



**ACCIONES DE MEJORA DESDE LA METODOLOGÍA LEAN SOFTWARE
DEVELOPMENT APLICADAS A LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE EN UNA EMPRESA DE EXTERNALIZACIÓN
DE PROCESOS**

Autor:

Yamal Yadalla Jassir Gómez

Ingeniero Industrial

Estudiante de la Maestría de Gerencia de Ingeniería

Director de proyecto de grado:

Luis Alfredo Paipa Galeano, MSc., PhD.

Profesor de la Facultad de Ingeniería

Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana, Chía Cundinamarca, 2024

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Chía, 2024

Agradecimientos

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mi mamá María Margarita por su apoyo y su infinita paciencia. También quiero extender mi agradecimiento a María Paula por su ayuda en las etapas finales. Asimismo, a Carlos Orellana por su guía y orientación. En general, gracias a todos por acompañarme en este proceso. Su amor y apoyo son mi mayor fortaleza.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
1. Introducción	12
2. Definición del problema y justificación	14
3. Objetivos	16
3.1. Objetivo general	16
3.2. Objetivos específicos	16
4. Marco conceptual	17
4.1. Marco teórico	17
____ <i>4.1.1. Lean</i>	17
____ <i>4.1.2. Desperdicios en Lean Manufacturing</i>	18
____ <i>4.1.3. Herramientas de Lean</i>	19
____ <i>4.1.4. Lean Software Development</i>	20
____ <i>4.1.5. Desperdicios en software</i>	21
____ <i>4.1.6. Indicadores</i>	22
4.2. Estado del arte	22
5. Metodología	27
6. Identificación del flujo de valor inicial y construcción del flujo de valor propuesto	28
6.1. Flujo de valor inicial	28
6.2. Análisis de desperdicios	29
6.3. Acciones de mejora	30
6.4. Flujo de valor propuesto	31

7. Cálculo de indicadores del flujo de valor inicial y propuesto	32
8. Implementación y resultados	34
8.1. Implementación	34
8.2. Análisis de resultados.....	34
9. Conclusiones	40
10. Investigación futura	41
Referencias.....	42
Apéndice.....	46

Índice de tablas

Tabla 1. Diferencias entre las duraciones y costos estimados y actuales.....	15
Tabla 2. Desperdicios en la manufacura	2119
Tabla 3. Equivalencia y definición de desperdicios para el contexto de Software.....	2121
Tabla 4. Ficha técnica de indicadores	22
Tabla 5. Síntesis del estado del arte	26
Tabla 6. Metodología.....	287
Tabla 7. Figuras utilizadas en los flujos de valor (VSM)	28
Tabla 8. Tiempos de actividades y <i>Lead Time</i> del flujo inicial expresado en días	29
Tabla 9. Tiempos de actividades y <i>Lead Time</i> del flujo propuesto expresado en días	31
Tabla 10. Propuesta de <i>Lead Time</i> y eficiencias de flujo.....	33
Tabla 11. <i>Lead Time</i> , eficiencias, duración de actividades que agregan valor y duración de desperdicios, segmentado por etapas y por proyectos de los sectores de transporte, financiero y minorista (expresado en días).....	35
Tabla 12. Diferencias de <i>Lead Time</i> y eficiencias entre el flujo propuesto y los flujos implementados, así como entre el flujo inicial y los flujos implementados	38

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Etapas y actividades de implementación de DAP	12
Ilustración 2. Principios de <i>Lean</i>	2118
Ilustración 3. Proceso de implementación <i>Lean</i>	18
Ilustración 4. Principios de <i>Lean Software Development</i>	121

Índice de gráficas

Gráfica 1. Diagrama de Pareto de la clasificación de las actividades de implementación en el flujo inicial	30
Gráfica 2. Comparativa del <i>Lead Time</i> total y las eficiencias del flujo inicial y propuesto	32
Gráfica 3. Comparación por etapas entre los <i>Lead Time</i> del flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista.....	36
Gráfica 4. Comparación por etapas entre las eficiencias del flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista.....	37

Resumen

La empresa objeto de estudio es considerada un BPO (*Business Process Outsourcing* o externalización de procesos de negocios), que ofrece soluciones digitales y servicios de Centro de Atención Telefónica. Dentro de su portafolio, ofrece la plataforma DAP (Distribuidor Automático de Procesos) para gestionar la fuerza laboral, sistematizar y monitorear procesos. Para la compañía, el proceso de integración de esta herramienta en los negocios es considerado como un proyecto y varía con cada cliente. Esto debido a que el alcance del proyecto cambia según la naturaleza del negocio, las especificaciones contractuales y las características requeridas. Estos proyectos requieren de seis etapas: el análisis del problema y la formación de un equipo, el levantamiento de requerimientos, el diseño de una propuesta de solución, el desarrollo, la realización de pruebas y la puesta en marcha o “*go live*”. El objetivo del proyecto es la entrega oportuna de la herramienta DAP al cliente. Sin embargo, las actividades de estructuración y configuración de la herramienta generan demoras, por lo que la compañía no logra cumplir con la entrega de la herramienta dentro de los plazos establecidos. Este incumplimiento afecta el presupuesto diseñado debido a que, por cada día adicional, se incrementan los costos asociados. Por lo tanto, a través de este trabajo grado, se buscó disminuir los tiempos de la implementación de DAP, basándose en los conceptos de *Lean Software Development*, con el objetivo de reducir los sobrecostos. Para esto, se mapeó el flujo de valor inicial para identificar las causas de los desperdicios y posteriormente reducirlos o eliminarlos. Finalmente, se entregó un flujo rediseñado, un análisis comparativo de los indicadores iniciales y propuestos, y un análisis de los resultados de tres implementaciones realizadas en términos de costos y tiempos.

Abstract

The company under study is considered a BPO (Business Process Outsourcing), which offers digital solutions and Call Center services. Within its portfolio, it offers the DAP (Distribuidor Automático de Procesos - Automated Workflow Processor) platform for managing the workforce, as well as systematizing and monitoring processes. For the company, the process of integrating this tool into businesses is considered a project and changes with each client. This happens because the project's scope changes according to the nature of the business, contractual specifications, and required features. Projects like this require six stages: problem analysis and forming a team, identifying requirements, designing a proposed solution, developing the software, conducting tests, and implementation. The main objective of each project is the timely delivery of DAP to the client. However, the activities related to structuring and configuring the tool lead to delays, causing the company to fail in meeting the established delivery. This non-compliance affects the designed budget, as the associated costs increase for each additional day. Therefore, in this project, the goal is to decrease implementation times of DAP, based on *Lean Software Development*, with the aim of reducing overhead costs. For this purpose, the initial management flow was mapped to identify the causes of waste and subsequently reduce or eliminate it. Finally, a redesigned flow, a comparative analysis of initial and future indicators, and an analysis of the results from three implementations was delivered in terms of costs and time.

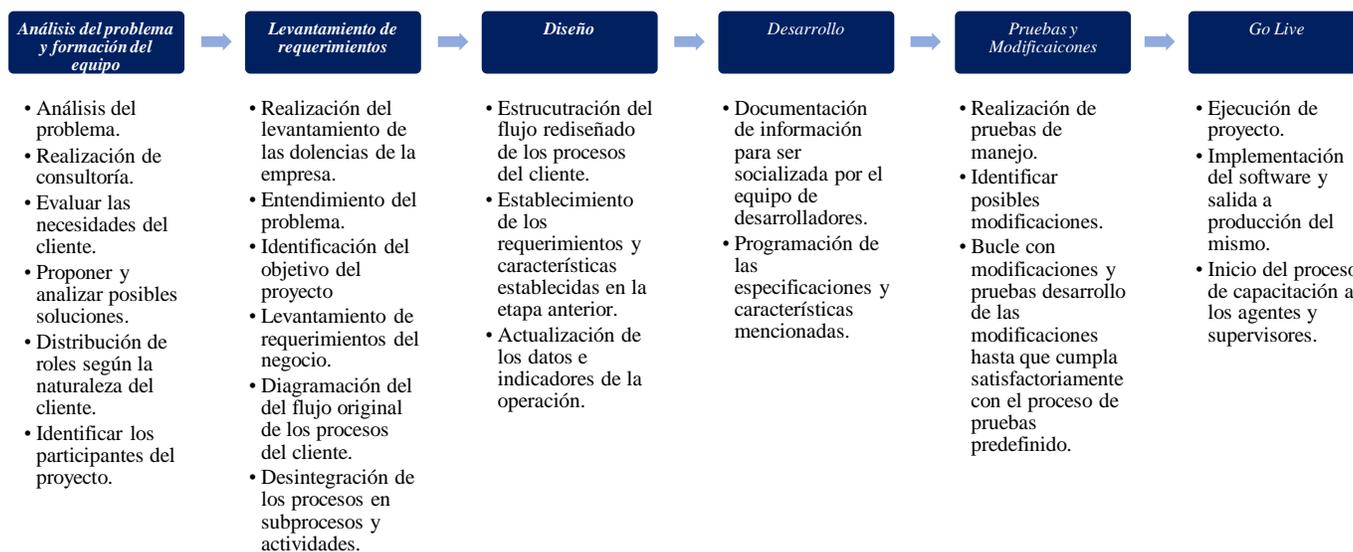
1. Introducción

La empresa objeto de estudio se posiciona como una de las principales compañías de externalización de procesos de Sudamérica que se enfoca en ofrecer soluciones digitales y servicios de atención al cliente para varios sectores a nivel global. Una de las principales soluciones es DAP, que es un software diseñado para la gestión de casos por los canales de correo, chat y/o voz.

Esta es una herramienta tipo *Workflow* diseñada para automatizar, sistematizar y monitorear en tiempo real a colaboradores y procesos. El software trabaja con un sistema de alertas, con el objetivo de controlar el tiempo de atención de casos y medir distintos indicadores requeridos. Su implementación consta de seis etapas que se pueden observar en la Ilustración 1.

Ilustración 1

Etapas y actividades de implementación de DAP



Nota. Diagrama proporcionado por la compañía de externalización de procesos.

El control de estos tiempos de las etapas de implementación es importante para garantizar la entrega oportuna de la herramienta al cliente en los tiempos establecidos. Sin embargo, la compañía no logra cumplir los tiempos propuestos para la salida a producción de esta herramienta en ninguna de las seis etapas. Esto se ve reflejado en el aumento de la duración de las implementaciones de hasta 477% sobre lo estimado. Además, genera un aumento de los costos de un proyecto, lo que representa en promedio sobrecostos de \$109.178.125 de pesos colombianos por proyecto.

Las empresas de software han estado buscando un nuevo enfoque que proporcione ventajas para aumentar la productividad y satisfacer la demanda de los clientes (Yadav et al., 2020). De esta manera, *Lean Software Development* (LSD) se ha convertido en una alternativa viable por su efectividad (Nikiforova & Bicevska, 2018), a través del uso de la herramienta de *Value Stream Map* (VSM).

El presente trabajo, está estructurado de la siguiente manera, a saber: la primera sección de este documento trata sobre la construcción del diagrama inicial, el análisis de los desperdicios encontrados y la construcción del flujo propuesto a través de la herramienta de VSM. Siguiendo a esto, se calcularon los indicadores que ayudaron a comparar tiempos entre ambos flujos. Posteriormente, en la última sección se puede observar una validación del flujo propuesto en tres casos de aplicación y una comparación de tiempos, eficiencias y costos.

2. Definición del problema y justificación

La compañía objeto de estudio tiene presencia en más de 15 países de Europa, Asia, Norte América y Sudamérica, en los cuales desarrolla su modelo de negocio principal que es la subcontratación y externalización de procesos. Adicionalmente, ofrece servicios de atención al cliente y soluciones digitales enfocadas en producir eficiencias, mejorar ingresos o reducir costos. La compañía maneja más de cien clientes de varios sectores como minorista, comercio electrónico, transporte, financiero, salud, entre otros.

La compañía rige sus acciones según las decisiones que la junta directiva trasmite a las respectivas áreas. En los últimos años, los miembros de la junta han mostrado su preocupación por las consecuencias de la postpandemia, que ha generado la salida de varios clientes importantes y problemas en las rentabilidades de las operaciones.

Por esto mismo, la junta directiva tomó la decisión de hacer énfasis en la implementación de soluciones digitales con el fin de reducir costos. Esto incluye planes de mejora en el proceso de implementación de soluciones digitales y softwares para mejorar los tiempos de entrega al cliente.

Una de estas soluciones digitales es el Software DAP que es gestor de fuerza laboral que es usado para gestionar casos, monitorear colaboradores y controlar procesos. Para la empresa, la implementación de este software en el proceso interno de cada cliente se considera como un proyecto destinado a reducir personal, mejorar los tiempos de ejecución de los procesos o reducir los costos operacionales. Esta herramienta consta de seis etapas de implementación que son susceptibles a mejora por los altos tiempos de ejecución.

Las directivas de la empresa tienen un seguimiento especial para DAP que consiste en reducir los días de implementación de DAP a 70 días. Sin embargo, para el año 2023, la duración real de una implementación de DAP fue en promedio de 315 días, es decir, una diferencia de 245 días entre la duración real y la estimada. Debido a estos días adicionales, la empresa objeto de estudio presentó en promedio sobrecostos de \$109,178,125 COP. Se pueden observar las diferencias entre los tiempos de implementación y los costos estimados y actuales en la Tabla 1.

Tabla 1

Diferencias entre las duraciones y costos estimados y actuales

Implementación de DAP	Duración promedio (días)	Costo promedio (COP)
Actualidad	315	\$ 140.371.875,00
Estimación	70	\$ 31.193.750,00
Diferencia	245	\$ 109.178.125,00

Nota. Elaboración propia según tiempos y cifras de proyectos históricos.

Para resolver este problema, los directivos han tenido algunos acercamientos a metodologías ágiles, los cuales no tuvieron acogida por los cargos operacionales. Por eso mismo, la metodología *Lean Software Development* surge como una alternativa para identificar posibles causas que estén asociadas al incumplimiento de tiempos en el proceso de implementación de la herramienta y proponer acciones de mejorar para reducir sobrecostos (Deshmukh & Srivastava, 2020).

