



## **Buenas prácticas basadas en el nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX para el desarrollo de software: un estudio de caso en una entidad bancaria**

### **Best practices based on the new SKX agile collaborative metamodel for software development: a case study in a banking institution**

Jose Milla-Flores<sup>1a</sup>, Javier Gamboa-Cruzado<sup>1</sup>, Aníbal Sifuentes Damián<sup>3</sup>,  
María Rodríguez Kong<sup>4</sup>

Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú<sup>1</sup>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú<sup>2</sup>

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Lima, Perú<sup>3</sup>

Universidad Señor de Sipán S.A.C., Chiclayo, Perú<sup>4</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2141-220X><sup>1</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0461-4152><sup>2</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8211-9771><sup>3</sup>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9645-2508><sup>4</sup>

**Recibido:** 05 de noviembre de 2022

**Aceptado:** 03 de febrero de 2023

### **Resumen**

Las empresas del sector bancario que crean aplicaciones financieras han replicado productos y servicios, con altas tasas de crecimiento a nivel internacional; pero lamentablemente no lo hacen constantemente, lo que provoca una pérdida de productos innovadores, y no logrando satisfacer las necesidades de los usuarios. En este caso, la investigación tiene como objetivo principal implementar buenas prácticas, aplicando un nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX, para mejorar el desarrollo de software en una entidad bancaria. En la investigación se tiene dos etapas: la investigación metodológica —que se ha permitido revisar y analizar las propuestas de XP, KANBAN y SCRUM— con lo cual se elaboró un nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX; luego se realizó la investigación experimental aplicando las 5 fases de SKX: inicio, preparación, ejecución, control, y cierre. El diseño de investigación considera dos grupos: Grupo experimental (Ge) y Grupo de control (Gc); mientras que, para validar las hipótesis, se utilizó la prueba t de Student. Además, de las buenas prácticas, la solución ha logrado resultados importantes tales como: aumentar la cantidad despliegue, reducir el tiempo de despliegue, mejorar la exactitud de la información y aumentar la satisfacción de los usuarios.

**Palabras clave:** Buenas prácticas, software, metamodelo colaborativo, proceso, banca.

---

<sup>a</sup>Correspondencia al autor: [jgamboa65@hotmail.com](mailto:jgamboa65@hotmail.com)

### **Abstract**

Companies in the banking sector that create financial applications have replicated products and services, with high growth rates internationally; but unfortunately, they do not do it constantly, which causes a loss of innovative products, and failing to meet the needs of users. In this sense, the main objective of the research is to implement Best Practices, applying a new agile collaborative metamodel SKX, to improve the Software Development process in a banking institution. The research has two stages: the methodological research that has allowed to review and analyze the proposals of XP, KANBAN and SCRUM with which a new agile collaborative metamodel SKX was elaborated; then the experimental research was carried out applying the 5 phases of SKX: Initiation, Preparation, Execution, Control, and Closing. The Research Design considers two groups: Experimental Group (Ge) and Control Group (Gc), while Student's t-test was used to validate the hypotheses. In addition to the Best Practices, the solution has achieved important results such as: increased deployment quantity, reduced deployment time, improved information accuracy and increased user satisfaction.

**Keywords:** Best practices, Software, collaborative metamodel, process, bank.

### **Introducción**

Hoy en día, con el cambiante entorno empresarial de software, se exige utilizar nuevos sistemas que respaldan la dinámica de las organizaciones. Las propuestas metodológicas actuales no están alineadas a los requerimientos de las organizaciones por lo cual los desarrollos de software no se realizan de manera eficiente, lo cual hace necesario en primer lugar desarrollar una propuesta metodológica de desarrollo de software. Alineados con eso, González-Obregón et al. (2021), en su investigación realizada tenía como objetivo primordial los fundamentales de la gestión organizacional para el desarrollo de software, como resultado obtuvo la viabilidad de la implementación de las buenas prácticas en las organizaciones de desarrolladoras de software para optimizar el mejoramiento continuo de sus procesos y productos, la productividad y efectividad.

Zapata-Jaramillo, Gómez-Alvarez, & Hernández-Palencia (2020), mencionan que en los proyectos de software requiere conocimiento y habilidades específicas del proceso de desarrollo que se pueden aprender, entrenar y afinar, propone un juego para la enseñanza de buenas prácticas en el proceso de desarrollo de software. Una parte importante de la ingeniería de software es el desarrollo de beneficios de los marcos flexibles y eficaces. Para Delgado-Olivera y Díaz-Alonso (2021), son los documentos requeridos en perfecto orden y en el momento requerido. Se tienen diversos modelos y metodologías han sido utilizados en los últimos años como herramienta de apoyo al desarrollo de software. En su investigación refiere que el proceso de desarrollo de software es cuestionado debido a problemas asociados con sus productos, que incluyen: sistemas que no

cumplen con las expectativas del usuario, fallas frecuentes del programa, costos de software difíciles de predecir y a menudo sobreestimados, modificar el software es una tarea difícil y costosa, entre muchas otras como: el software a menudo se presenta después de una fecha límite establecida y tiene menos funcionalidad originalmente esperada.

Es por esta razón que los modelos de proceso de desarrollo de software definen las actividades involucradas en la especificación de software (análisis y diseño), desarrollo (codificación) y desarrollo de pruebas de prueba de concepto calidad del software. Los autores Gómez-Campo et al. (2022), mencionan que los beneficios de los marcos flexibles aplicados a pequeñas empresas han atraído el interés de la industria del software a gran escala. Sin embargo, su aplicación en entornos a gran volumen significa superar muchos desafíos, entre ellos: comunicación, coordinación y colaboración.

A fin de hacer frente a estos desafíos, aparecen marcos de guías de implementación de buenas prácticas para lograr la transformación global. Buenas Prácticas, para Piñero-González et al. (2021) es una forma positiva en la prevención y control relacionado en el desempeño desde el comienzo del desarrollo de software que permite aumentar la calidad del producto. Según lo indicado, las buenas prácticas fomentan de forma directa la eficiencia del proceso del desarrollo de software para mejorar su calidad. Además, Medina, Marciszack y Groppo (2018) establecen claramente que el éxito de cualquier proyecto de desarrollo está íntimamente ligado a la calidad de los requisitos y que el proceso de requisitos es menos uniforme y entendido. Mucho más claro que el proceso general de desarrollo de software.

Las metodologías ágiles permiten distribuir adecuadamente el esfuerzo de diseño en función de las prioridades del proyecto, el estado del diseño y los requisitos, en un proceso continuo para mejorar la solución de diseño Álvarez y Roibás-Millán (2021). Según Muñoz, Mejía y Laporte (2018) para lograr esto, se deben cumplir los siguientes dos requisitos: (a) integrar la cultura del sistema y el desarrollo sostenible en las organizaciones, y (b) proporcionar al personal calificado los conocimientos y habilidades para desempeñarse bien en las marcas y/o estándares utilizados. en diversas organizaciones.

