y no sería una práctica eficiente.

Finalmente, la metodología en Cascada sería ideal solo para desarrollo de software en donde los requisitos del usuario estén bien definidos desde el inicio del proyecto y que en lo posible no estén sujetos a cambios.

- Si la empresa va a realizar proyectos de desarrollo de software pequeños o medianos, es recomendable aplicar las metodologías ágiles, XP y Kanban, que al ser 100% completas, son más rápidas, iterativas, altamente colaborativas, e involucran al cliente durante todo el proceso de desarrollo.

Kanban ayudaría a llevar un control sobre el proyecto de desarrollo, visualizando el estado del mismo y el rendimiento del equipo a través de flujos de trabajo; XP ayudará a agilizar la realización de las actividades en cada una de las fases, a través de un desarrollo modular, permitiendo medir el avance y los riesgos del software.

Hablando de SCRUM, una de las metodologías ágiles más implementadas en la actualidad, se evidencia que de acuerdo a la demanda en el mercado, existen requerimientos de profesionales certificados en esta metodología, sin embargo, en el presente trabajo de titulación, SCRUM no cumple con los parámetros de curva de aprendizaje y facilidad de uso, recordando que ambas variables están ligadas en cuanto al grado de sencillez y tiempo que requiere la metodología para ser implementada y

aprendida; esto es lo que la vuelve algo compleja para ciertos proyectos, especialmente para pequeños y medianos. Cabe recalcar que las prácticas de SCRUM son claras y precisas, pero la resistencia al cambio por parte del personal que vaya a hacer uso de la metodología, la hace difícil de implementar. Entonces, si se tiene pensado llevar a cabo proyectos grandes, como la automatización de un proceso o el desarrollo de un software que implique mucho tiempo y dedicación en ponerlo en marcha, se recomienda esta metodología.

## Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones

Para finalizar el presente trabajo de titulación entorno al análisis comparativo entre metodologías BPM, y de desarrollo tradicional y ágil de software para la automatización de procesos, se concluye y recomienda lo siguiente:

### 4.1 Conclusiones

- 4.1.1 Al finalizar el presente trabajo de titulación, se ha llegado a la conclusión de que la diferencia entre las metodologías BPM, las metodologías de desarrollo tradicional de software y las metodologías ágiles, está en las características que poseen cada una de ellas, siendo algunas más iterativas que otras, siendo más rápidas o no de implementar, facilitando o no la colaboración entre el equipo del proyecto, entre otras cosas.
- 4.1.2 Una de las diferencias importantes entre las metodologías, son los entregables que cada una de estas exige a lo largo el ciclo de desarrollo.
- 4.1.3 Para seleccionar una metodología para desarrollo de software, es importante evaluar las características que poseen cada una de las metodologías y seleccionar la que más se ajuste al proyecto de desarrollo de software, siguiendo el análisis realizado en el presente trabajo de titulación.
- 4.1.4 De acuerdo a la demanda actual y en base a la investigación llevada a cabo para este trabajo de titulación, se conoce que las metodologías ágiles de desarrollo de software son las más utilizadas, para los casos en que las empresas requieran rapidez y agilidad en obtener resultados, además involucran a clientes y usuarios en el desarrollo, de tal manera que se van evaluando progresivamente los entregables y realizando ajustes sobre la marcha.

- 4.1.5 Las metodologías tradicionales de desarrollo de software podrían ser usadas por aquellas empresas que cotidianamente suelen implementar este tipo de metodologías para automatizar procesos, en donde los requerimientos estén bien definidos y no cambien; es decir, para empresas que tengan como un estándar el usar estas metodologías.
- 4.1.6 Se concluye que para empresas que requieran integrar el giro del negocio con sus procesos, recurso humano y con el área de tecnología, deberían seleccionar herramientas y metodologías BPM, acoplándolas a los sistemas de información que posee el negocio para facilitar su colaboración.

## **4.2 Recomendaciones**

- 4.2.1 Al escoger una herramienta BPM para automatizar procesos en la organización, se recomienda antes instruirse e investigar sobre la funcionalidad, costos, beneficios e incluso desventajas de estas, para posteriormente elegir la que cumpla y facilite los requisitos de la empresa.
- 4.2.2 Es importante tener en cuenta aspectos como la complejidad del proyecto, la cultura empresarial, la curva de aprendizaje, y otros factores, para tomar la decisión de escoger la metodología más óptima para el proceso que se va automatizar; esta decisión dependerá del tiempo que tomaría implementarla, de si es necesario que haya mucha colaboración entre los miembros del equipo o no, e incluso del tiempo que los llevaría a los empleados aprender todo lo que implica la metodología, etc.
- 4.2.3 Al evidenciar en la guía práctica los principales aspectos y características de las metodologías para la selección de una de ellas, se recomienda primero comprender bien en que consiste cada metodología para posteriormente elegir la que mejor se crea conveniente para la empresa o para el proyecto a iniciar.

4.2.4 Si bien las metodologías tradicionales y ágiles se pueden utilizar para desarrollo de software, es importante saber que entre ambas clasificaciones existen diferencias, que si son confundidas y se piensa que estas metodologías tratan de lo mismo, puede ocasionar una selección errónea de la metodología adecuada para el proyecto.