Por esta razón, el presente trabajo pretende dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo disminuir la duración y los sobrecostos de las implementaciones de DAP en una empresa de externalización de procesos a través de las acciones de mejora con el uso de Lean Software Development?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Disminuir el tiempo de implementación de los proyectos de DAP, mediante acciones de mejora según *Lean Software Development*, para reducir sobrecostos en la compañía de externalización de procesos.

3.2. Objetivos específicos

- Establecer el flujo de valor inicial y propuesto de las etapas de los proyectos en la compañía de externalización de procesos.
- Identificar los indicadores relacionados con las acciones de mejora que logran la reducción de los tiempos y sobrecostos en la compañía de externalización de procesos.
- Validar el nuevo modelo de flujo de valor propuesto para la implementación del software mediante casos de aplicación en la compañía de externalización de procesos.

4. Marco conceptual

4.1. Marco teórico

4.1.1. *Lean*

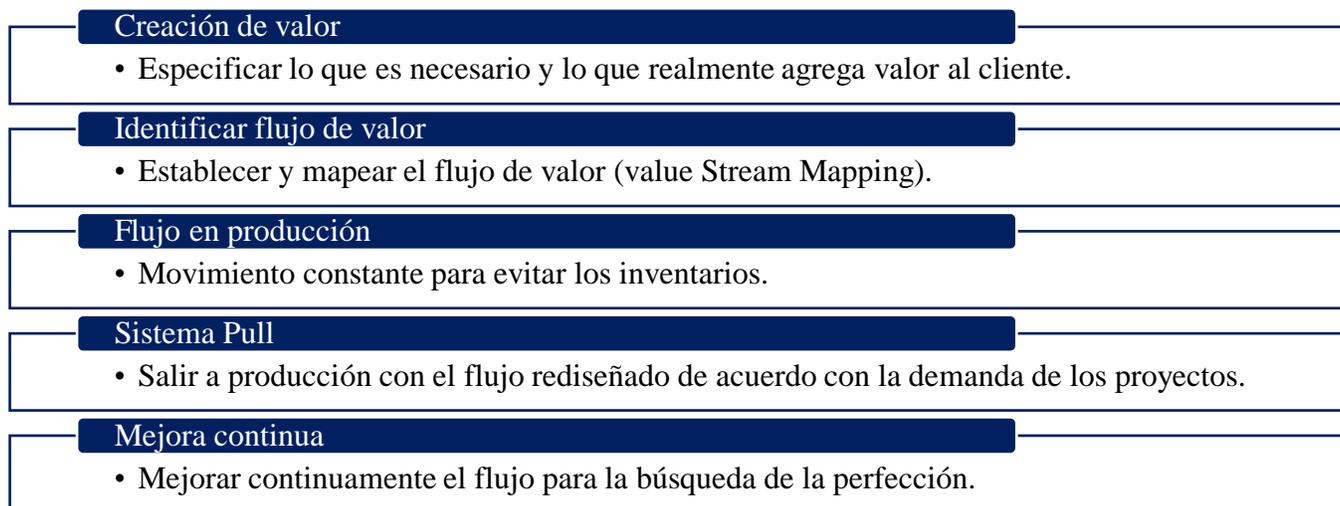
El pensamiento *Lean* tiene sus inicios en el sistema de producción como *Lean Manufacturing*, el cual es un enfoque dedicado a empresas de manufactura y producción (Holmemo et al., 2016). Fue introducido por primera vez en la industria automovilística japonesa después de la Segunda Guerra Mundial por Eiji Toyoda y Taiichi Ohno como el Sistema de Producción de Toyota (Kumar et al., 2022).

Lean surgió como una necesidad para suplir las demandas de compañías interesadas en implementar el Sistema de Producción de Toyota y replicar el éxito logrado (Klein et al., 2023). Su objetivo principal es eliminar todas aquellas actividades que no aportan valor, la reducción de tiempos muertos y reducir costos (Vargas & Camero, 2021).

Para poder cumplir con este objetivo, la metodología de *Lean* se basa en cinco principios con el fin de mejorar la calidad, la productividad, la eficiencia, la competitividad, los plazos de entrega y la satisfacción del cliente (Muñoz Guevara et al., 2022). Se pueden observar los principios de *Lean* en la Ilustración 2.

Ilustración 2

Principios Lean

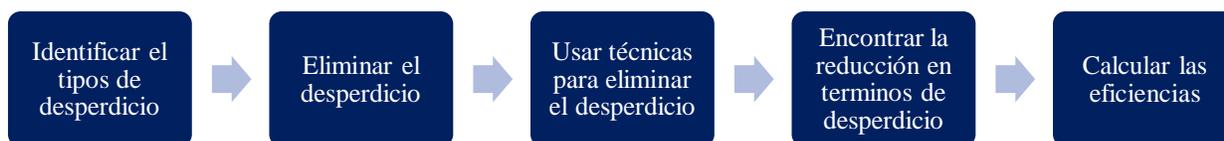


Nota. La figura muestra los principios *Lean* según Pascual et al. (2019) y Holmemo et al. (2016)

Ahora bien, *Lean Manufacturing* no sigue una metodología exacta, sin embargo, posee pasos obligatorios para su correcta implementación (Kumar et al., 2022). Se puede observar el proceso de implementación de *Lean Manufacturing* en la Ilustración 3.

Ilustración 3.

Proceso de implementación de Lean



Nota. La figura muestra el proceso de implementación de *Lean* según Kumar et al. (2022).

4.1.2. Desperdicios en Lean Manufacturing

En *Lean Manufacturing* se mencionan siete tipos de desperdicios, los cuales representan actividades que no generan valor al cliente (Paz et al., 2022). Según Vázquez et al. (2018), existen desperdicios que no aportan valor, pero son necesarios para el desarrollo del proyecto, y

desperdicios que no son necesarios y tampoco aportan valor, los cuales deben eliminarse. Se pueden observar en la Tabla 2 algunas de los desperdicios más comunes en el sector de la manufactura.

Tabla 2

Desperdicios en la manufactura

Desperdicio	Definición en manufactura
Defectos	Producción de productos que requieren reemplazo, corrección y son defectuosos.
Esperas	Demoras o cuellos de botella asociados a retrasos, falta de inventario, equipo, materiales o procesamiento.
Procesos innecesarios	Procesos innecesarios que no son requeridos para el producto final y no agregan valor al cliente.
Sobreproducción	Producir productos adicionales que no están ordenados por el cliente.
Movimientos innecesarios	Movimientos o traslados de humanos que no son necesarios y que no son indispensables para agregar valor al producto final.
Inventario	Materia prima sin procesar o productos terminados que se tienen en exceso.
Transporte	Traslados de materiales que no apoyan directamente a la producción.

Nota. Desperdicios de *Lean Manufacturing* según Socconini (2019).

4.1.3. Herramientas de Lean

Mapa de flujo de valor. Los autores Suresh & Ashwin (2020) definen el mapa de flujo de valor o *Value Stream Mapping* (VSM) como una representación gráfica que involucra toda parte del proceso desde el inicio hasta la entrega al cliente. Su principal objetivo es eliminar o reducir las actividades que no generan valor al producto, incrementa la productividad y la eficiencia al analizar el estado del flujo de valor (Suresh & Ashwin, 2020; Dinis-Carvalho et al., 2019).

Kaizen. Helmold (2020) indica que esta herramienta en japonés significa “cambio para el mejoramiento” que se enfoca en encontrar anomalías y realizar mejoras de manera gradual e

infinita. El objetivo es determinar la raíz de los desperdicios para aplicar contramedidas y mejoras que reduzcan estas ineficiencias (Thakur, 2016).

Kanban. El concepto *Kanban* es una señal que explica cuando es el tiempo para realizar un producto o tarea y ayuda a tener un control visual del flujo del inventario o materiales (Adel et al., 2020). Senapathi & Drury-Grogan (2021) menciona que es un enfoque para definir, gestionar y mejorar servicios, iniciativas creativas, diseños y productos físicos. Según el mismo autor, Uno de sus objetivos principales es manejar los trabajos en progreso y mejorar el flujo de trabajo.

Ishikawa. Suárez & Rodríguez (2019) mencionan que esta herramienta es conocida como diagrama espina de pescado, y es considerada como una herramienta de identificación de causas en diferentes sectores y organizaciones. El mismo autor menciona que el objetivo de los diagramas *Ishikawa* es identificar, analizar y clasificar las causas de un problema, para luego identificar acciones de mejora, reducir costos, y mejorar los procesos.

4.1.4. Lean Software Development

Con el paso de los años, la capacidad de agregar valor y de optimizar procesos de *Lean* trascendió las barreras sectoriales de la manufactura (Orjuela et al., 2015). Como consecuencia, *Lean Software Development* surge como el *Lean* que se adaptó como solución a los procesos de implementación de software y garantizar el cumplimiento de los tiempos bajo el presupuesto establecido (Omar Ben Dalla, 2020). Los autores Yadav et al. (2020) comentan que los hermanos Poppendieck crearon en 2006 una hoja de ruta basada en *Lean* en la que se adaptaba la metodología al software. Los principios de LSD se pueden observar en la Ilustración 4.

Ilustración 4

Principios de Lean Software Development

Eliminación de desperdicios	• Eliminar las actividades que no aporten valor al cliente.
Amplificar el conocimiento	• Creación de conocimientos constante.
Agilidad en la entrega	• Reducir el desarrollo adicional.
Construir con calidad	• Encontrar la raíz de los errores y evitar defectos.
Optimizar	• Optimizar lo global y no lo individual.
Respetar a las personas	• Motivar y empoderar a los experimentados para tomar decisiones.
Aplazar decisiones	• No ejecutar hasta tener la suficiente información.

Nota. Principios de LSD según Deshmukh & Srivastava (2020).

4.1.5. Desperdicios en software

En LSD, los desperdicios se adaptan del contexto de la manufactura al enfoque del software. El equivalente de los desperdicios de *Lean Manufacturing* en LSD con sus definiciones se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Equivalencia y definición de desperdicios para el contexto de software

Desperdicio en manufactura	Desperdicio en software	Definición en software
Inventario	Trabajo no terminado	Desarrollo no completado.
Sobreproducción	Características extra	Desarrollos adicionales no solicitados.
Sobre procesamiento	Procesos extra	Desarrollos adicionales que no agregan valor
Movimientos innecesarios	Movimientos	Preparación y movimientos para desarrollar.
Transporte innecesario	Cambio de responsable	Cambio de responsable de actividades.
Esperas	Esperas	Tiempo de espera: decisiones o información.
Defectos	Defectos	Tiempo y costos por errores no identificados.

Nota. Adaptado según Paz et al. (2022) y Nikiforova & Bicevska (2018).

4.1.6. Indicadores

Los indicadores que se tendrán en cuenta en el desarrollo del proyecto se observan en la Tabla 3, donde se muestra a detalle su definición y cálculo.

Tabla 2

Ficha técnica de indicadores

Nombre del indicador	Definición	Cálculo
<i>Lead Time</i>	Mide el tiempo que transcurre desde que se solicita el proyecto hasta que se entrega al cliente.	\sum <i>Tiempo de actividades del Flujo</i>
Eficiencia del flujo	Mide la cantidad de actividades que agregan valor frente a la cantidad de desperdicios.	$\frac{\textit{Tiempo de actividades de valor}}{\textit{Tiempo Lead Time Total}} \times 100$

Nota. Elaboración propia con base en Sudhakara et al. (2020).

4.2. Estado del arte

Una revisión en la literatura muestra que en el ámbito industrial la metodología *Lean* está orientada principalmente a incrementar la productividad (Hinckeldeyn et al., 2015). Cruz et al. (2020) realizaron un análisis manual de 80 artículos extraídos de la base de datos Scopus y establecieron que la mayoría de los autores asocian la palabra “*Lean*” a una situación controlada y con procesos repetitivos en el tiempo; es decir, a actividades más enfocadas al sector industrial. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, *Lean* ha evolucionado a través de los años en diversos campos que no son relacionados con la manufactura (Amaro et al., 2019).

En el contexto de software, Lehtonen et al. (2016) menciona en un artículo la aplicación de herramientas LSD para minimizar el tiempo de desarrollo y reducir los desperdicios en una empresa de software finlandesa. En este mismo estudio se evidenciaron principalmente desperdicios de sobre procesamiento, esperas y defectos, donde se destaca el uso del diagrama VSM y el análisis de datos para proponer e implementar mejoras. Los resultados que mencionan

los autores demuestran que con la planificación anticipada de pruebas de aceptación por parte del cliente y con una comunicación efectiva, se redujo el tiempo de espera a un promedio de 10 días por característica a desarrollar y se mejoró la eficiencia de flujo a un promedio de 34%.

Nikiforova & Bicevska (2018) menciona que en una compañía de IT en Letonia se aplicó los principios de *Lean* para un software con el objetivo de mejorar las eficiencias y la efectividad de los procesos involucrados. El autor comenta que el uso del diagrama VSM, del análisis de los desperdicios y del diagrama de Pareto ayudó a identificar las áreas problema para posteriormente lograr la reducción de la duración total del proceso en un 15,31% y las esperas en un 37,04%. Además, se logró un aumento de 45% en la tasa de éxito de las implementaciones de software con la identificación de puntos débiles y la disminución de los desperdicios. Por último, el mismo autor destaca que el estudio también demostró que no hay limitaciones para *Lean* y que puede ser implementado en una amplia variedad de servicios.

Por otra parte, Middleton (2001) realizó un estudio con base en LSD donde comparaban dos equipos que trabajaban en las mejoras y correcciones para un sistema de software financiero. En el proyecto, el autor menciona que no existía la documentación técnica, habían variados estilos de código, retrasos en los proyectos, dificultades con el aprendizaje y personal desmoralizado. Como resultado de la aplicación de LSD, el mismo autor comenta que se destacan soluciones como el uso de marcas de conteo para registrar los errores como medidas visuales de control, la transferencia de responsabilidades, la identificación de defectos antes de que se convirtieran en errores, la reestructuración organizativa del equipo, la comunicación asertiva, e incluso la revisión de las aspiraciones profesionales de los trabajadores para mejorar la productividad.