En el contexto tecnológico, el Perú ha mejorado, por lo que es importante garantizar que los productos elaborados sean efectivos, seguros y de alta calidad (Soraluz-Soraluz, Valles-Coral & Lévano-Rodríguez, 2021). Por ello, esta investigación muestra el rol del enfoque de las Buenas Prácticas en el proceso de desarrollo de software en una Entidad Bancaria. Durante años de

adopción, el desarrollo de software experimentó una expansión en popularidad en todos los sectores, debido a la gran demanda de los consumidores, La entidad bancaria entiende que es necesario el desarrollo de software con agilidad, automatización para atender de forma rápida y moderna. Por esta razón, la entidad bancaria comienza a la implementación de buenas prácticas aplicando el nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX.

En este caso, el enfoque seleccionado es la implementación de buenas prácticas aplicando el nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX, también desarrollado en la investigación, que permita optimizar la construcción de un producto de software, presentando el desarrollo del nuevo modelo colaborativo SKX mediante un estudio de caso real sobre la implementación de buenas prácticas, con el nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX, en una entidad bancaria. Los resultados y su discusión. finalmente, en se muestran las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

### Método de investigación

#### *Metamodelo colaborativo: Metodología ágil SKX*

La metodología utilizada, desarrollada posteriormente, está dividida en cinco fases y promueve un nuevo conocimiento en el Desarrollo de Software. Se visualiza las cinco fases en la Figura 1.



**Figura 1.** Fase del Metamodelo Colaborativo Ágil SKX

En este caso, las fases de la nueva metodología ágil SKX comprenden: **Fase 1: Inicio.** En la primera fase, se define una visión integral del proyecto, factibilidad, casos de uso negocio para entender los objetivos y necesidades del usuario final. **Fase 2: Preparación.** En la segunda fase, es preparar el análisis y diseño para la iteración y finalmente estimar las tareas. **Fase 3: Ejecución.** Esta tercera fase de ejecución es la pieza fundamental para ejecutar todo lo estimado, planificado, con elaboración del producto. **Fase 4: Control.** Esta cuarta fase es el control al producto elaborado, con la automatización de pruebas y otorgando la conformidad. **Fase 5: Cierre.** En esta última fase es el cierre y la retroalimentación al equipo, acuerdos y lecciones aprendidas.

***Método de investigación aplicada***

**Operacionalización de las variables.** En la Tabla 1 se muestra para cada indicador su unidad de medida, el índice, la unidad de medida el instrumento para la recolección de datos.

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable dependiente: desarrollo de software*

<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Unidad de Observación</b>
Cantidad de solicitud de despliegue	[6-15]	Solicitudes	Base de datos
Exactitud información de despliegue	[60 - 80]	Información	Base de datos
Satisfacción de usuarios	[Muy de acuerdo Algo de acuerdo Ni de acuerdo Ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Muy desacuerdo]	Escala de Likert	Base de datos
Tiempo de atención del despliegue	[4-6]	Días	Base de datos

***Diseño de investigación***

La presente investigación tiene la clasificación del diseño experimental que se enfoca en la categoría de los experimentos “puros”. Se realiza una comparación del grupo experimental (Ge) compuesto por Procesos de desarrollo de software elegidos aleatoriamente (R), donde se obtiene

O1. Posteriormente, se brinda el estímulo (X), las Buenas prácticas, y se espera lograr resultados de la posprueba sin el estímulo al grupo de control (Gc), O2.

**RGe X O1**

**RGc -- O2**

### ***Universo y muestra***

Para el universo, se consideran todos los procedimientos del desarrollo de software en las empresas que brindan servicios bancarios, en Latinoamérica. Se tiene  $N =$  Indeterminado. Para la muestra, se consideraron los requerimientos solicitados para el desarrollo de software en una entidad bancaria.  $n = 30$ . Tipo de muestreo: aleatorio.

### ***Procedimiento de recolección de datos***

En esta investigación la recolección de datos se realizó por observación indirecta y consultas a base de datos.

### **Declaración de las hipótesis**

H1: Si se aplica Buenas Prácticas, mediante la nueva metodología ágil SKX, entonces aumenta la cantidad de solicitud de despliegue en el Desarrollo de Software.

H2: Si se aplica Buenas Prácticas, mediante la nueva metodología ágil SKX, entonces reduce el tiempo de atención del despliegue en el Desarrollo de Software.

H3: Si se aplica Buenas Prácticas, mediante la nueva metodología ágil SKX, entonces mejora la exactitud de información del despliegue en el Desarrollo de Software.

H4: Si se aplica Buenas Prácticas, mediante la nueva metodología ágil SKX, entonces incrementa la satisfacción de usuarios en el Desarrollo de Software.

Para contrastar la hipótesis, se propuso la siguiente solución para cada uno de los indicadores:

$\mu_1$ : media poblacional (H1, H3, H4) de los indicadores del Desarrollo de Software en la post prueba del Gc.

$\mu_2$ : media poblacional (H1, H3, H4) de los indicadores del Desarrollo de Software en la post prueba del Ge. Donde:  $H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ ;  $H_a: \mu_1 < \mu_2$

Además:

$\mu_1$ : media poblacional (H2) de los indicadores del Desarrollo de Software en la post prueba del Gc.

$\mu_2$ : media poblacional (H2) de los indicadores del Desarrollo de Software en la PosPrueba del Ge.

Donde:  $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ ;  $H_a: \mu_1 > \mu_2$

Finalmente, se realizó la prueba de normalidad de los datos, el análisis estadístico descriptivo (Ver Tabla 32), y las hipótesis se confirmaron mediante la prueba t de Student y el software especializado Minitab (Ver Tabla 33 y Tabla 34).

### **Desarrollo del nuevo modelo colaborativo SKX**

En esta sección se describen los pasos para elaborar el nuevo metamodelo ágil SXX el cual es aplicado en la sección referente a la implementación de buenas prácticas en el desarrollo de software en un caso real. Se pretende dar a conocer lo más valioso del nuevo metamodelo ágil SXX con una descripción de sus pasos seguidos para implementar Buenas Prácticas en el Desarrollo de Software. El enfoque fundamental es el de generar beneficios a través de esta propuesta, como lo es aumentar la cantidad despliegue, reducir el tiempo de despliegue, mejorar la exactitud de la información y aumentar la satisfacción de los usuarios, que facilite una buena toma de decisiones, alineando a los objetivos y estrategias de la organización con los servicios de desarrollo de software brindados en la misma.

#### ***Modelos revisados***

##### **SCRUM**

Scrum se enfoca en la idea de que procesos específicos hacen el trabajo iterativo y recursivo para que solo se resuelvan problemas específicos (Neelu & Kavitha2, 2021), se centra en su criterio en la creación de un equipo que trabaja de manera eficiente y eficaz. De esta manera, el apoyo a la gestión de proyectos continúa mejorando (Hernández-Salazar & Alberto Beltrán, 2020) (Ver Figura 2).