4.2.5 Para implementar metodologías BPM, la empresa debe fomentar más comunicación entre el personal, junto con estrategias para que exista más colaboración entre áreas y un cambio de mentalidad en los empleados, solo así se podrá integrar satisfactoriamente los procesos del negocio con la tecnología y la cultura organizacional.

## Referencias

- Álvarez, P. (2018). INTRODUCCION A LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC): Una mirada a sus fundamentos y aplicaciones. *Estrategia Focalizada. Resultados Garantizados*, 1-27.
- Anderson, D., & Carmichael, A. (2016). *Kanban esencial condensado*. LeanKanban University. Obtenido de <https://www.tigalia.com/wp-content/uploads/2020/12/Essential-Kanban-Condensed-Spanish.pdf>
- bizagi. (s.f.). *Bizagi Modeler: Traiga el poder del modelamiento de procesos a sus procesos de negocio*. Obtenido de bizagi: <https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler>
- Bonitasoft. (25 de Octubre de 2018). *Bonita, la mejor herramienta para la Transformación Digital, según Trycore*. Obtenido de Bonitasoft: <https://es.bonitasoft.com/noticias/bonita-bpm-mejor-herramienta-transformaci%C3%B3n-digital>
- Castillo Pineda, L. (2019). *El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realizar el potencial administrativo [Tesis de licenciatura, Universidad Militar Nueva Granada]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/34875>
- Cervantes Gómez, J., & Gómez Fuentes, M. (2012). Taxonomía de los modelos y metodologías de desarrollo de software más utilizados. *Universidades*, 62(52), 37-47.
- Club BPM. (2011). *El libro del BPM, tecnologías, conceptos, enfoques metodológicos y estándares*. Print Marketing .

Costanzo, M. (s.f.). *Qué es el desarrollo incremental*. Obtenido de mwebs.com.uy:

<https://mwebs.com.uy/blog/qu%C3%A9-es-el-desarrollo-incremental/23>

Díaz, J. (2010). *Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma [Gráfico]*.

Obtenido de Emprendices: [www.emprendices.co](http://www.emprendices.co)

Escobedo, E., & Socconini, L. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. Marge Books.

Obtenido de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=fdkZEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA14&dq=fases+de+six+sigma&ots=Na-WhSY0R5&sig=zCH06I6Ryiw6j9R3jU7jsOEjKkg#v=onepage&q=fases%20de%20six%20sigma&f=false>

Flokzu. (s.f.). *BPM en la nube*. Obtenido de Flokzu: <https://www.flokzu.com/es/bpm-en-la-nube/>

Garimella, K., Lees, M., & Williams, B. (2008). *BPM (Gerencia de procesos de negocio)*.

*Introducción a BPM*.

GESTIÓN CALIDAD Consulting. (07 de Diciembre de 2016). *Ventajas y desventajas de la gestión por procesos*. Obtenido de GESTIÓN CALIDAD Consulting: <https://gestion-calidad.com/ventajas-y-desventajas-de-la-gestion-por-procesos>

GestioPolis.com, E. (02 de Abril de 2020). *¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación*.

Obtenido de gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/#:~:text=Los%20resultados%20del%20Seis%20Sigma&text=Los%20proyectos%20consiguen%20por%20un,de%20ciclo%20en%20los%20procesos>.

Grupo Atico34. (s.f.). *Software colaborativo o groupware. Concepto y ejemplos*. Obtenido de Grupo Atico34: <https://protecciondatos-lopd.com/empresas/software-colaborativo-groupware/>

Guía Digital Beta. (s.f.). *¿Qué es la Usabilidad?* Obtenido de Guía Digital Beta: <https://www.guiadigital.gob.cl/articulo/que-es-la-usabilidad.html#:~:text=Facilidad%20de%20aprendizaje%3A%20define%20en,aprendido%20a%20usar%20el%20sistema.>

Hitpass, B. (2017). *BPM: Business Process Management: Fundamentos y Conceptos de Implementación 4a Edición actualizada y ampliada*. BHH Ltda. - Santiago de Chile. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Dm4-MGAY5vMC&oi=fnd&pg=PR1&dq=business+process+management+fundamentos+y+conceptos+de+implementaci%C3%B3n&ots=zXhRH7Zw-I&sig=LyIItvO\\_\\_wZcEN\\_8NM8sYuyYPQE#v=onepage&q=business%20process%20management%20fundamentos%20](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Dm4-MGAY5vMC&oi=fnd&pg=PR1&dq=business+process+management+fundamentos+y+conceptos+de+implementaci%C3%B3n&ots=zXhRH7Zw-I&sig=LyIItvO__wZcEN_8NM8sYuyYPQE#v=onepage&q=business%20process%20management%20fundamentos%20)

kanbanize. (s.f.). *Qué es Kanban: Definición, Características y Ventajas*. Obtenido de kanbanize: <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>