Además, los autores Alahyari et al. (2019) mencionan varios estudios realizados en el que destacan dos con el uso de LSD y de la herramienta VSM para identificar problemas y mejorar el rendimiento de los procesos. El primer estudio mencionado por los autores fue realizado en una empresa de telecomunicaciones con el fin de identificar problemas en un proceso de personalización de software con el uso de VSM. Por otro lado, en el segundo estudio, también con el uso de VSM, el autor indica que el mapeo fue útil para proponer mejoras y eliminar el desperdicio en los procesos, lo que garantiza una mayor comprensión del concepto de valor de las actividades.

También, los autores Arias & Avelar (2022) mencionan un caso de estudio con el uso de LSD en un desarrollo de un software para el sector del retail en Ecuador. Los autores mencionan que el proyecto presentaba altos tiempos de desarrollo y de entrega, baja calidad en los desarrollos de los requerimientos y una mala percepción de las otras áreas sobre el trabajo realizado. Debido a esto, se utilizó una metodología híbrida con enfoque en *Lean*, de la mano de Scrum y BSC (Balance Score Card), donde según los mismos autores, se obtuvo un crecimiento del 92,56% en la satisfacción del cliente, una reducción promedio de 2.42 días para la entrega y un aumento en la calidad de los requerimientos del 91,90%. Adicionalmente, en el mismo proyecto, se redujo los costos de desarrollo, se implementaron indicadores de control y, se promovió el enfoque de la mejora continua en el proceso de implementación de softwares y en el área de TI.

Por otro lado, en un artículo de aplicación de la metodología *Lean* en desarrollo de Software, Becerra & Cabrera (2021) mencionan el diseño de un modelo de procesos de la nube para una empresa de software. Para esto, los autores mencionan la realización de entrevistas a los involucrados, se validaron los indicadores de medición, se evaluaron registros y documentos, y

se calcularon los tiempos por cada fase de los proyectos que estaban en desarrollo. Además, mencionan que, gracias a la implementación del modelo, se obtuvo una mejoría significativa en los tiempos de las fases de preparación, pruebas, preproducción y producción. En promedio, los autores revelan que estas fases se redujeron de 24 horas a 5 minutos, lo que representó una mejora general de 99,7%, y destacan la reducción del tiempo de despliegue de la fase de desarrollo de 1 hora y 10 minutos a 5 minutos, lo que representó una mejora del 92,9%.

Adicionalmente, los autores Piza & Mascareño (2018) se enfocaron en la implementación de *Lean Software Development* (LSD) en el desarrollo de software para un sistema de gestión técnica de fibra. Los autores afirman que LSD permitió a la empresa mejorar su eficiencia en los proyectos de implementación, reducir los costos, mejorar la calidad del software, reducir el tiempo de entrega, aumentar la satisfacción del cliente, mejora en la comunicación entre los miembros del equipo de desarrolladores y la disminución de errores. Para alcanzar ese objetivo, estos mismos aplicaron los principios de LSD donde utilizaron algunas herramientas *Lean* como el VSM para visualizar el flujo de valor, el tablero Kanban, la eliminación de desperdicios, la hoja A3 y la mejora continua.

Por otra parte, los autores Espinoza et al. (2011) mencionan que existen aplicaciones de *Lean* enfocadas en la estimación de costos de los proyectos, con el fin de mejorar la gestión y estandarizar los procesos. En este artículo, los autores utilizan la técnica de mapeo de procesos y el diagrama de flujo de valor para dibujar dos flujos: el inicial y el futuro. Con la ayuda del flujo inicial logran identificar los tipos de desperdicios, su protagonismo en el proyecto y el impacto en los costos o tiempos. Estos mismos autores también proponen alternativas para eliminar las actividades identificadas que no generan valor, con el fin de mejorar la gestión de estimaciones de costos y lineamientos de medición de su éxito, pero no se analizan los beneficios en

profundidad con comparaciones de KPI's. Se puede observar la síntesis de estado del arte en la Tabla 5.

Tabla 5

Síntesis del estado del arte

Herramientas	(Piza & Mascareño, 2018)	(Nikiforova & Bicevska, 2018)	(Lehtonen et al., 2016)	(Arias & Alvear, 2022)	(Becerra & Cabrera, 2021)	(Alahyari et al., 2019)	(Middleton, 2001)	(Espinoza et al., 2011)
Eliminación de desperdicios	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
VSM	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>		<i>x</i>	<i>x</i>		<i>x</i>
Análisis causa raíz	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>		<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>	
Estandarización		<i>x</i>		<i>x</i>	<i>x</i>			<i>x</i>
Kanban	<i>x</i>				<i>x</i>		<i>x</i>	
Hoja A3					<i>x</i>			<i>x</i>
Pruebas de hipótesis / Análisis de datos			<i>x</i>	<i>x</i>				

Nota. Elaboración propia según la revisión de la literatura.

Considerando lo anterior, se resalta las mejoras en tiempos y reducción de desperdicios provenientes del uso de LSD y el patrón existente en los objetivos de cada uno de los proyectos. Por último, se destaca el uso del diagrama VSM, el análisis de causa raíz y la eliminación de desperdicios como herramientas con amplia utilidad en el contexto *Lean Software Development*.

5. Metodología

De manera general, en la Tabla 6, se observa la metodología describiendo las actividades desarrolladas según los objetivos específicos.

Tabla 6

Metodología

N°	Objetivo	N°	Actividad
1	Establecer el flujo de valor inicial y propuesto de las etapas de los proyectos en la compañía de externalización de procesos.	1.1.	Identificar y definir el flujo de valor inicial.
		1.2.	Identificar y eliminar desperdicios.
		1.3.	Rediseñar el flujo de valor (construcción del flujo de valor propuesto).
2	Identificar los indicadores relacionados con las acciones de mejora que logran la reducción de los tiempos y sobrecostos en la compañía de externalización de procesos.	2.1.	Realizar el cálculo de los indicadores relacionados para determinar las posibles mejoras que se logran con el flujo rediseñado.
3	Validar el nuevo modelo de flujo de valor propuesto para la implementación del software mediante casos de aplicación en la compañía de externalización de procesos.	3.1.	Ejecutar el flujo rediseñado para las primeras dos etapas en un proyecto del sector transporte.
		3.2.	Ejecutar el flujo rediseñado para las etapas 3 y 4 en un proyecto del sector financiero
		3.3.	Ejecutar el flujo rediseñado para las últimas dos etapas en un proyecto del sector minorista.
		3.4.	Realizar un análisis de los resultados de las implementaciones en términos de tiempos y costos.

Nota. Elaboración propia.

6. Identificación del flujo de valor inicial y construcción del flujo de valor propuesto

6.1. Flujo de valor inicial

En el proceso de mapeo del flujo de valor inicial con la herramienta VSM, se llevó a cabo la identificación y clasificación de todas las actividades y desperdicios relacionados con una implementación finalizada del software DAP. Esto debido a que el proyecto tuvo seguimiento desde las etapas iniciales hasta las finales y se lograron tomar los tiempos de todas las actividades y desperdicios.

Para facilitar la comprensión de las actividades y desperdicios en términos visuales, se utilizaron cuatro figuras representativas que ayudaron a caracterizar su naturaleza en el diagrama VSM. Se puede observar en la Tabla 7 el significado de las figuras utilizadas como herramientas visuales en los flujos de valor.

Tabla 7

Figuras utilizadas en los flujos de valor (VSM)

Figura	Significado
	Actividades de transformación que en principio agregan valor
	Cambios de responsables
	Esperas
	Otras actividades que no agregan valor como reuniones, documentaciones, ejecución de tareas, explicaciones, entre otras.

Nota. Elaboración propia.

Después de esto, las actividades y desperdicios se agruparon en las seis etapas del proceso de implementación y se procedió a calcular la duración total de cada una de ellas. El flujo de valor inicial se puede observar en el Apéndice 1, en la Ilustración A1, donde se

identifican las seis etapas correspondientes, así como la figura, el nombre de la actividad y su duración.

Posterior a ello, se calculó el tiempo *Lead Time* para cada una de las etapas y para el proceso general, lo que implicó la suma de los tiempos de duración de todas las actividades o desperdicios correspondientes de las seis etapas. Adicionalmente, se calcularon los tiempos totales de los desperdicios identificados, los cuales fueron: cambios de responsables, esperas y otras actividades que no agregan valor. Los resultados de estos cálculos se presentan en Tabla 8, donde se observa que el *Lead Time* total es de 309,7 días.

Tabla 8

Tiempos de actividades y Lead Time del flujo inicial expresado en días

Etapa	Lead Time de cada etapa	Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor	Cambios de responsables	Esperas
1. Análisis del problema y formación del equipo	30,3	16,0	2,1	0,2	12,0
2. Levantamiento de requerimientos	92,7	2,0	32,4	0,3	58,0
3. Diseño	11,2	3,0	1,0	0,1	7,0
4. Desarrollo	58,7	22,0	12,5	0,2	24,0
5. Pruebas y modificaciones	95,4	2,1	28,9	0,4	64,0
6. <i>Go live</i>	21,3	1,1	13,0	0,3	7,0
Total	309,7	46,4	89,8	1,5	172,0

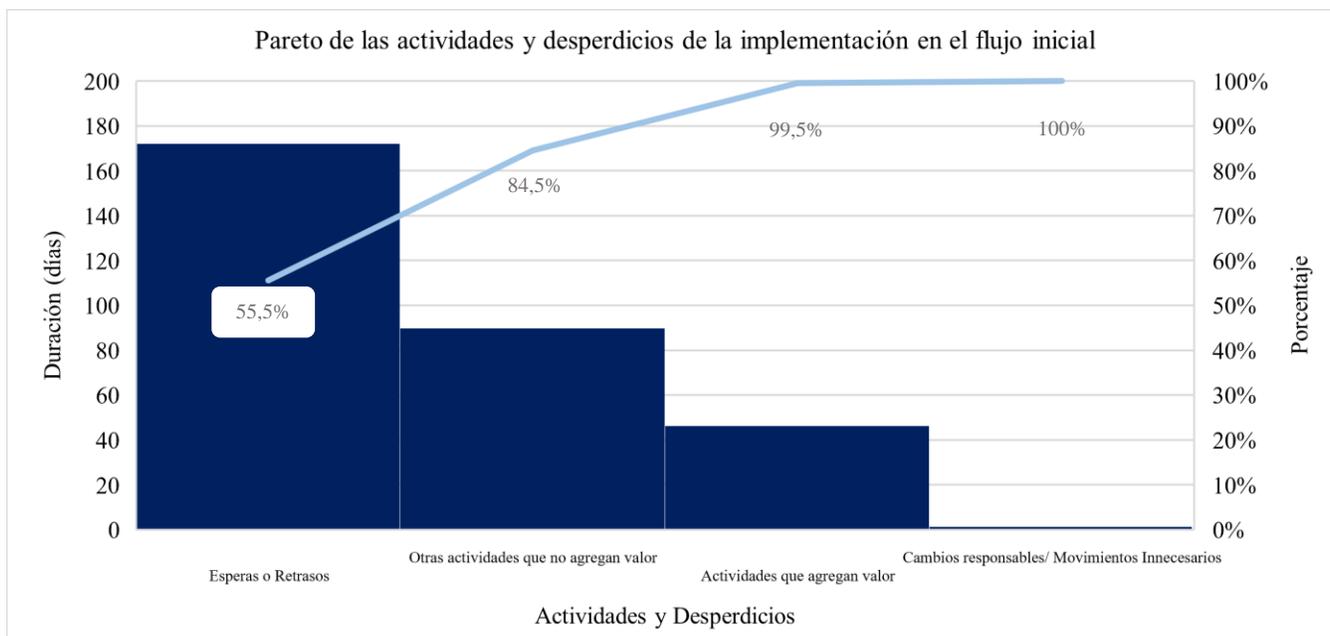
Nota. Elaboración propia según el flujo de valor inicial.

6.2. Análisis de desperdicios

Para determinar el punto de partida y proponer acciones de mejora, se elaboró un diagrama de Pareto para las actividades y desperdicios. Se puede observar en la Gráfica 1 el diagrama de Pareto que clasifica las actividades y desperdicios del flujo de valor inicial y sus respectivos porcentajes sobre el tiempo total de ejecución de las implementaciones de DAP.

Gráfica 1

Diagrama de Pareto de la clasificación de las actividades de implementación en el flujo inicial



Nota. Elaboración propia con base en los tiempos del flujo de valor inicial.

A partir de este diagrama, se llegó a la conclusión de que el enfoque principal es las esperas, debido a que representan el 55,5% del tiempo total de ejecución.

Posteriormente, se realizó un análisis de causa-raíz, donde se identificaron las causas y subcausas de las esperas en las implementaciones de DAP. Para ello, se utilizaron diagramas *Ishikawa* que se pueden observar los diagramas *Ishikawa* de las seis etapas en el Apéndice 1, en las Ilustraciones A2 a la A7.

6.3. Acciones de mejora

Con el análisis de los diagramas *Ishikawa*, se identificaron numerosas mejoras, reducciones e implementación de estándares con el objetivo de reducir los tiempos de espera de cada una de las etapas. Algunas mejoras influyeron en más de una causa identificada, por lo que

se agruparon las mejoras duplicadas y se contabilizó el número total de acciones de mejora. En consecuencia, se identificaron 64 acciones de mejora listadas en la Tabla A1 del Apéndice 1.

6.4. Flujo de valor propuesto

Con las mejoras propuestas, se rediseñó el flujo de valor, y se modificó el orden y la duración de las esperas y otras actividades involucradas, para así construir el flujo de valor propuesto. El *lead time* del flujo de valor propuesto fue de 81,3 días.