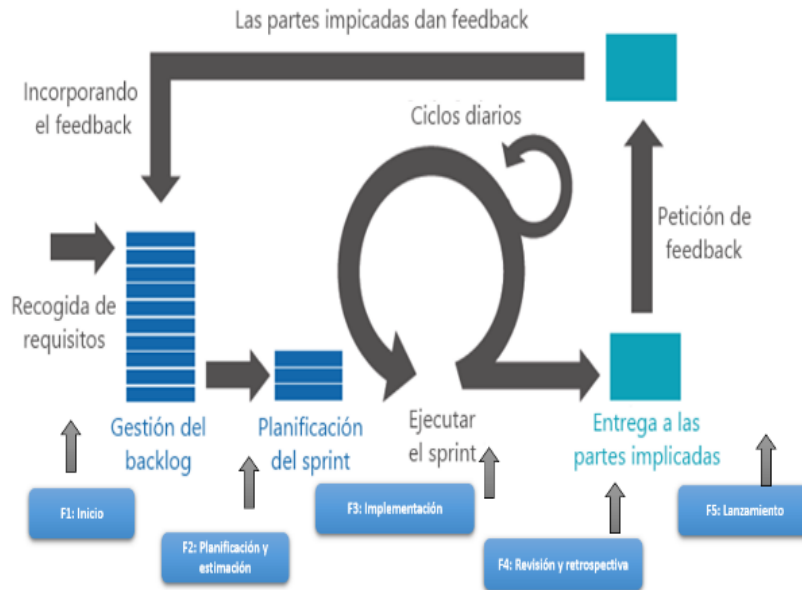


Figura 2. Modelo SCRUM

### Kanban

La metodología Kanban se basa en una idea muy simple: el trabajo en curso debe ser limitado y el nuevo trabajo debe comenzar solo después de que se entregue el trabajo actual o se complete la siguiente etapa en el flujo de trabajo avanzado (Gaete et al., 2021) (Ver Figura 3).

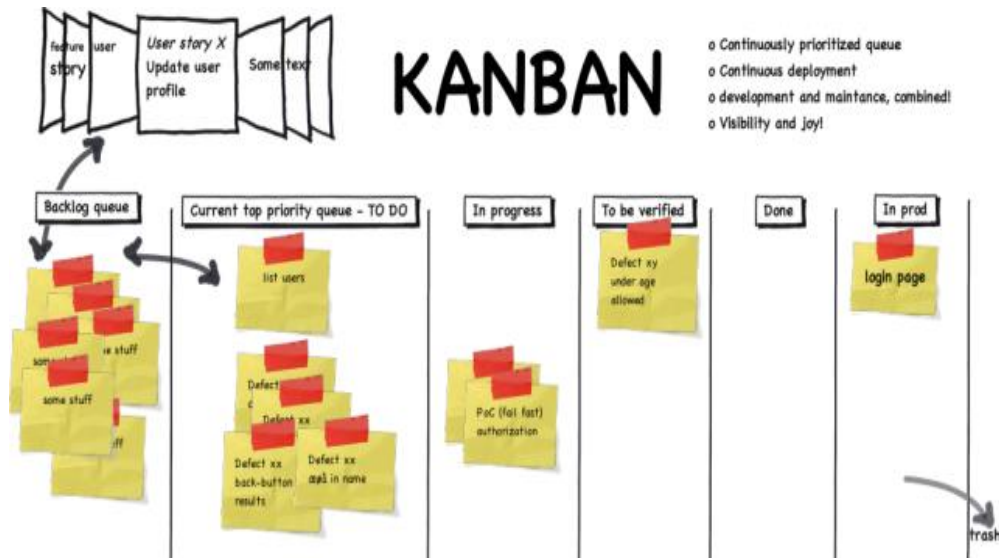
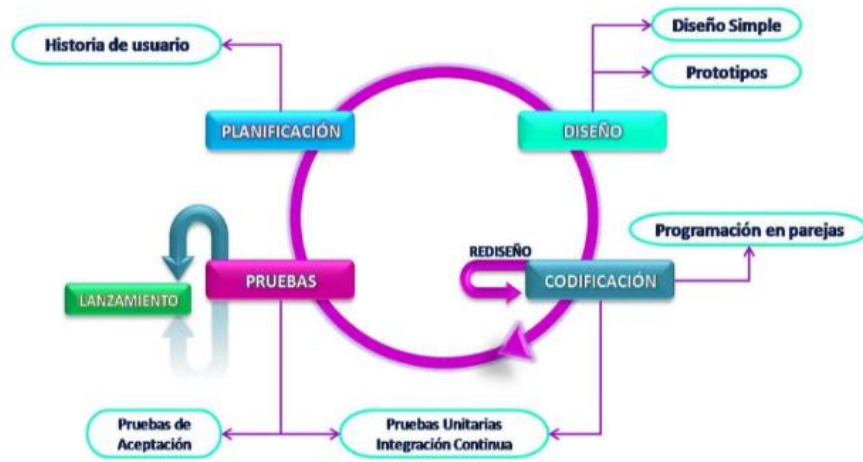


Figura 3. Modelo Kanban

### Extreme Programming (XP)



Es una metodología flexible, de conexión rápida, receptiva y sencilla de desarrollar un producto de software (Neelu & Kavitha2, 2021) (Ver Figura 4).



**Figura 4.** Modelo XP

### ***Metamodelo Colaborativo: Metodología Ágil SKX***

Después de una revisión exhaustiva de los modelos, se elaboró un nuevo modelo cuyo flujograma se muestra en la Figura 5.

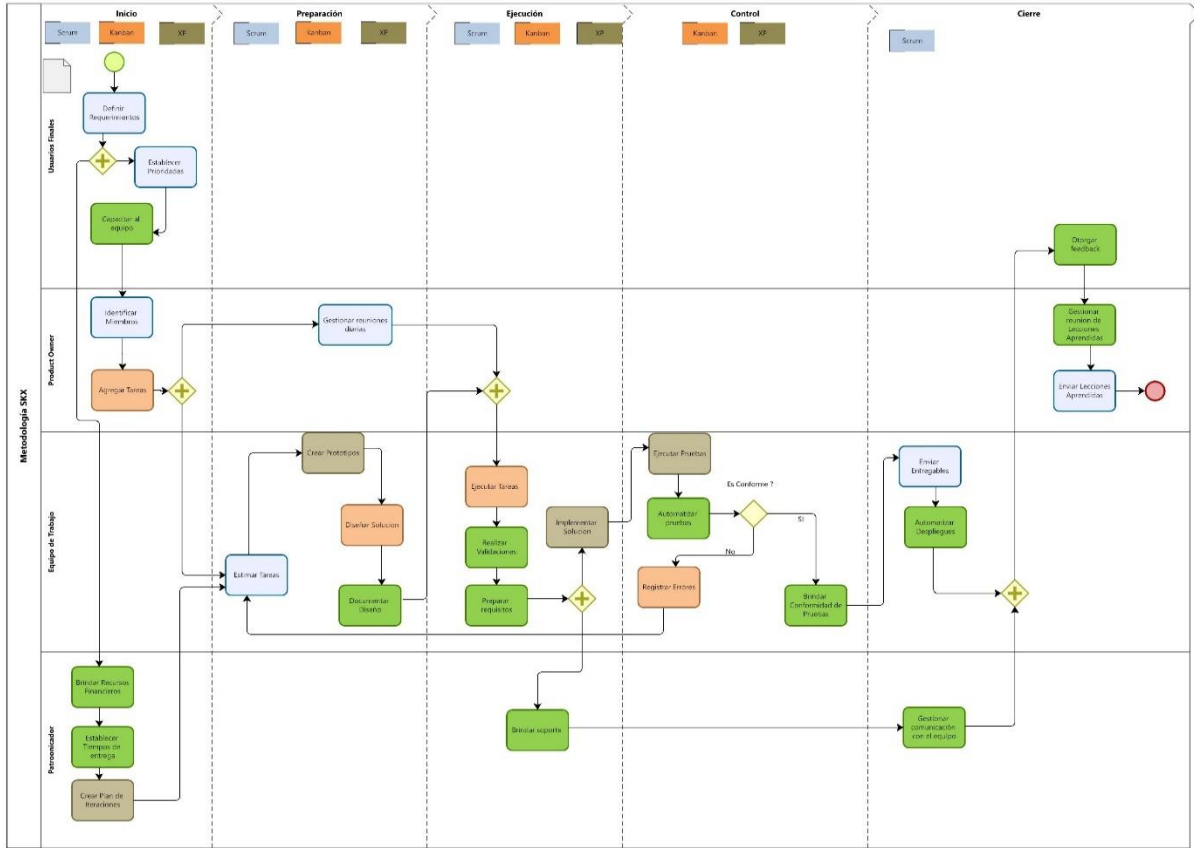


Figura 5. Flujograma del nuevo Metamodelo Colaborativo Ágil SKX

El flujo de proceso del nuevo metamodelo colaborativo SKX se muestra en la Figura 6.