Locher, D. (2017). *Lean office: Metodología LEAN en servicios generales, comerciales y administrativos*. Profit Editorial. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5UUDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=en+qu%C3%A9+consiste+la+metodologia+lean&ots=rTOAhW7zCt&sig=IQZlg7qKv4vW9MKNTws23-Jd7bE#v=onepage&q&f=false>

- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & Comas Rodríguez, R. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 328-342.
- Microsoft. (23 de Agosto de 2021). *Facilidad de uso en el diseño de software*. Obtenido de Microsoft: <https://docs.microsoft.com/es-es/windows/win32/appuistart/usability-in-software-design#:~:text=La%20facilidad%20de%20uso%20es,utilidad%20y%20facilidad%20de%20uso>.
- Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-39.
- Oliveira, W. (04 de Agosto de 2017). *Comprenda la metodología Six Sigma, cómo surgió y cuáles son sus 5 pasos esenciales*. Obtenido de HEFLO: <https://www.heflo.com/es/blog/calidad/metodologia-six-sigma/?unapproved=884&moderation-hash=c35c9adf5f31cdf837062d0dd5973eaa#comment-884>
- Pérez, O. A. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. *Inventum*, 6(10), 64-78.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software Un enfoque práctico*. McGraw Hill. Obtenido de <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- RAE. (s.f. ). *flexible*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/flexible>
- RAE. (s.f. ). *adaptar*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/adaptar?m=form>

RAE. (s.f.). *cliente, ta*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/cliente?m=form>

RAE. (s.f.). *compatible*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/compatible>

RAE. (s.f.). *eficiencia*. Obtenido de Real Academia Española:

<https://dle.rae.es/eficiencia?m=form>

RAE. (s.f.). *funcional*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/funcional>

RAE. (s.f.). *integral*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/integral>

Robledo, P. (14 de Febrero de 2017). *Lean+SixSigma+TOC ofrecen métodos para la mejora*

*continua de procesos en BPM*. Obtenido de albatian innovation consulting:

<https://albatian.com/es/blog/lean-sixsigma-toc-ofrecen-metodos-para-la-mejora-continua-de-procesos-en-bpm/>

Subra, J.-P., & Vannieuwenhuyze, A. (2018). *Scrum: un método ágil para sus proyectos*.

Editions ENI. Obtenido de

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TyQuFpGhZ8sC&oi=fnd&pg=PA13&dq=metodolog%C3%ADas+scrum+libro&ots=\\_7fJS4ze\\_u&sig=qCNfCCKB4rulNAt4zPAhlOWpq2Y#v=onepage&q=metodolog%C3%ADas%20scrum%20libro&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TyQuFpGhZ8sC&oi=fnd&pg=PA13&dq=metodolog%C3%ADas+scrum+libro&ots=_7fJS4ze_u&sig=qCNfCCKB4rulNAt4zPAhlOWpq2Y#v=onepage&q=metodolog%C3%ADas%20scrum%20libro&f=false)

## Anexos

### 5.1 Anexo 1

#### 5.1.1 Glosario de Términos

En esta sección se incluyen las notas de todos los términos que se van dentro del glosario.

**5.1.1.1 BPM:** Business Process Management, o en español, gestión de procesos de negocio, viene a ser una agrupación de actividades que al escoger inputs(entradas), producen un output(salida), que genera valor para el cliente (Hitpass, 2017).

**5.1.1.2 Six Sigma:** la letra del alfabeto griego Sigma, es empleada como medida de varianza estadística. Su término se modifica al ser usada en los negocios, siendo la frecuencia con la que los procesos empiezan a tomar un exceso de recursos, alejándose de la perfección. (Oliveira, 2017)

**5.1.1.3 Lean:** es una técnica cuya filosofía es la de mejorar la capacidad para obtener como consecuencia un resultado, ejecutando bien las cosas desde un inicio, siendo todo esto la eficiencia (Robledo, 2017).

**5.1.1.4 TOC:** la llamada teoría de las restricciones o limitaciones, es un método de mejora continua cuyo objetivo es el de llegar a la meta del sistema e incluso ir más allá de esta (Álvarez, 2018).

**5.1.1.5 Usuario:** son las personas o clientes que adquieren, o hacen uso de los servicios de un negocio y de un profesional (RAE, s.f.).

**5.1.1.6 SCRUM:** su nombre proviene de la idea de un juego de rugby, en donde los jugadores poseen múltiples competencias, lo que ayudará a cumplir el objetivo de llevar al balón hacia donde tiene que llegar (Subra & Vannieuwenhuyze, 2018).

Esto hace referencia a un equipo de desarrollo en donde todos persiguen el mismo objetivo, que es cumplir con el proyecto encomendado.

**5.1.1.7 XP:** extreme programming o en español, programación extrema, es una metodología que se enfoca en observar la práctica en cuanto a lo que le va bien al desarrollo de aplicaciones. (Subra & Vannieuwenhuyze, 2018)

**5.1.1.8 Kanban:** es una metodología cuyo término proviene del idioma japonés, traduciéndose al español como: tablero visual, señal o tarjeta de señalización. Trata de poner un límite al trabajo en aumento o progreso. Este método fue implementado por primera por la empresa Toyota. (Anderson & Carmichael, 2016)