El flujo de valor propuesto se puede encontrar en el Apéndice 1, en la Ilustración A8, donde se identifican las seis etapas correspondientes, la figura, el nombre, y se propone la duración de cada actividad. Además, en la Tabla 9 se pueden observar los tiempos propuestos de las actividades relacionadas con la implementación de DAP y los *Lead Time* de cada etapa.

Tabla 9

Tiempos de actividades y Lead Time del flujo propuesto expresado en días

Etapas	Lead Time de cada etapa	Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor	Cambios de responsables	Esperas
1. Análisis del problema y formación del equipo	17,5	15,0	0,2	0,2	2,0
2. Levantamiento de requerimientos	10,3	2,0	3,2	0,1	5,0
3. Diseño	7,3	3,0	1,1	0,1	3,0
4. Desarrollo	25,4	22,0	1,1	0,2	2,0
5. Pruebas y modificaciones	14,5	2,2	6,1	0,2	6,0
6. <i>Go live</i>	6,4	1,1	3,0	0,3	2,0
Total	81,3	45,4	14,7	1,0	20,1

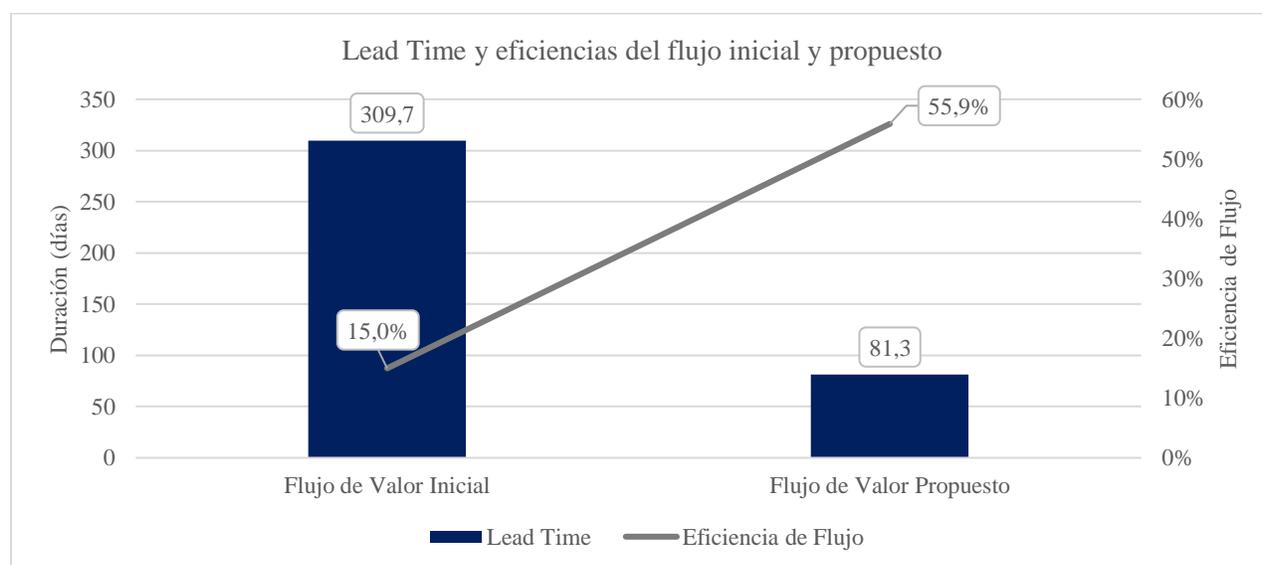
Nota. Elaboración propia según el flujo de valor propuesto.

7. Cálculo de indicadores del flujo de valor inicial y propuesto

Para la medición de indicadores, se procedió a calcular la eficiencia del flujo de valor inicial y propuesto. En consecuencia, la eficiencia del flujo inicial fue de 15,0% y la del flujo propuesto fue de 55,9%. Se realizó una comparativa entre el *Lead Time* total y de la eficiencia del flujo inicial y propuesto. El comparativo de ambos indicadores se observa en la Gráfica 2.

Gráfica 2

Comparativa del Lead Time total y las eficiencias del flujo inicial y propuesto



Nota. Elaboración propia según el flujo de valor inicial y propuesto.

Por lo tanto, con el flujo de valor propuesto se propuso reducir el *Lead Time* inicial en 288,4 días, lo cual corresponde a una reducción del 73,8%. A su vez, se propuso un aumento en la eficiencia de 40,2% como consecuencia de las acciones de mejora para la reducción de las esperas y del *Lead Time* total.

Adicionalmente, se realizaron los mismos cálculos del *Lead Time* y de las eficiencias de flujo para las seis etapas del flujo inicial y del propuesto. Se puede observar la propuesta de los *Lead Time* y eficiencias de flujo por etapa entre el flujo inicial y el propuesto en la Tabla 10.

Tabla 10

Propuesta de Lead Time y eficiencias de flujo

Etapas	Indicador	Propuesta
Análisis del problema y la formación del equipo	<i>Lead Time</i>	-12.83 días
	Eficiencia de flujo	+33.2%
Levantamiento de requerimientos	<i>Lead Time</i>	-82.45 días
	Eficiencia de flujo	+17.6%
Diseño	<i>Lead Time</i>	-3.92 días
	Eficiencia de flujo	+14.6%
Desarrollo	<i>Lead Time</i>	-33.33 días
	Eficiencia de flujo	+49.3%
Pruebas y modificaciones	<i>Lead Time</i>	-80.95 días
	Eficiencia de flujo	+12.7%
<i>Go live</i>	<i>Lead Time</i>	-14.96 días
	Eficiencia de flujo	+11.9%

Nota. Elaboración propia con base en el flujo inicial y propuesto.

8. Implementación y resultados

8.1. Implementación

En la validación del flujo de valor propuesto, se sometieron a prueba por etapas las acciones de mejora propuestas en la Tabla A1 en tres casos de aplicación de proyectos de implementación de DAP para empresas de los sectores de: transporte, financiero y minorista. En la misma tabla, se evidencia la aplicación de las acciones de mejora para cada uno de los proyectos.

Para la empresa del sector de transporte, se implementaron las acciones de mejora en las etapas de análisis del problema y formación del equipo, y levantamiento de requerimientos. Por otro lado, en el proyecto de la empresa del sector financiero se implementaron las acciones de mejora en la etapa de diseño y desarrollo, mientras que para la empresa del sector minorista en las etapas de pruebas-modificaciones y “*go live*”. Es importante aclarar que la designación de las etapas por sectores fue realizada según el estado de avance de los proyectos en curso al momento de ejecutar las implementaciones.

Ahora bien, con el objetivo de llevar a cabo una gestión del cambio, se realizaron reuniones introductorias con los principales responsables de las áreas de desarrollo y de la operación para cada uno de los proyectos mencionados. Estas consistían en conversar y proponer las acciones de mejora para implementarlas dentro del flujo del proceso con la ayuda del flujo de valor propuesto. Además, las acciones de mejora se presentaron como una urgencia de cambio y una importante reforma a lo que se gestionaba en las implementaciones de DAP.

8.2. Análisis de resultados

Las tres implementaciones fueron plasmadas en tres diagramas VSM, donde se consolidaron los tiempos de las actividades y desperdicios ejecutados, y los *Lead Time* para cada

uno de los sectores. Los flujos de valor de las tres implementaciones se pueden observar en el Apéndice 1, en las Ilustraciones A9, A10 y A11 respectivamente. Asimismo, se puede observar el *Lead Time*, las eficiencias de flujo, la duración de las actividades que agregan valor y la duración de los desperdicios en los tres proyectos implementados en la Tabla 11.

Tabla 11

Lead Time, eficiencias, duración de actividades que agregan valor y duración de desperdicios, segmentado por etapas y por proyectos de los sectores de transporte, financiero y minorista (expresado en días)

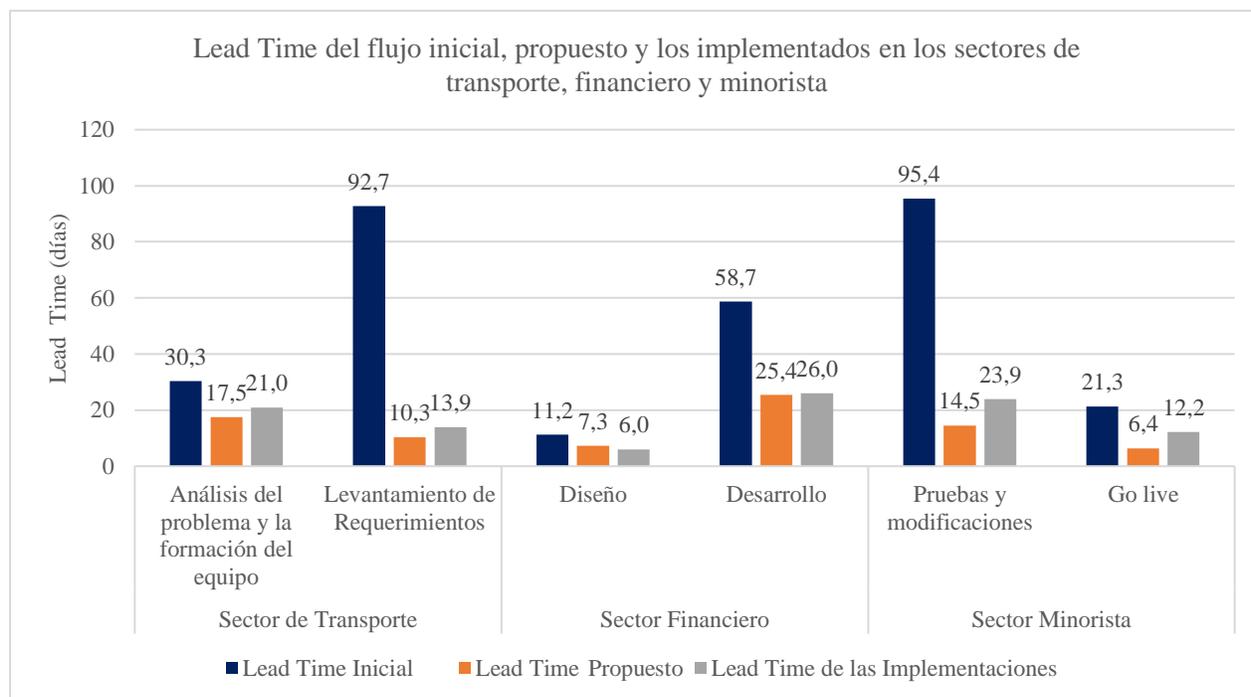
Proyecto	Etapas	Lead Time de cada etapa	Actividades que agregan valor	Eficiencia de flujo	Cambios de responsables	Actividades que no agregan valor	Esperas
Sector de transporte	Análisis del problema y la formación del equipo	21,0	12,1	57,6%	0,1	0,3	8,5
	Levantamiento de requerimientos	13,9	2,1	15,0%	0,1	3,2	8,5
Sector financiero	Diseño	7,3	3,0	41,7%	0,1	1,1	3,0
	Desarrollo	26,0	16,1	62,0%	0,2	2,0	7,7
Sector minorista	Pruebas y modificaciones	23,9	1,8	7,6%	0,1	10,4	11,5
	<i>Go live</i>	12,2	2,1	17,0%	0,1	6,0	4,0

Nota. Elaboración propia según los flujos de los proyectos implementados.

Se puede observar en la Gráfica 3 la comparación entre los *Lead Time* de cada etapa para el flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista.

Gráfica 3

Comparación por etapas entre los Lead Time del flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista

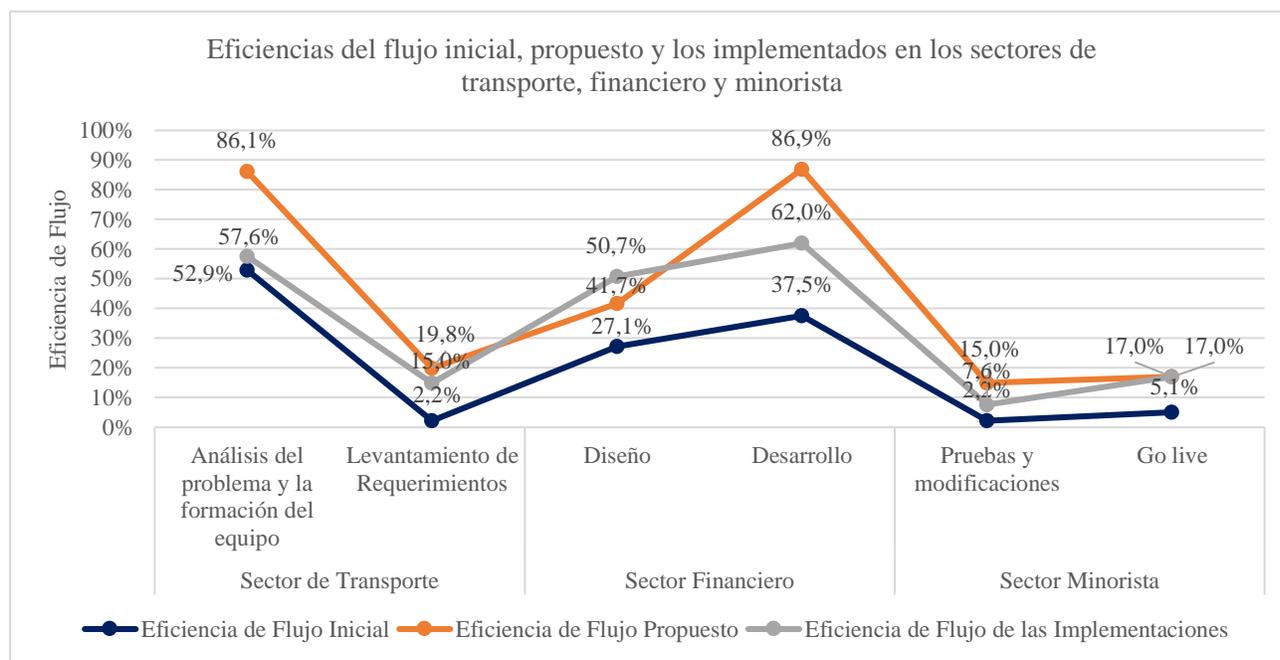


Nota. Elaboración propia según el flujo inicial, propuesto y los implementados en cada sector.