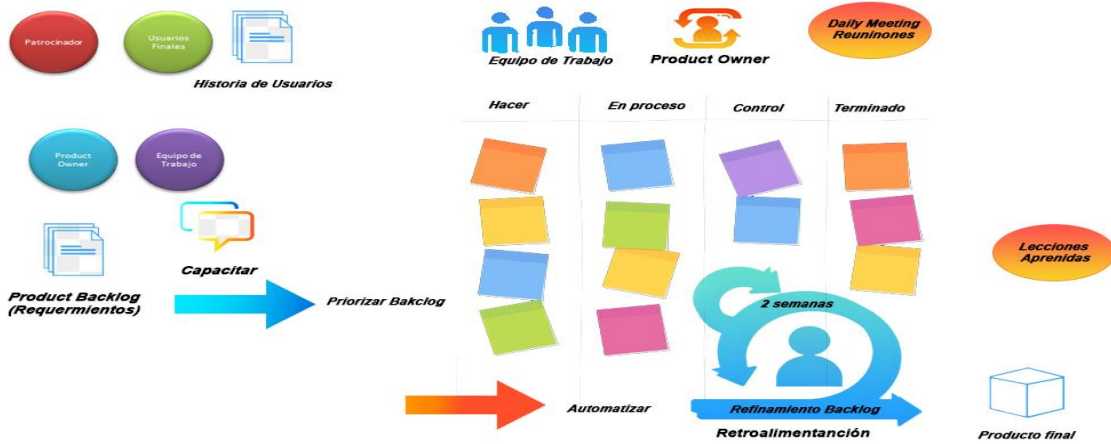


Figura 6. Flujo de proceso del nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX

**Estudio de caso**

En la Implementación de Buenas Prácticas, se aplicó el nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX, la cual está compuesto por 5 fases: inicio, preparación, ejecución, control y cierre.

Fase 1: Inicio

**Definir requerimientos.** En esta actividad se definen los requerimientos, en este pedido obedece a una necesidad del usuario final. (Ver Tablas 2 a 5).

**Establecer prioridades**

**Tabla 2**

*Establecer prioridades*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Establecer Prioridades	Registro al Backlog de requerimiento	El PO, Patrocinador en base al Backlog de requerimiento deben establecer prioridades del equipo.	Listado de requerimiento con Prioridad Backlog Priorizado	-PO -Patrocinador
Entregar Prioridades	Listado de Backlog Priorizado	El Equipo de trabajo recibe el backlog priorizado	Lista de requerimiento para trabajar en el Sprint	-Equipo de Trabajo PO Patrocinador

**Capacitar al equipo**

**Tabla 3**

*Actividades para capacitar al equipo*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Capacitar al equipo	Marco de trabajo de la nueva metodología ágil SKX	Capacitar al personal con el nuevo Marco de trabajo.	Personal capacitado	-PO -Patrocinador -Equipo de Trabajo
Entregar Formatos, Manuales, Video	Personal Capacitado con el Marco de trabajo	Establecer los formatos para el uso del requerimiento	Checklist para la fase de inicio	-Equipo de Trabajo PO Patrocinador

## Agregar tareas

**Tabla 4**

*Actividades para agregar tareas al equipo*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Agregar tareas al equipo	Backlog Priorizado	El PO, asignar las tareas al equipo para realizar la actividad	Listado actividades para Estimar el esfuerzo de la tarea asignada	-PO -Equipo de Trabajo -Usuario Final
Recibir tareas asignada	Estimación de la tarea asignada	El equipo de trabajo estima las tareas asignadas	Tareas estimadas y con la puntuación solicitada	-Equipo de Trabajo PO

## Establecer tiempos de entrega

**Tabla 5**

*Actividades para crear el plan de iteraciones*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Crear Plan de iteraciones	Tiempos de entrega	El patrocinador crear el plan de iteraciones para el seguimiento de las actividades	Elaboración de la lista del plan de iteración.	-Patrocinador -PO -Equipo de Trabajo
Recibir Plan de iteraciones	Plan de iteraciones	En conjunto con equipo se revisa el plan de iteraciones	Plan de iteraciones	-Equipo de Trabajo PO

## Fase 2: Preparación

En esta fase se prepara el análisis y diseño para la iteración y finalmente se estima cada una de las tareas. (Ver Tablas 6 a 8).

## Estimar tareas

**Tabla 6**

*Actividades para estimar tareas*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Estimar Tareas	Lista de tareas asignadas	En esta actividad el equipo de trabajo inicia la estimación	Entrega la estimación final para su análisis	-PO -Equipo de Trabajo
Entregar Estimación	Estimación Final	El PO coordinar y revisar la estimación final	Aprueba el Sprint con las actividades estimadas	-Equipo de Trabajo -PO

## Crear prototipo

**Tabla 7**

*Actividades para crear prototipo*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Crear Prototipos	La tarea asignada o la lista requerimiento	El equipo de trabajo entrega un bosquejo para la solución preliminar	Entrega un Prototipo preliminar	-PO -Equipo de Trabajo -Usuario Finales
Entrega Prototipo	Prototipo Preliminar	Presentar el prototipo al usuario final, revisar y ajustar los posibles cambios.	Aprobación del Prototipo	-Equipo de Trabajo -PO -Usuarios Finales

## Diseñar solución

**Tabla 8**

*Actividades para diseñar posible solución*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Diseñar Solución	Prototipo	El equipo de trabajo inicia un desarrollo del prototipo	Entrega un producto preliminar	-PO -Equipo de Trabajo -Usuario Finales
Entrega de la Solución	Producto Preliminar	El equipo de trabajo presenta el producto preliminar para su revisión con el usuario.	El usuario da su aprobación	-Equipo de Trabajo -PO -Usuarios Finales

**Ejecución.** Esta tercera fase se considera como la más importante para ejecutar todo lo estimado, planificado, con elaboración del producto (Ver Tablas 9 a 11).

## Ejecutar tareas

**Tabla 9**

*Las actividades para ejecutar tareas*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Ejecutar Tareas	Tareas Asignadas	Construir el producto del usuario según el requerimiento indicado	Producto Preliminar	-Equipo de Trabajo
Entregar Tareas	Producto Preliminar	El equipo de trabajo inicia un proceso de pruebas de código	Producto sin errores de código.	-Equipo de Trabajo -PO

**Realizar validaciones.** En esta etapa se validan las funcionalidades y se corrigen los errores hallados mediante la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Actividades de validaciones*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Realizar Validaciones	Producto sin errores de código	El equipo de trabajo ejecuta pruebas Unitarias	Producto sin errores de Pruebas Unitarias	-Equipo de Trabajo
Entregar Productos	Productos sin errores de Pruebas Unitarias	El equipo de trabajo inicia a preparar para llevar al ambiente de calidad	Producto sin errores pruebas unitarias funcionales	-Equipo de Trabajo -Trabajo PO

### **Implementar solución**

**Tabla 11**

*Actividades para implementar solución*

<b>Actividad</b>	<b>Entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salida</b>	<b>Responsable</b>
Implementar Solución	Documentos Producto Preliminar	El equipo de trabajo realiza el despliegue en el ambiente de calidad	Entrega producto a Calidad	-Equipo de Trabajo
Recibir Solución	Producto entregado a Calidad	El equipo de trabajo válida la entrega del producto final	Hay que asegurar que el producto no tenga errores de entrega Checklist de la Fase de ejecución	-Equipo de Trabajo

**Control.** En esta fase se realizan las actividades que permiten ejercer acciones de control ante cualquier eventualidad presentada (Ver la Tablas 12 y 13).

### **Ejecutar pruebas**

**Tabla 12**

*Actividades para ejecutar pruebas*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Ejecutar Producto	Producto Desplegado	El equipo de trabajo de calidad inicia la validación funcional	Registra Errores encontrados en las herramientas	-Equipo de Trabajo

### Brindar conformidad de pruebas

**Tabla 13**

*Actividades para brindar conformidad pruebas*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Brindar Conformidad de Pruebas	Producto sin errores	El equipo de trabajo de calidad elabora informe de pruebas y actualiza en la herramienta	Registra Errores encontrados en las herramientas Checklist para la fase de control	-Equipo de Trabajo

### Fase 5: Cierre.

Finalmente, esta fase permite el cierre y la retroalimentación al equipo, acuerdos y lecciones aprendidas (Ver la Tablas 14 y 15).

#### A. Enviar entregables

**Tabla 14**

*Actividades para enviar entregables*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Enviar Entregables	Producto sin Errores	El equipo de trabajo inicia el despliegue a producción	Producto documentado para el despliegue	-Equipo de Trabajo

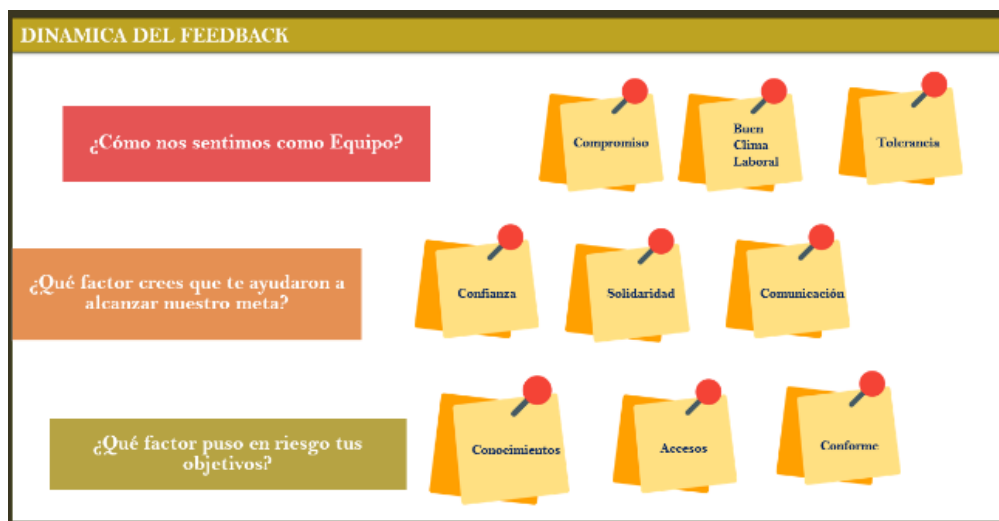
#### B. Otorgar feedback



**Tabla 15**

*Actividades para otorgar feedback*

Actividad	Entrada	Descripción	Salida	Responsable
Otorgar Feedback	Lista de Errores Lista de Impedimentos	El equipo de trabajo en conjunto con calidad, desarrollo, PO y Patrocinado, dan Feedback del producto terminado	Lista de Oportunidades de Mejoras	-Equipo de Trabajo -Usuarios Finales -PO



**Figura 7.** Dinámica de la fase de cierre

Es importante enfatizar que los resultados y hallazgos se transformaron en el soporte necesario para entender la utilidad del nuevo Metamodelo Colaborativo Ágil SKX, el cual está integrado por cinco fases: inicio, preparación, ejecución, control y cierre. Los resultados obtenidos permitieron el incremento de la cantidad de solicitud de despliegue, disminuir el tiempo de atención despliegue, mejorar la exactitud de la información y aumentar la satisfacción de los usuarios. En consecuencia, la investigación muestra los procedimientos y pasos seguidos que contribuyeron a implementar las buenas prácticas en el desarrollo de software.

## **Resultados y discusión**

### ***Resultados***

Luego de aplicación de la solución se ha obtenido valores reales para: cantidad de solicitud de despliegue, tiempo de atención despliegue, exactitud de la información de despliegue y satisfacción de usuarios.

### **Resultados experimentales**

Se obtuvieron 30 valores por cada indicador utilizando diferentes técnicas estadísticas, los cuales se muestran en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Resultados de post prueba del Gc y PosPrueba del Ge para I1, I2, I3, I4*

Id	I1: Cantidad de solicitud de despliegue		I2: Exactitud información de despliegue		I3: Tiempo de atención del despliegue		I4: Satisfacción de usuarios	
	Post prueba Gc (Solicitudes)	Post prueba Ge (Solicitudes)	Post prueba Gc (Información) %	Post prueba Ge (Información) %	Post prueba Gc (Días)	Post prueba Ge (Días)	Post prueba Gc (Satisfacción)	Post prueba Ge (Satisfacción)
1	3	15	66.667	86.667	18	12	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo
2	15	17	58.333	82.353	16	10	Algo en desacuerdo	Algo en desacuerdo
3	16	17	72.727	82.353	8	5	Muy desacuerdo	Algo de acuerdo
4	19	15	77.778	86.667	7	5	Algo en desacuerdo	Muy de acuerdo
5	10	18	66.667	88.889	10	7	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo
6	2	16	71.429	75.000	11	7	Algo en desacuerdo	Muy de acuerdo
7	3	12	77.778	83.333	10	7	Muy de acuerdo	Algo en desacuerdo
8	11	10	55.556	80.000	5	3	Algo en desacuerdo	Muy de acuerdo
9	8	14	63.636	78.571	12	8	Muy desacuerdo	Algo en desacuerdo
10	21	12	69.231	66.667	5	3	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo
11	19	15	53.333	86.667	14	9	Muy de acuerdo	Muy de acuerdo
12	8	12	71.429	83.333	15	10	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo
13	2	15	77.273	80.000	12	8	Muy de acuerdo	Muy desacuerdo
14	3	16	50.000	87.500	8	5	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	Algo de acuerdo
15	8	14	62.500	78.571	9	6	Muy de acuerdo	Muy desacuerdo
16	20	15	62.500	86.667	9	6	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo
17	15	13	83.333	76.923	9	6	Algo de acuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo
18	16	10	62.500	80.000	9	6	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo
19	12	15	71.429	86.667	10	7	Muy de acuerdo	Algo de acuerdo
20	4	16	75.000	81.250	14	9	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo
21	14	14	56.250	78.571	8	5	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo
22	19	17	61.538	76.471	14	9	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	Muy desacuerdo
23	19	16	80.000	81.250	15	10	Algo en desacuerdo	Muy de acuerdo
24	11	13	88.889	84.615	10	7	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo
25	18	18	80.000	94.444	13	8	Algo en desacuerdo	Muy de acuerdo
26	12	13	66.667	84.615	9	6	Muy desacuerdo	Algo de acuerdo
27	4	16	85.714	93.750	14	9	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo
28	7	17	71.429	88.235	14	9	Muy desacuerdo	Algo de acuerdo
29	3	14	80.000	92.857	7	5	Muy desacuerdo	Muy de acuerdo