A su vez, se puede observar en la Gráfica 4 la comparación entre las eficiencias de flujo de cada etapa para el flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista.

Gráfica 4

Comparación por etapas entre las eficiencias del flujo inicial, propuesto y los implementados en los sectores de transporte, financiero y minorista



Nota. Elaboración propia según el flujo inicial, propuesto y los implementados en cada sector.

De igual forma, se evidencian las desviaciones por etapas del *Lead Time* y de las eficiencias de flujo entre el flujo propuesto y los flujos implementados, así como entre el flujo inicial y los flujos implementados en la Tabla 12.

Tabla 12

Diferencias de Lead Time y eficiencias entre el flujo propuesto y los flujos implementados, así como entre el flujo inicial y los flujos implementados

Etapa	Diferencias entre flujo propuesto e implementados		Diferencias entre flujo inicial e implementados	
	Lead Time (días)	Eficiencia de flujo (%)	Lead Time (días)	Eficiencia de flujo (%)
Análisis del problema y la formación del equipo	+3,5	-28,5%	-9,3	+4,7%
Levantamiento de requerimientos	+3,6	-4,9%	-78,8	+12,8%
Diseño	-1,3	+9,0%	-5,2	+23,6%
Desarrollo	+0,6	-24,9%	-32,8	+24,4%
Pruebas y modificaciones	+9,5	-7,3%	-71,5	+5,4%
Go live	+5,85	+0,1%	-9,11	+12,0%

Nota. Elaboración propia según los flujos iniciales, propuestos e implementados.

En los resultados se observa una diferencia entre los indicadores propuestos y los implementados en la mayoría de las etapas del proyecto de DAP. Se necesitaron más días de los propuestos a excepción de la etapa de diseño que requirió menos días para su culminación. Además, hubo una menor eficiencia de flujo a la propuesta en casi todas las etapas, menos en la de diseño y la de “go live” que obtuvieron una eficiencia mayor a la esperada.

Por otra parte, según las diferencias entre el flujo inicial y los flujos implementados, a pesar de no cumplir con los tiempos del flujo de valor propuesto, se evidencia en todas las etapas una reducción en el *Lead Time*. Se destaca la etapa del levantamiento, y la de pruebas y modificaciones, con una reducción de 78,82 días y 71,54 días respectivamente. Con respecto a la comparación de las eficiencias de flujo, se observan mejoras en todas las etapas, donde se destacan las de diseño y desarrollo con un aumento de 23,6% y 24,4% respectivamente.

Finalmente, los sobrecostos, con la suma de los *Lead Time* de las tres implementaciones (103 días), pasaron de un promedio de \$109.178.125 pesos colombianos por proyecto a \$14.713.200. Esto representa una reducción de hasta un 86,52% en los costos de un proyecto de implementación de DAP.

9. Conclusiones

- En el análisis de Pareto se identifica que el enfoque principal de las acciones de mejora debería centrarse en las esperas o retrasos que representan el 55,5% del *Lead Time* total inicial. El flujo de valor propuesto corresponde a una construcción mejorada de lo que era el proceso inicial. Esto gracias a las 64 acciones de mejora derivadas de los análisis de causa-raíz.
- Los indicadores utilizados para la comparación de tiempos y flujos fueron el *Lead Time* y la eficiencia de flujo. Se propuso una reducción general de 288,4 días en el *Lead Time* y un aumento en la eficiencia de 40,2% como consecuencia de las acciones de mejora. A esto se le adicionó una propuesta de *Lead Time* y eficiencias de flujo para cada etapa.
- La evaluación del flujo de valor propuesto se realizó en tres implementaciones que no lograron cumplir los tiempos establecidos. A pesar de esto, el *Lead Time* se logró reducir en todas las etapas de las implementaciones y aumentar las eficiencias de flujo. Esto representa a la compañía reducciones de un 86,52% en los sobrecostos de implementación de la herramienta.

10. Investigación futura

Para futuras investigaciones, se propone realizar una evaluación del flujo propuesto en solo un proyecto de implementación de DAP. Esto con el fin de poder medir también los tiempos de cambio de etapas del levantamiento de requerimientos a la etapa de diseño, y del desarrollo a la etapa de pruebas y modificaciones. Además, se podrían comparar los indicadores de *Lead Time* total de un solo flujo implementado con la revisión del flujo inicial y propuesto construidos en este documento.

Asimismo, se recomienda realizar una revisión exhaustiva de otros desperdicios identificados en el flujo de valor inicial. De esta manera, se podría llegar a la duración óptima de una implementación de DAP, aumentar aún más la eficiencia de flujo y reducir los *Lead Time*.

Por último, se recomienda la revisión y el desglose de las actividades que si agregan valor para identificar desperdicios adicionales y reducir aún más la duración de un proyecto. Todo esto con el objetivo de fomentar uno de los principios más importantes de *Lean* que es la mejora continua.

Referencias

- Adel, A. A., Badiea, A. M., & Albzeirat, M. K. (2020). Techniques and Assessment of Lean Manufacturing Implementation: An Overview. *International Journal of Engineering and Artificial Intelligence*, 1(4), 35–43. <http://www.wijear.com>
- Alahyari, H., Gorschek, T., & Berntsson Svensson, R. (2019). An exploratory study of waste in software development organizations using agile or lean approaches: A multiple case study at 14 organizations. *Information and Software Technology*, 105, 78–94. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.08.006>
- Amaro, P., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2019). Lean thinking: A transversal and global management philosophy to achieve sustainability benefits. En *Lean Engineering for Global Development* (4800; 058). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13515-7_1
- Arias, B., & Alvear, O. (2022). Análisis del resultado de la implementación de SCRUM, LEAN Y BSC en el proceso de desarrollo de software en la industria del Retail. *Revista Perspectivas*, 4(1), 18–27. <https://doi.org/10.47187/perspectivas.4.1.116>
- Becerra, H., & Cabrera, H. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE PROCESOS BASADO EN LEAN PARA EL CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SOFTWARE EN CLOUD COMPUTING. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7850>
- Cruz, A., Tereso, A., & Alves, A. C. (2020). Traditional, agile and lean project management: A systematic literature review. *Journal of Modern Project Management*, 8(2), 86–95. <https://doi.org/10.19255/JMPM02407>
- Deshmukh, M., & Srivastava, P. (2020). Literature Review of Lean Methodology and Research Issues for Identifying and Eliminating Waste in Software Development. En M. Deepak, F. Margarita N., S. Chandra Satapathy, & A. N. R. Reddy (Eds.), *Intelligent Manufacturing and Energy Sustainability* (Springer, Vol. 213, pp. 375–379). ICIMES. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-33-4443-3>
- Dinis-Carvalho, J., Guimaraes, L., Sousa, R. M., & Leao, C. P. (2019). Waste identification diagram and value stream mapping: A comparative analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 767–783. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2017-0030>
- Espinoza, C., Bazan, J., & Cortez, A. (2011). Propuesta de mejora en la gestión de proyectos de estimación de costos utilizando principios Lean Project Management [Proyecto de Grado, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623979>
- Helmold, M. (2020). Kaizen: Continuous Improvements in Small Steps. En *Management for Professionals: Vol. Part F439* (Springer, pp. 25–30). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46981-8_3

- Hinckeldeyn, J., Dekkers, R., & Kreutzfeldt, J. (2015). Productivity of product design and engineering processes unexplored territory for production management techniques? *International Journal of Operations and Production Management*, 35(4), 458–486. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2013-0101>
- Holmemo, M. D. Q., Rolfsen, M., & Ingvaldsen, J. A. (2016). Lean thinking: Outside-in, bottom-up? The paradox of contemporary soft lean and consultant-driven lean implementation. *Total Quality Management and Business Excellence*, 29(1–2), 148–160. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1171705>
- Klein, L. L., Naranjo, F., Douglas, J. A., Schwantz, P. I., & Garcia, G. A. (2023). Assessing internal organizational pathways to reduce knowledge waste: a Lean thinking perspective. *Business Process Management Journal*, 29(5), 1584–1606. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2023-0057>
- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lehtonen, T., Kilamo, T., Suonsyrja, S., & Mikkonen, T. (2016). Continuous, Lean, and Wasteless: Minimizing Lead Time from Development Done to Production Use. *Proceedings - 42nd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2016*, 73–77. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2016.46>
- Middleton, P. (2001). Lean Software Development: Two Case Studies. *Software Quality Journal*, 9, 241–252. <https://doi.org/10.1023/A:1013754402981>
- Muñoz Guevar, J. A., Zapata Urquijo, C. A., & Medina Varela, P. D. (2022). Lean Manufacturing Modelos y herramientas (L. M. Vargas Valencia, Ed.; *Textos Académicos*, Vol. 1). Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>
- Nikiforova, A., & Bicevska, Z. (2018). Application of LEAN Principles to Improve Business Processes: a Case Study in a Latvian IT Company. *Baltic Journal of Modern Computing*, 6(3), 247–270. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2018.6.3.03>
- Omar Ben Dalla, L. (2020). Lean Software Development Practices and Principles in Terms of Observations and Evolution Methods to increase work environment productivity. *International Journal of Engineering and Modern Technology E*, 6(I), 23–45. <https://www.researchgate.net/publication/344327183>
- Orjuela, R., Raúl, N., Pimiento, O., & Tatiana, E. (2015). LEAN HEALTHCARE: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN. *Scientia et Technica*, 20(04), 363–366. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84946834007>
- Pascual, J., Hoyuelos, I., Mateo, M., & Gento, A. M. (2019). Lean School: A learning factory for training lean manufacturing in a physical simulation environment. *Management and Production Engineering Review*, 10(1), 4–13. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.128239>

- Paz, M., Sasagawa, A., & Taquía, J. A. (2022). Systematic Literature Review of Lean Tools Applied to Software Development. En Proceedings of the 5th European International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. <https://doi.org/10.46254/EU05.20220448>
- Piza, C. S., & Mascareño, M. C. (2018). Lean Software Development Aplicación: Sistema de Gestión Técnica de Fibra COTECA S.A. [Trabajo final, Universidad Nacional de Catamarca]. <https://riaa-tecno.unca.edu.ar/handle/123456789/44>
- Senapathi, M., & Drury-Grogan, M. L. (2021). Systems Thinking Approach to Implementing Kanban: A case study. *Journal of Software: Evolution and Process*, 33(4), 1–16. <https://doi.org/10.1002/smr.2322>
- Socconini, L. (2019). Limitantes de la Productividad. En E. Vidal Cayró (Ed.), *Lean Manufacturing Paso a Paso* (Marge Books, Vol. 1, pp. 28–45). Marge Books. <https://books.google.co.cr/books?id=rjyeDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Suárez, M., & Rodríguez, F. (2019). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them? A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302–316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>
- Sudhakara, P. R., Sałek, R., Venkat, D., & Chruzik, K. (2020). Management of non-value-added activities to minimize lead time using value stream mapping in the steel industry. *Acta Montanistica Slovaca*, 25(3), 444–445. <https://doi.org/10.46544/AMS.v25i3.15>
- Suresh, A., & Ashwin, S. (2020). Value Stream Mapping and its Applications-A Technical Review. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(10), 1335–1338. <https://www.irjet.net/archives/V7/i10/IRJET-V7I10228.pdf>
- Thakur, A. (2016). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques: A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. En *REST Journal on Emerging trends in Modelling and Manufacturing* (Vol. 2, Número 3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Vargas, E. L., & Camero, J. W. (2021, diciembre 31). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Revista Industrial Data*, 24(2), 249–271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
- Vázquez, R., Varela, D., & Rafael, E. (2018). INTEGRATION OF AGILE METHODS IN SCOPE MANAGEMENT AND OTHER KNOWLEDGE AREAS OF PROJECT MANAGEMENT. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/1573>
- Yadav, R. K., Mittal, M. L., & Jain, R. (2020). Adoption of lean principles in software development projects. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(2), 285–308. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2018-0031>

Índice de tablas e ilustraciones del Apéndice 1

Tabla A1. Tabla de acciones de mejora y su aplicación en los proyectos de los sectores de transporte, financiero y minorista	46
Ilustración A1. Diagrama VSM del proceso inicial de las implementaciones de DAP.....	50
Ilustración A2. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de Análisis del Problema y la Formación del Equipo.....	52
Ilustración A3. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de Levantamiento de Requerimientos.....	53
Ilustración A4. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de Diseño.....	54
Ilustración A5. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de Desarrollo.....	55
Ilustración A6. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de Pruebas y Modificaciones.....	56
Ilustraciones A7. Diagrama <i>Ishikawa</i> de la etapa de <i>Go Live</i>	57
Ilustración A8. Diagrama VSM del proceso propuesto para las implementaciones de DAP.....	58
Ilustración A9. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de análisis del problema y formación de equipo, y el levantamiento de requerimientos de DAP en el proyecto del sector de transporte.....	60
Ilustración A10. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de análisis del problema y formación de equipo, y el levantamiento de requerimientos de DAP en el proyecto del sector financiero.....	61
Ilustración A11. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de análisis del problema y formación de equipo, y el levantamiento de requerimientos de DAP en el proyecto del sector minorista.....	62

Apéndice 1

Tabla A1

Tabla de acciones de mejora y su aplicación en los proyectos de los sectores de transporte, financiero y minorista