---

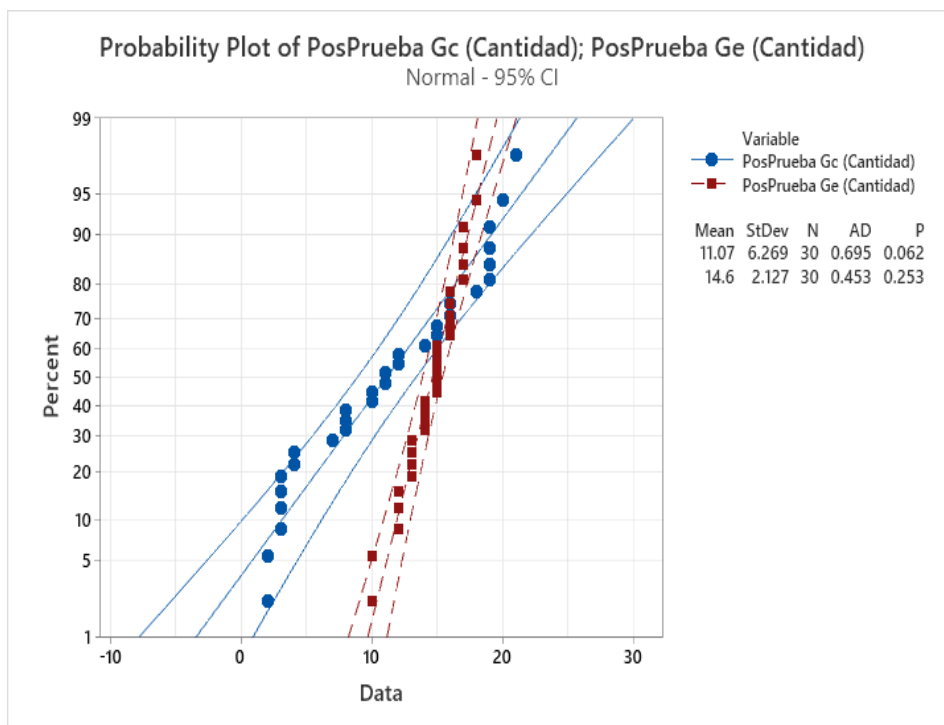
30	10	13	85.714	92.308	6	4	Algo de acuerdo	Algo de acuerdo
----	----	----	--------	--------	---	---	-----------------	-----------------

El efecto de aplicar la solución de la implementación de buenas prácticas y el uso del nuevo metamodelo colaborativo ágil SKX tuvo resultados positivos para todos sus indicadores.

### Prueba de normalidad

Esta prueba permite comparar la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Se presentan las pruebas para tres indicadores (ver Figuras 11 a 13).

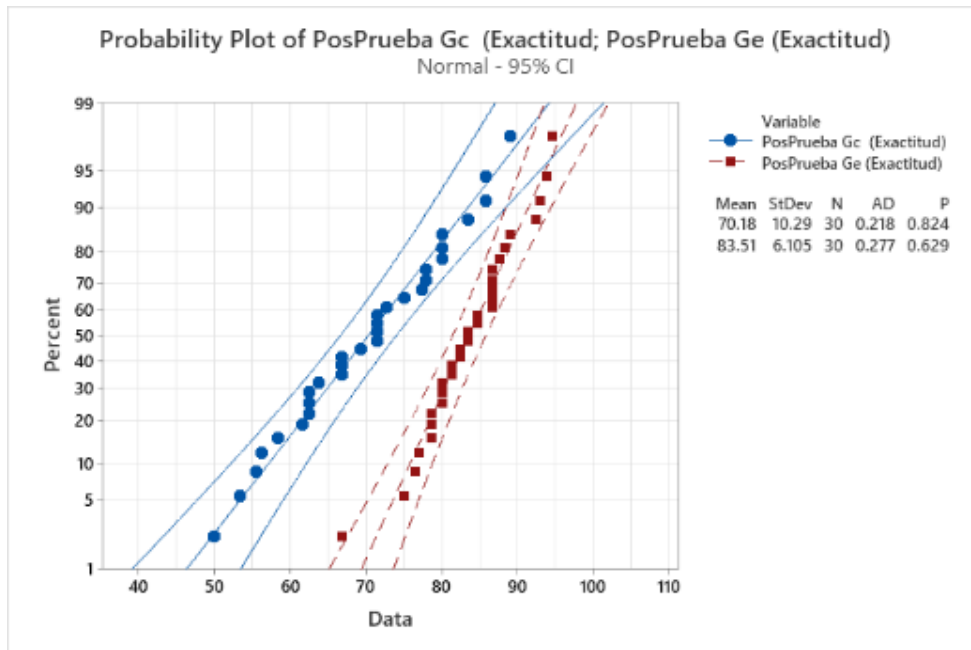
### *Cantidad de solicitud de despliegue*



**Figura 8.** Pruebas de Normalidad del Indicador I1

Se observa que, en la post prueba del Ge y la post prueba del Gc el valor de p (0.062 y 0.253)  $> \alpha$  (0.05). Por lo tanto, los valores del indicador tienen un comportamiento normal.