N°	Acciones de Mejora	Sector de transporte	Sector financiero	Sector minorista
1	Agendar a los responsables de la operación según espacios libres desplegados en la opción "Asistente de programación" del correo.	x	x	x
2	Armar un grupo con todos los participantes en el medio elegido (de no ser utilizado <i>Teams</i>).	x	x	x
3	Asegurar en las pruebas la correcta programación de la herramienta.			x
4	Capacitación del desarrollador "Senior" para que los desarrolladores de Colombia puedan establecer estimaciones de tiempos.		x	
5	Clasificar requerimientos según complejidad con la posibilidad de fasearlos en otras etapas.	x		
6	Crear formatos destinados a un diligenciamiento sencillo, práctico, completo y estandarizado de las tareas designadas a la operación en el levantamiento de los requerimientos.	x		
7	Crear un formato estándar para calcular las cotizaciones de manera automática de manera sencilla, llenando campos predeterminados, que serían establecidos por el cliente.		x	
8	Detallar la información escrita en las actas con la creación de un formato para categorizar la información por temas y responsables.	x	x	x
9	Detallar la información escrita en las documentaciones con la ayuda de una estructura predeterminada para describir los procesos.	x		
10	Determinar un tiempo de entrega predefinido con la operación para la entrega de la actualización.		x	
11	Diseñar formato de preguntas estandarizadas según los requerimientos para ser resueltas en las reuniones y aclarar dudas.	x	x	
12	Diseñar un formato estándar para la actualización de datos que contenga campos determinados y ayudas visuales, con el objetivo de que sea más sencillo, práctico, completo y estandarizado.		x	
13	Disminuir la cantidad de datos que requieren de una actualización.		x	
14	Efectuar reuniones únicamente con las personas necesarias, sin incluir otros oyentes que pueden recibir la información general de la reunión por medio de un correo que contengan actas o minutas.	x	x	x

15	Elegir el medio de comunicación más cómodo para la operación desde el primer acercamiento, y utilizarlo como medio alternativo al correo o a <i>Teams</i> .	X		
16	Empezar con anterioridad los trámites para la aprobación y agendamiento de reunión con el área de seguridad de la información.			X
17	Enviar con antelación el formato construido para actualizar los datos correspondientes.		X	
18	Enviar con antelación la información para que seguridad de la información apruebe el material utilizado y las integraciones.			X
19	Establecer compromisos de asistencia a las reuniones con el jefe de desarrolladores para establecer prioridades sobre otras reuniones o programaciones de otros softwares.		X	X
20	Establecer compromisos de asistencia a reuniones con el cliente.	X	X	X
21	Establecer compromisos de reuniones y explicación de tiempos de implementación a gerentes, jefes e implicados para establecer prioridades con DAP sobre otras gestiones.	X	X	X
22	Establecer compromisos según fechas de entrega predeterminadas y según disponibilidad compartida por la operación.	X		
23	Establecer fechas de reunión con el cliente desde el primer acercamiento.	X	X	X
24	Establecer fechas de reunión con seguridad de la información desde la etapa de pruebas y modificaciones.			X
25	Establecer horarios de reunión desde el último día de la semana anterior según disponibilidad de la operación.	X		
26	Establecer la llamada de <i>Teams</i> como medio principal de comunicación con el responsable inmediatamente o citar según la programación de las agendas en la opción "Asistente de programación" del correo.	X	X	X
27	Establecer tiempos exclusivos para la programación de DAP, donde los desarrollares se centren en desarrollar y culminar los requerimientos.		X	X
28	Evitar la comunicación por correo o chat de <i>Teams</i> para preguntas, dudas o responsabilidades. Se debe utilizar únicamente para redactar y llevar trazabilidad de minutas o actas de las reuniones, con el objetivo de mantener informados a los responsables u oyentes que no participarán en las reuniones, a los jefes y a los gerentes.	X	X	X
29	Explicar a los jefes o gerentes en la etapa análisis del problema y formación del equipo, los conocimientos que debe tener el responsable de la operación para participar el levantamiento de requerimientos.	X		
30	Explicar tiempos de implementación al cliente e implicados para establecer prioridades sobre la salida de DAP.	X	X	X
31	Filtrar tareas más importantes a realizar dentro del mínimo producto viable en DAP y fasear las demás por etapas.	X	X	X

32	Fomentar la lectura de documentos con el establecimiento de las reuniones como medio de soporte y resolución de dudas, no como explicación de requerimientos.		X	X
33	Hacer énfasis en replicar lo que actualmente tienen en la operación para la primera fase de desarrollo de DAP.	X		X
34	Implementar DAP en la etapa inicial sin la integración de herramientas adicionales, es decir, desarrollar a manera de registro de casos.	X		X
35	Incluir a jefes y gerentes en las reuniones de contextualización inicial, con el objetivo de que exista una preaprobación para iniciar el proyecto y solo solicitar el "OK" en siguientes etapas.	X		
36	Incluir al cliente solo al final para la presentación de la salida de la herramienta.			X
37	Crear un formato estándar para calcular las estimaciones de tiempos de manera sencilla, de acuerdo con la documentación inicial.		X	
38	Inclusión de un desarrollador "Senior" de otra latitud para dar soporte, revisar, guiar y resolver dudas de los desarrolladores de Colombia.		X	X
39	Integrar a las reuniones iniciales a todos los responsables con el fin de tener un reconocimiento de las personas involucradas.	X		
40	Manejar las expectativas del cliente y proponer alternativas para el desarrollo posterior.	X	X	X
41	Mencionar futuras etapas de desarrollo y fases.	X	X	X
42	Solicitar personal adicional experto para mejorar la velocidad y la calidad de la información levantada.	X		
43	Producir un manual estándar para DAP, con el objetivo de desglosar las funciones principales y más importantes que tienen la herramienta de manera ordenada, y con un apartado para explicar las funciones especiales.			X
44	Proponer alternativas probadas en proyectos anteriores.	X	X	X
45	Realización de pruebas internas en la herramienta, con el objetivo de revisar errores técnicos y de flujo.		X	X
46	Realizar contextualización para evitar reprocesos en confirmaciones e identificaciones de los responsables y de los cargos.	X	X	X
47	Realizar el diagrama de responsables por área o segmento desde el primer acercamiento al cliente y a la operación.	X		
48	Realizar propuestas desde el levantamiento de requerimientos que tengan un enfoque más experiencial para el usuario que utilizará la herramienta.	X		
49	Realizar una reunión de contextualización para explicar el proyecto a seguridad de la información y comunicar la aprobación requerida.			X
50	Realizar una reunión explicativa sobre la complejidad de desarrollo y del aumento de tiempos debido a la cola de proyectos que maneja el equipo de desarrollo.		X	
51	Realizar reuniones de dos horas para ampliar conocimientos e información, y así tener menos esperas para efectuar reuniones.	X	X	X

52	Redactar una documentación más detallada de los requerimientos iniciales.	x		
53	Reducir la cantidad de reuniones destinadas a capacitar a la operación.			x
54	Reducir la cantidad de reuniones destinadas a entender las modificaciones o nuevos requerimientos que propone la operación.			x
55	Reducir la cantidad de reuniones destinadas a explicar a los desarrolladores las modificaciones o nuevos requerimientos que mencionó la operación, así como los errores técnicos y de flujo que se encontraron.			x
56	Reducir la cantidad de reuniones destinadas a explicar las tareas del levantamiento y la corrección de estas.	x		
57	Reducir la cantidad de reuniones destinadas a reforzar requerimientos ya explicados a los desarrolladores, con el uso de una documentación como medio de consulta.		x	x
58	Reducir la cantidad de reuniones destinadas al acercamiento con el cliente.	x	x	x
59	Reducir la cantidad de reuniones destinadas al acercamiento con la operación.	x		
60	Responder sobre el mismo correo para llevar la trazabilidad de las actas o minutas que se establecen en las reuniones.	x	x	x
61	Usar colores diferenciados que categorizan los correos (Opción de Outlook)	x		
62	Utilizar la herramienta de <i>Teams</i> llamada " <i>Planer</i> " para tener un control y seguimiento de las tareas de la operación, con tiempos de entrega identificados, claridad en los responsables, estado de las tareas, y con un sistema de recordatorios.	x		
63	Utilizar la herramienta de <i>Teams</i> llamada " <i>Planer</i> " para tener un control y seguimiento de las tareas de los desarrolladores con tiempos de entrega identificados, claridad en los responsables y estados, y con un sistema de recordatorios.		x	x
64	Utilizar y aprovechar al máximo las reuniones presenciales o las llamadas por <i>Teams</i> para comunicarse e informar detalladamente, asegurándose de que la información fue comprendida e interpretada correctamente.	x	x	x

Nota. Elaboración propia según causas identificadas en los diagramas *Ishikawa*.

Ilustración A1. Diagrama VSM del proceso inicial de las implementaciones de DAP

Etapa	Análisis del problema y la formación del equipo																		
Figura																			
Tipo de Desperdicio	A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.
Nombre de la Actividad	Identificación de Necesidad	Envío de correo con descripción de necesidad	Espera en bandeja de correo	Consultoría	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de capacidad para suplir necesidad	Correo con el formato de cotización	Espera en bandeja de correo	Diligenciament o del formato de cotización	Correo de vuelta con respuesta de cotización	Espera en bandeja	Aprobación área comercial y jefes	Envío de Información de Proyecto	Espera en bandeja	Identificación de participantes del Proyecto	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Primer acercamiento con presentación	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Segundo acercamiento con presentación
Tiempo (días)	2	0,007	2	13	2	0,041	0,083	2	1	0,041	2	1	0,041	1	1	2	0,041	1	0,041
Lead Time (días)	2	2,007	4,007	17,007	19,007	19,048	19,131	21,131	22,131	22,172	24,172	25,172	25,213	26,213	27,213	29,213	29,254	30,254	30,295

Etapa	Levantamiento de Requerimientos																				
Figura																					
Tipo de Desperdicio	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	A.V.	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Calendario y primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Reunión explicación de primeras tareas	Envío de información adicional para realizar tareas	Espera en bandeja	Realización de primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Corrección primeras tareas y asignación de nuevas	Reuniones y tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de correcciones	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Revisión de tareas adicionales y asignación de nuevas tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Reunión de últimos detalles	Trabajo en paralelo	Preparación de documentación inicial	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de levantamiento al cliente
Tiempo (días)	0,041	2	0,041	0,007	2	2	2	2	0,287	14	14	7	14	14	0,287	14	0,041	1	2	2	0,041
Lead Time (días)	30,336	32,336	32,377	32,384	34,384	36,384	38,384	40,384	40,671	54,671	68,671	75,671	89,671	103,671	103,958	117,958	117,999	118,999	120,999	122,999	123,04

Factor Multiplicador 7

Etapa	Diseño									
Figura										
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Trabajo en proyectos en paralelo	Diseño de Solución	Pedida de actualización de datos	Espera en bandeja	Explicación de actualización y formato	Espera en bandeja	Actualización de datos del mes que corresponde	Envío de información adicional	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente
Tiempo (días)	1	3	0,041	2	0,041	2	1	0,083	2	0,041
Lead Time (días)	124,04	127,04	127,081	129,081	129,122	131,122	132,122	132,205	134,205	134,246

Etapa	Desarrollo																	
Figura																		
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	A.V.	Espera	N.A.V.	A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.
Nombre de la Actividad	Trabajo en proyectos en paralelo	Documentar el levantamiento	Envío de Solicitudes documentadas del cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Explicación de Solicitudes y levantamiento	Envío de información adicional	Creación de propuestas de tiempos y calendario	Envío de Calendario	Presentación y negociación de propuestas de tiempos	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Refuerzo de explicación de solicitudes	Desarrollo y programación	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Refuerzo de explicación de solicitudes	Trabajo en proyectos en paralelo	Reproceso de desarrollo y programación	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Últimos detalles de levantamiento inicial
Tiempo (días)	4	2	0,083	10	0,205	0,041	4	0,083	0,041	1	0,041	20	4	0,164	4	8	1	0,041
Lead Time (días)	138,246	140,246	140,329	150,329	150,534	150,575	154,575	154,658	154,699	155,699	155,74	175,74	179,74	179,904	183,904	191,904	192,904	192,945