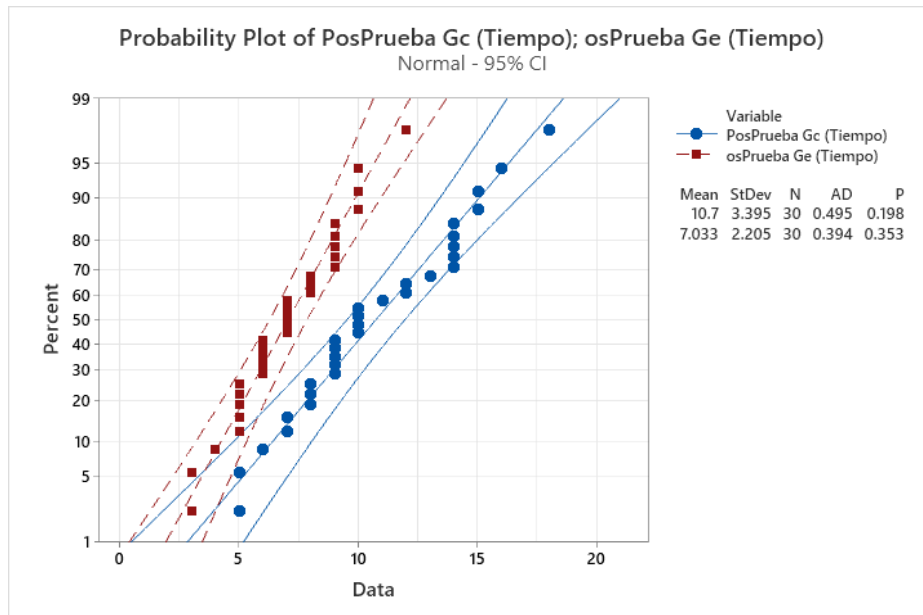
### *Exactitud información de despliegue*



**Figura 9.** Pruebas de Normalidad del Indicador I2.

Se observa que, en la PosPrueba del Ge y la PosPrueba del Gc el valor de  $p$  (0.0824 y 0.629)  $> \alpha$  (0.05). Por lo tanto, los valores del indicador tienen un comportamiento normal.

***Tiempo de atención del despliegue***



**Figura 10.** Pruebas de Normalidad del Indicador I3

Se observa que, en la post prueba del Ge y la post prueba del Gc el valor de p (0.198 y 0.353  $> \alpha$  (0.05)). Por lo tanto, los valores del indicador tienen un comportamiento normal.

**Discusión de resultados**

La discusión se lleva a cabo mediante un comportamiento crítico y honesto por parte de los investigadores respetando los resultados originales, sin alterarlos ni distorsionándolos.

Con estadística descriptiva

Un análisis descriptivo inicial de los datos permite determinar claramente un conjunto de patrones (Ver Tablas 17 y 18).

**Tabla 17**  
*Resultados de la estadística descriptiva*

<b>Indicador</b>	<b>n</b>	<b>MEAN</b>	<b>STDev</b>	<b>AD</b>	<b>p-valor</b>
I1: PosPrueba del Gc	30	11.07	6.269	0.695	0.062
I1: PosPrueba del Ge		14.6	2.127	0.453	0.253
I2: PosPrueba del Gc	30	70.18	10.29	0.218	0.824
I2: PosPrueba del Ge		83.51	6.105	0.277	0.629
I3: PosPrueba del Gc	30	10.7	3.395	0.495	0.198
I3: PosPrueba del Ge		7.033	2.205	0.394	0.353

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad de Anderson Darling, el AD y p-value son  $> \alpha$  (0.05); por lo tanto, se confirma la normalidad de los datos para el análisis. Se observa que, con un nivel de confianza del 95%, la media y la desviación estándar revelaron resultados normales en los datos de los indicadores.

**Tabla 18**

*Resumen de resultados para los indicadores*

Indicador	n	Intervalos de confianza del 95% para la media	Kurtosis	Asimetría	Q3
I1: PosPrueba del Ge	30	13.806	-0.272809	-0.447826	16.00
I1: PosPrueba del Ge		15.394			
I2: PosPrueba del Ge	30	81.227	0.734911	-0.352697	86.875
I2: PosPrueba del Ge		85.786			
I3: PosPrueba del Ge	30	6.2101	-0.422872	0.120321	9.00
I3: PosPrueba del Ge		7.8566			

En resumen, para cada indicador de la Tabla muestra que, alrededor del 95% de los valores están dentro de 2 desviaciones estándar de la media, la Kurtosis indica que hay valores con picos muy bajos, la asimetría indica que la mayoría de los valores son bajos, el 3er Cuartil (Q3) indica que el 75% de los valores es menor que o igual a este valor.

Para el indicador I1: Los resultados fueron semejantes a los de (da Silva, Yan de Lima, & Adachi, 2022) quien en su investigación acerca de service-oriented process for reengineering and DevOps, obtuvieron los resultados un aumento del 496% en el número de solicitudes, hace referencia que los resultados muestran una reducción significativa en la deuda técnica del código migrado. Podemos notar una reducción del 58% en la cantidad de correcciones requeridas; también son mejores a los resultados obtenidos por Armando-Munoz, Ordonez y Bucheli (2020), quienes en su investigación lograron mejorar la frecuencia de despliegues en 80% (1 de cada 4 fallaba).

Para el indicador I2: Los resultados fueron semejantes a los de Del Real et al. (2021) quienes en su investigación lograron mejorar exactitud al 86.4% también son mejores a los resultados obtenidos por Ali, Daneth y Hong (2020) quien en su investigación indicó que la precisión de la información obtuvo al 91% luego del desarrollo del sistema.

Para el Indicador I3: Los resultados fueron semejantes a los de Mallampati, Srivinivas y Tirumala (2018) quien en su investigación acerca de tiempo logró reducir en un 50%, también son mejores a los resultados obtenidos por Sridhar y Wooluru (2020) quienes, en su investigación,



lograron una reducción del 30% en el tiempo de ciclo por modelo. Para Raicu et al. (2021) indica que modelo propuesto ayuda a reducir el tiempo hasta en un 20%.

**Con estadística inferencial: Prueba de hipótesis**

En las Tablas 19 y 20 se muestran los valores obtenidos luego de la aplicación de las pruebas estadísticas de contrastación de las hipótesis.

**Tabla 19**  
*Contrastación de hipótesis para los indicadores paramétricos*

SAMPLE	n	Ho	T-Value	p.valor
I1: PosPrueba del Gc	30	$\mu_1 \geq \mu_2$	-2.92	0.003
I1: PosPrueba del Ge				
I2: PosPrueba del Gc	30	$\mu_1 \geq \mu_2$	-6.10	0.000
I2: PosPrueba del Ge				
I3: PosPrueba del Gc	30	$\mu_1 \leq \mu_2$	4.96	0.000
I3: PosPrueba del Ge				

**Tabla 20**  
*Contrastación de hipótesis para los indicadores no paramétricos*

SAMPLE	n	Ho	W-Value	p.valor
I4: PosPrueba del Gc	30	$\mu_1 > \mu_2$	714.00	0.001
I4: PosPrueba del Ge				
I3: PosPrueba del Ge				

Puesto que todos los valores de p son menores que  $\alpha$  (0.05), los resultados proporcionan suficiente evidencia para rechazar las hipótesis nulas (Ho), y las hipótesis alternas fueron ciertas. Las pruebas resultaron ser significativas.

## Conclusiones

Los conceptos de buenas prácticas cuando se integran al desarrollo de software de la entidad bancaria pueden generar una mejora continua. las técnicas de buenas prácticas han evolucionado en el concepto de agilidad. en este documento, se presenta una solución basada en buenas prácticas para apoyar a los procesos del desarrollo de software en la entidad bancaria. la solución está enfocada en un nuevo metamodelo ágil SKX que consta de 5 fases: inicio, preparación, ejecución, control y cierre.

Como resultado, se hizo mejoras a un conjunto de indicadores, permitiendo así validar la primera hipótesis de trabajo relacionada al aumento de la cantidad de solicitudes de despliegue; respecto a la segunda hipótesis, se logró reducir el tiempo de atención de despliegue; acerca de la tercera hipótesis, se logró mejorar la exactitud de la información y respecto a la última hipótesis, se logró incrementar la satisfacción de usuarios.

## Referencias

- Aguileta, A., & Gómez, O. (2019). Estudio de calidad y eficiencia de un enfoque de desarrollo software secuencial con programadores solos y en pareja. *Revista chilena de ingeniería*, 27 (2), 304-318.
- Ali, N., Daneth, H., & Hong, J.-E. (2020). A hybrid DevOps process supporting software reuse: A pilot project. *Journal of Software: Evolution & Process*, 32. doi:<https://doi.org/10.1002/smr.2248>
- Álvarez, J.-M., & Roibás-Millán, E. (2021). Agile methodologies applied to Integrated Concurrent Engineering for spacecraft design. *Research in Engineering Design*, 32 (4), 431-450. doi:<https://doi.org/10.1007/s00163-021-00371-y>
- Armando-Munoz, D., Ordonez, H., & Bucheli, V. (2020). Lineamientos DevOps Lineamientos para la implementación del modelo CALMS de DevOps en MIPyMEs desarrolladoras de Software en el contexto Sur Colombiano. *Revista Guillermo de Ockham*, 18 (1), 81-91. doi:<https://doi.org/10.21500/22563202.4270>
- Barroso Benítez, Y., Trujillo Casañola, Y., & Millet Lombida, Y. (2021). Marco de trabajo de evaluación de experiencia de usuario en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15 (3), 92-117.

- Cárdenas Villavicencio, O. E., Zea Ordóñez, M. P., Valarezo Pardo, M. R., & Ramón Ramón, R. A. (2021). Comparativa De Tendencias De Desarrollo De Software Móvil. *3C TIC, 10* (1), 123–147. doi:<https://doi.org/10.17993/3ctic.2021.101.123-147>
- Corral Pedraza, J. E. (202). Neurociencias aplicadas a la integración de equipos de trabajo proyectos de desarrollo de software. *Anáhuac Journal, 20* (2), 38–79.
- da Silva, C. E., Yan de Lima, J., & Adachi, E. (2022). SPReaD: service-oriented process for reengineering and DevOps. *Service Oriented Computing and Applications, 16* (1), 1–16. doi:<https://doi.org/10.1007/s11761-021-00329-x>
- Del Real, A., Del Real, O., Martínez, V., & Oyonarte, R. (2021). Uso de sistemas automatizados de inteligencia artificial para la predicción de la necesidad de extracciones dentarias en pacientes ortodóncicos. *Revista Espanola de Ortodoncia*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8330762>
- Delgado Olivera, L. d., & Díaz Alonso, L. M. (2021). Modelos de Desarrollo de Software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 15* (1), 37-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378366538003>
- Gaete, J., Villarroel, R., Figueroa, I., Cornide-Reyes, H., & Muñoz, R. (2021). Enfoque de aplicación ágil con Scrum, Lean y Kanban Agile application approach with Scrum, Lean and Kanban. *Revista chilena de ingeniería, 29* (1), 141-157. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v29n1/0718-3305-ingeniare-29-01-141.pdf>
- Gómez-Campo, C. -E., Cañizares-Hernández, T.-G., Pardo-Calvache, C.-J., & Gome-Campo, J. C. (2022). Modelo de referencia ágil y escalado para la industria de software. *Revista Científica, 43* (1), 80-92. doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.18353>
- González Obregón, W., Cruz Segura, Y., Parra Fernández, A., & Trujillo Casañola, Y. (2021). Buenas prácticas en el empleo de CMMI en empresas desarrolladoras de software. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas, 14* (1), 215-225. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/851>
- Hernández-Salazar, E., & Alberto Beltrán, C. (2020). SCRUM, Un enfoque práctico de metodología ágil para la ingeniería de software. *TIA Tecnología, investigación y academia, 8* (2), 61. <https://link.gale.com/apps/doc/A690810651/IFME?u=univcv&sid=bookmark-IFME&xid=be75d242>

- Mallampati, M., Srivininivas, K., & Tirumala, K. M. (2018). Design process to reduce production cycle time in product development. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 7 (3), 125-129. <http://doi.org/10.11591/ijai.v7.i3.pp125-129>
- Medina, O. C., Marciszack, M. M., & Groppo, M. A. (2018). Un modelo de análisis para aplicación de patrones de buenas prácticas en el modelado conceptual de gobierno electrónico. *Red de Universidades con Carreras en Informática*, 516-520. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67063>
- Muñoz, L., Flores, A., Sánchez Pérez, C., Delgado, L., & Mora Lumbreras, M. (2017). Acercando Buenas Prácticas de la industria a la formación profesional universitaria: el caso CMMi. *Revista de La Alta Tecnología y Sociedad*, 9 (4), 153–159.
- Muñoz, M., Mejia, J., & Laporte, C. (2018). Implementacion del Estandar ISO/IEC 29110 en Centros de Desarrollo de Software de Universidades Mexicanas: Experiencia del Estado de Zacatecas. *RISTI (Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao)*, 29, 43+. doi:<http://dx.doi.org/10.17013/risti.29.43-54>
- Neelu, L., & Kavitha2, D. (2021). Estimation of software quality parameters for hybrid agile process model. *SN Applied Sciences*, 3 (3), 1-11.
- Páez, J., Cortes, J., Simanca, F., & Blanco, F. (2021). Aplicación de UML y SCRUM al desarrollo del software sobre control de acceso. *Información Tecnológica*, 32 (5), 57–65.
- Piñero González, M., Marin Diaz, A., Trujillo Casañola, Y., & Buedo Hidalgo, D. (2021). Buenas prácticas para prevenir los riesgos de la eficiencia del desempeño en los productos de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15 (1), 89-113. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=2050&path%5B%5D=850>
- Piñero González, M., Marin Diaz, A., Trujillo Casañola, Y., & Paez Llopiz, R. (2022). Framework for evaluating performance efficiency from early stages in software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16 (3), 51-70. Obtenido de <http://rcci.uci.cu>
- Raicu, C.-C., Serîţan, G.-C., Bogdan-Adrian, E., & Stănculescu, M. (2021). Development Approach Model for Automotive Headlights with Mixed Delivery Methodologies over APQP Backbone. *Applied Sciences*, 11 (1), 1-12.

- Soraluz Soraluz, A. E., Valles Coral, M. Á., & Lévano Rodríguez, D. (2021). Desarrollo guiado por comportamiento: buenas prácticas para la calidad de software. *Ingeniería y Desarrollo*, 39 (1), 190–204. doi:<https://doi.org/10.14482/inde.39.1.005.3>
- Sridhar, G., & Wooluru, Y. (2020). Application of Lean in an Engineering Service Industry. *IUP Journal of Operations Management*, 19 (1), 40-49. <https://ssrn.com/abstract=3798441>
- Zapata Arbeláez, J. J., Manrique-Losada, B., Gasca-Hurtado, G. P., & Machuca-Villegas, L. (2021). Caracterización de métodos de evaluación de desempeño para equipos de desarrollo de software. *Revista chilena de ingeniería*, 29 (1), 129-140.
- Zapata Jaramillo, C. M., Gómez Alvarez, M. C., & Hernández Palencia, J. C. (2020). Smellware: un juego para la enseñanza de buenas prácticas en el proceso de desarrollo de software. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28 (4), 645-653. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000400645>