Factor Multiplicador 5

Factor Multiplicador 4

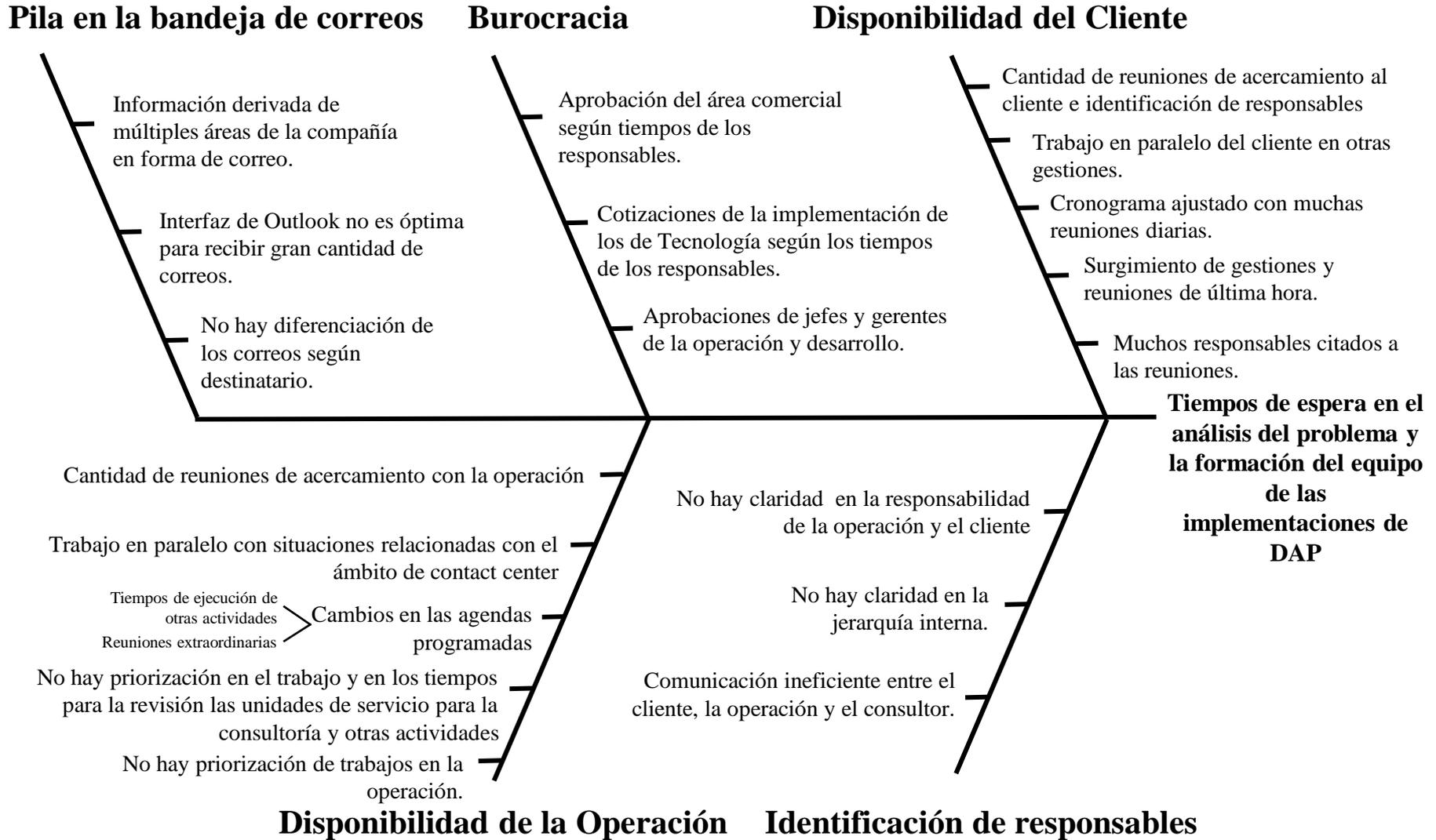
Etapa	Pruebas y Modificaciones																							
Figura																								
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	
Nombre de la Actividad	Trabajo en proyectos en paralelo	Documentación final	Envío de la documentación final	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Efectuar pruebas	Envío de Nuevos requerimientos y errores	Espera en bandeja	Explicación de nuevos requerimientos y errores	Trabajo en proyectos en paralelo	Desarrollo de modificaciones y errores	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de nuevas modificaciones y errores corregidos	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Documentación final con últimos requerimientos	Envío de la documentación final	Presentación al cliente	Trabajo en proyectos en paralelo	Presentación de últimas modificaciones y errores corregidos	Trabajo en proyectos en paralelo	Aprobación últimos modificaciones	Envío de consolidado	
Tiempo (días)	4	2	0,007	2	0,041	2	0,041	0,287	14	0,581	21	21	14	0,287	2	2	0,041	0,041	2	2	3	3	0,081	
Lead Time (días)	196,945	198,945	198,952	200,952	200,993	202,993	203,034	203,321	217,321	217,902	238,902	259,902	273,902	274,189	276,189	278,189	278,23	278,271	280,271	282,271	282,271	285,271	288,271	288,352

Factor Multiplicador 7

Etapa	Go live												
Figura													
Tipo de Desperdicio	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Aprobación de Seguridad de la información	Trabajo en proyectos en paralelo	Consolidado de requerimientos de otras fases	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Preparación de material de capacitación y manual	Envío de material	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Capacitación	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Refuerzo de Capacitación	Envío de material	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Salida de la herramienta
Tiempo (días)	8	1	2	2	2	0,17	2	1	1	1	0,083	1	0,083
Lead Time (días)	296,352	297,352	299,352	301,352	303,352	303,522	305,522	306,522	307,522	308,522	308,605	309,605	309,688

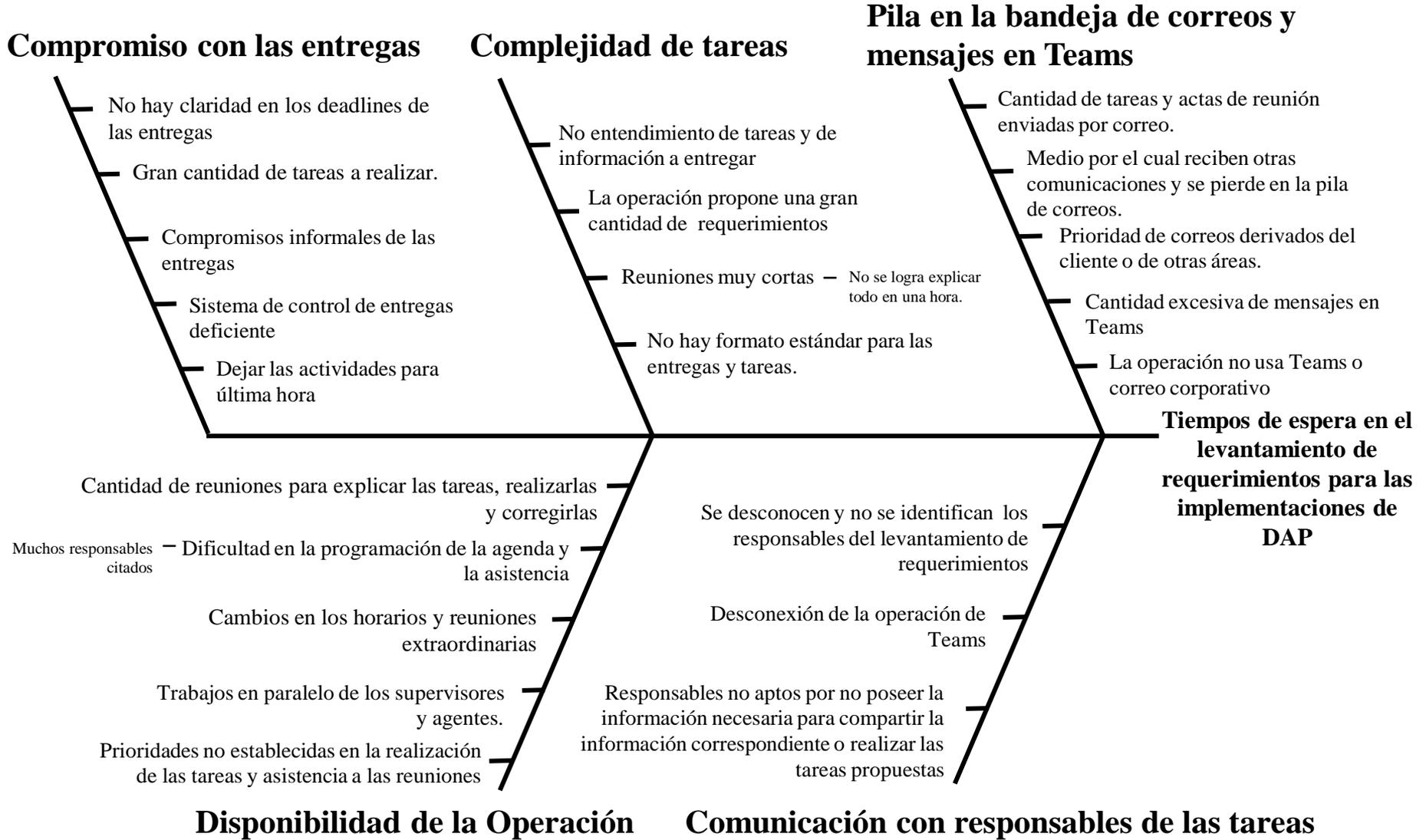
Nota. Elaboración propia.

Ilustración A2. Diagrama Ishikawa de la etapa de Análisis del Problema y la Formación del Equipo



Nota. Elaboración propia.

Ilustración A3. Diagrama Ishikawa de la etapa de Levantamiento de Requerimientos



Nota. Elaboración propia.

Compromiso con la actualización de datos

Pila en la bandeja de correos y mensajes de Teams

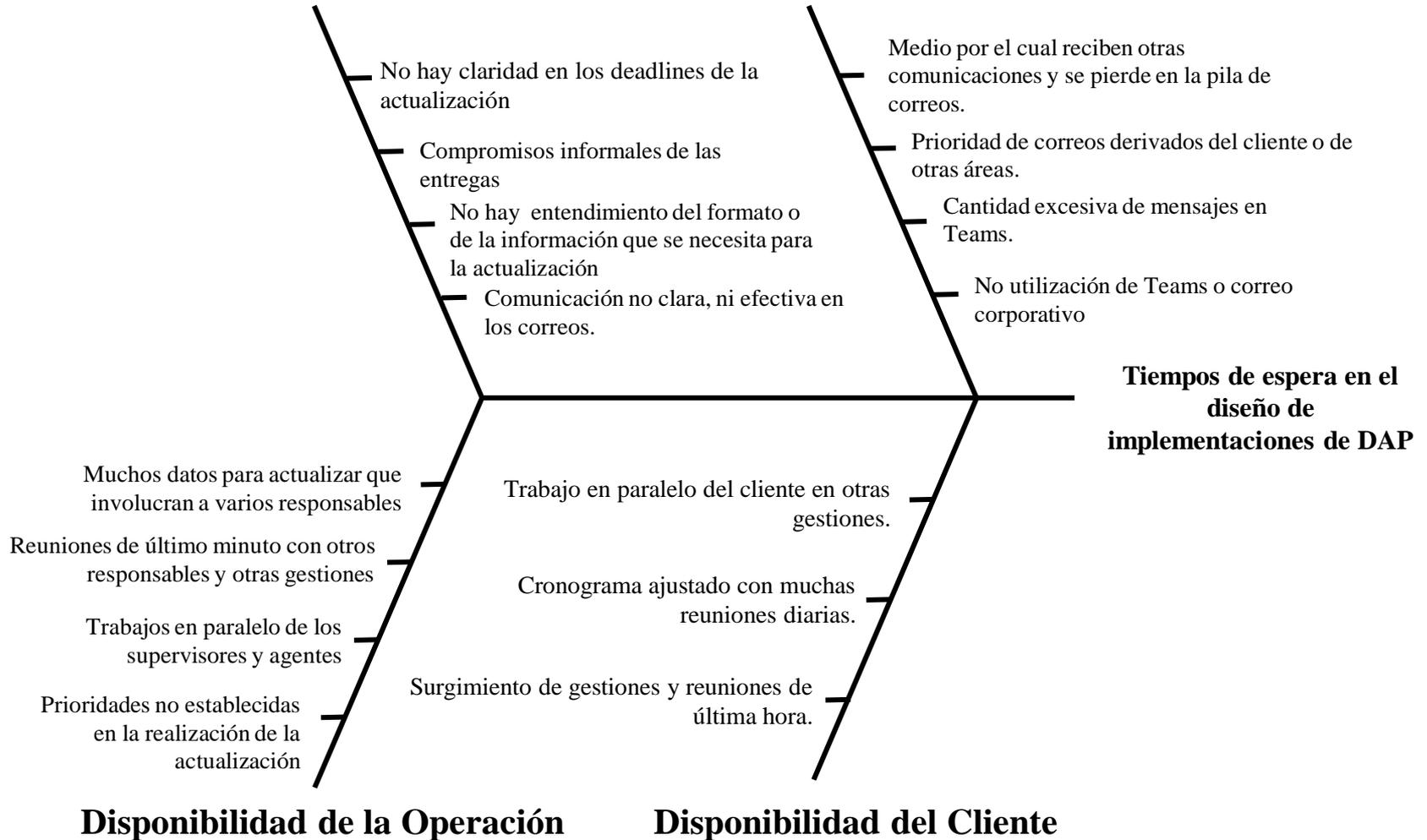
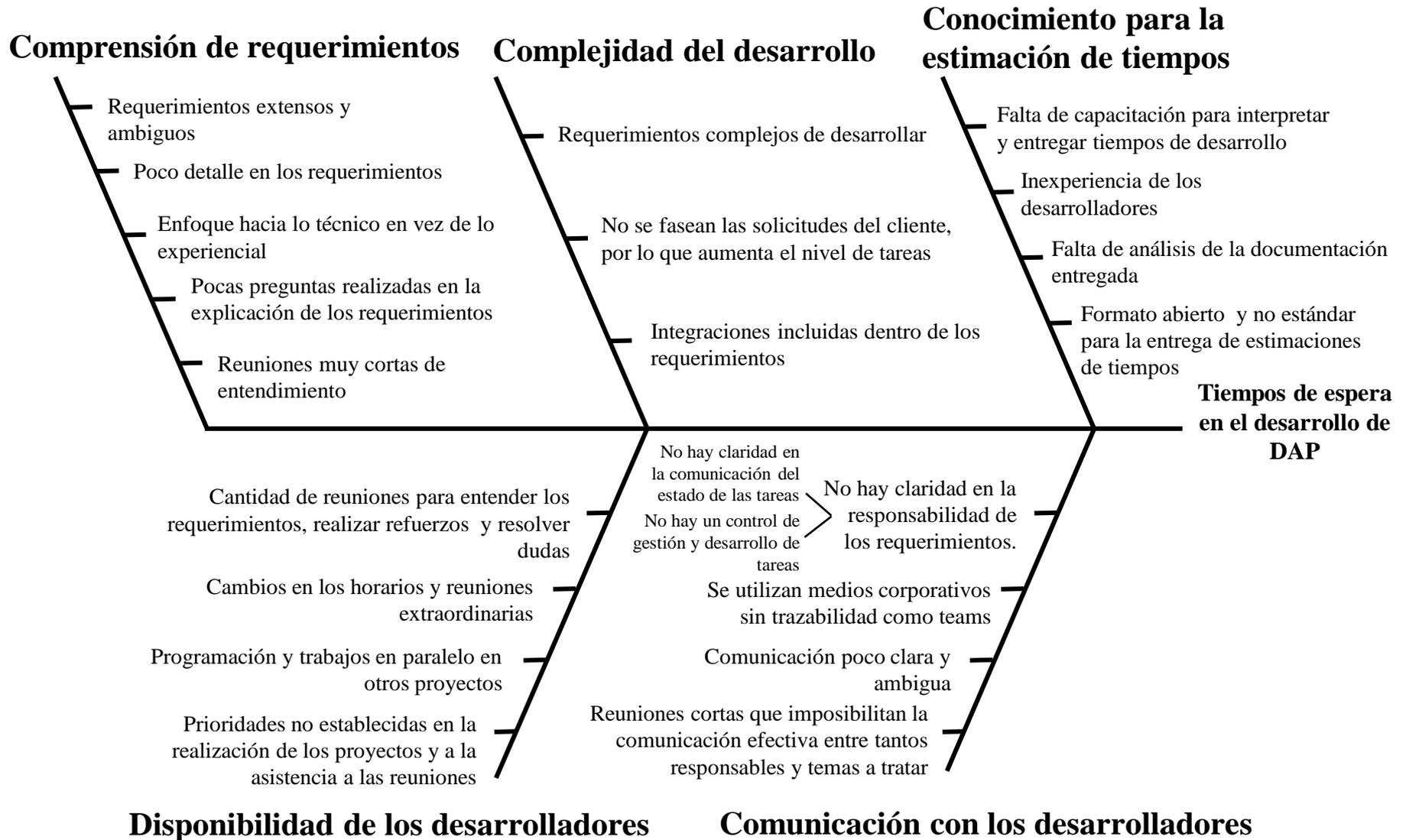
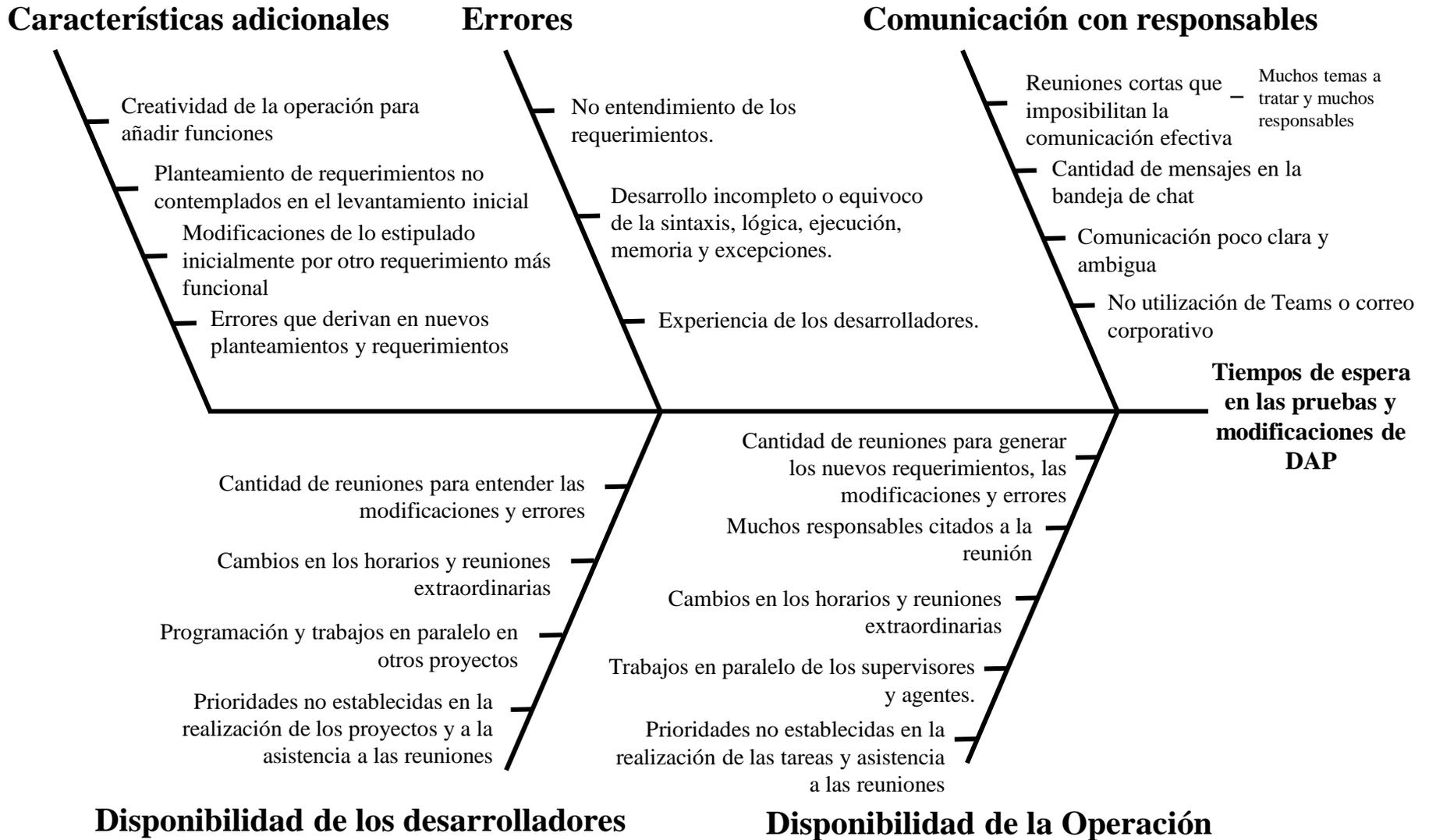


Ilustración A5. Diagrama Ishikawa de la etapa de Desarrollo



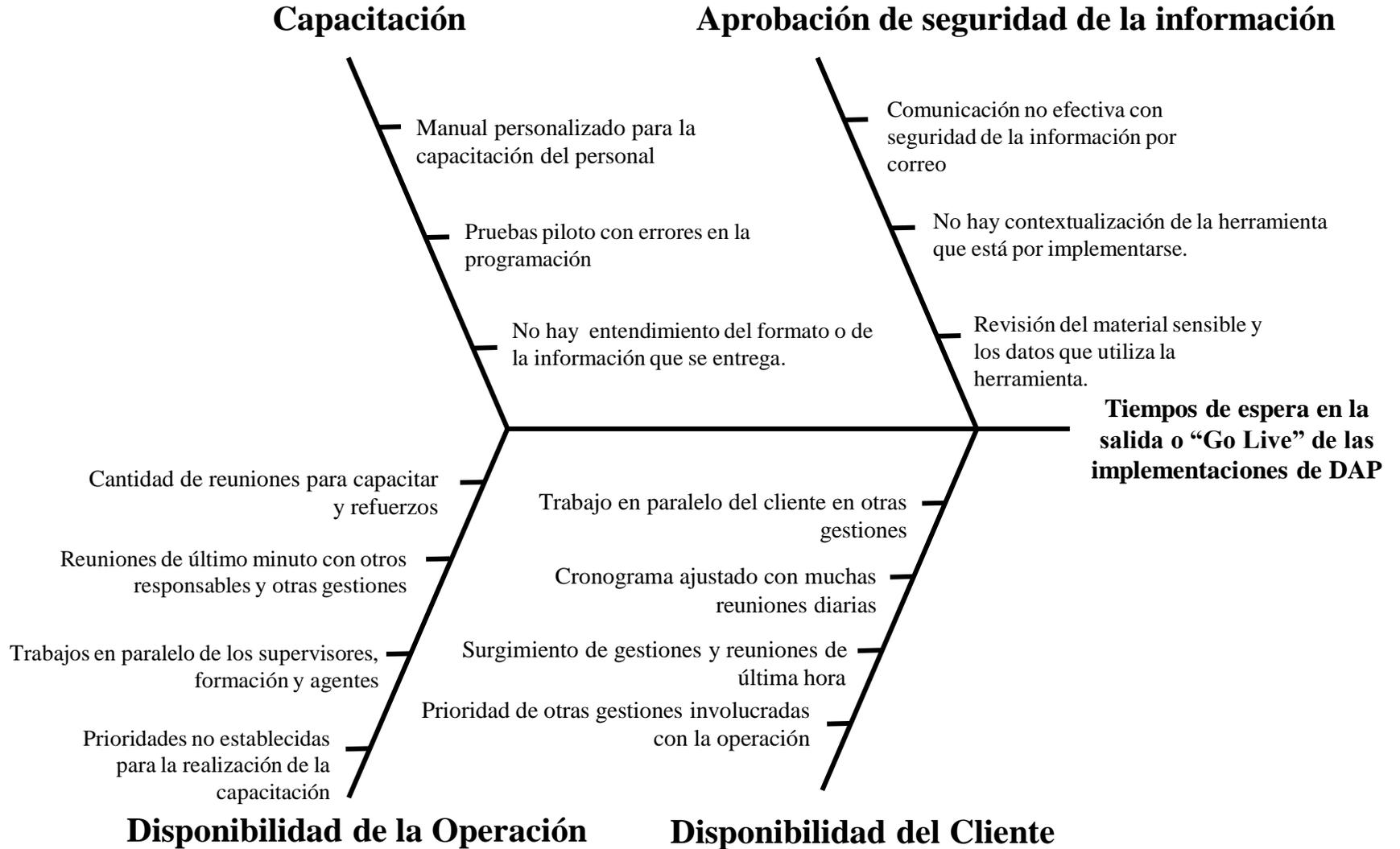
Nota. Elaboración propia.

Ilustración A6. Diagrama Ishikawa de la etapa de Pruebas y Modificaciones



Nota. Elaboración propia.

Ilustración A7. Diagrama Ishikawa de la etapa de Go Live



Nota. Elaboración propia.

Ilustración A8. Diagrama VSM del proceso propuesto para las implementaciones de DAP

Etapa	Análisis del problema y la formación del equipo											
Figura												
Tipo de Desperdicio	A.V.	Cambios de responsables	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.
Nombre de la Actividad	Identificación de Necesidad	Envío de correo con descripción de necesidad y Solicitar reuniones con el cliente	Consultoría	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de capacidad para suplir necesidad, establecimiento de prioridades e identificación de participantes	Correo con el formato estándar de cotización al cliente	Diligenciamiento del formato de cotización	Correo de vuelta con respuesta de cotización	Aprobación área comercial y jefes	Envío de Información de Proyecto	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Primer acercamiento con presentación con participación de responsables
Tiempo (días)	2	0,007	13	1	0,041	0,083	0,083	0,041	0,083	0,041	1	0,083
Lead Time (días)	2	2,007	15,007	16,007	16,048	16,131	16,214	16,255	16,338	16,379	17,379	17,462

Etapa	Levantamiento de Requerimientos														
Figura															
Tipo de Desperdicio	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	A.V.	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Calendario y primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Reunión explicación de primeras tareas	Envío de información adicional para realizar tareas	Realización de primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Corrección primeras tareas y asignación de nuevas	Reuniones y tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de correcciones	Preparación de documentación inicial	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de levantamiento al cliente
Tiempo (días)	0,041	1	0,083	0,007	1	1	0,083	0,041	1	1	1	1	2	1	0,041
Lead Time (días)	17,503	18,503	18,586	18,593	19,593	20,593	20,676	20,717	21,717	22,717	23,717	24,717	26,717	27,717	27,758

Etapa	Diseño									
Figura										
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Espera para efectuar diseño de la solución	Diseño de Solución	Pedida de actualización de datos	Espera en bandeja	Explicación de actualización y formato	Espera en bandeja	Actualización de datos del mes que corresponde	Envío de Información adicional	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente
Tiempo (días)	0,041	3	0,041	1	0,083	1	1	0,083	1	0,041
Lead Time (días)	27,799	30,799	30,84	31,84	31,923	32,923	33,923	34,006	35,006	35,047

Etapa	Desarrollo											
Figura												
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables
Nombre de la Actividad	Espera para efectuar la documentación del levantamiento	Documentar el levantamiento	Envío de Solicitudes documentadas del cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Explicación de Solicitudes y levantamiento	Envío de información adicional	Creación de propuestas de tiempos y calendario	Envío de Calendario	Presentación y negociación de propuestas de tiempos	Espera para efectuar desarrollo	Desarrollo y programación	Envío de usuarios y links de prueba
Tiempo (días)	0,041	2	0,041	1	0,083	0,041	1	0,041	0,041	1	20	0,081
Lead Time (días)	35,088	37,088	37,129	38,129	38,212	38,253	39,253	39,294	39,335	40,335	60,335	60,416

Etapa	Pruebas y Modificaciones																	
Figura																		
Tipo de Desperdicio	A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables
Nombre de la Actividad	Documentación final	Envío de la documentación final y solicitud de reunión a seguridad de la información	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Efectuar pruebas	Envío de errores	Corrección de errores	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Realización de nuevas pruebas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Contextualización en seguridad de la información	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Documentación final con últimos requerimientos y requerimientos de otras fases	Envío de la documentación final	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Aprobación Proyecto	Envío de consolidado
Tiempo (días)	2	0,007	1	0,082	1	0,082	0,041	3	1	0,041	1	0,082	1	2	0,041	1	1	0,081
Lead Time (días)	62,416	62,423	63,423	63,505	64,505	64,587	64,628	67,628	68,628	68,669	69,669	69,751	70,751	72,751	72,792	73,792	74,792	74,873

Etapa	Go live								
Figura									
Tipo de Desperdicio	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Aprobación de Seguridad de la información	Espera para efectuar diseño	Preparación de material de capacitación y manual	Envío de material	Espera para efectuar capacitación	Capacitación	Envío de material	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Salida de la herramienta
Tiempo (días)	2	0,041	1	0,17	1	1	0,083	1	0,083
Lead Time (días)	76,873	76,914	77,914	78,084	79,084	80,084	80,167	81,167	81,25

Nota. Elaboración propia.

Ilustración A9. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de análisis del problema y formación de equipo, y el levantamiento de requerimientos de DAP en el proyecto del sector de transporte

Etapa	Análisis del problema y la formación del equipo													
Figura														
Tipo de Desperdicio	A.V.	Cambios de responsables	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera
Nombre de la Actividad	Identificación de Necesidad	Envío de correo con descripción de necesidad y Solicitar reuniones con el cliente	Consultoría	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de capacidad para suplir necesidad, establecimiento de prioridades e identificación de participantes	Correo con el formato estándar de cotización al cliente	Diligenciamiento del formato de cotización	Correo de vuelta con respuesta de cotización	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Aprobación área comercial y jefes	Envío de Información de Proyecto	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Primer acercamiento con presentación con participación de responsables	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones
Tiempo (días)	2	0,007	10	1,5	0,083	0,007	0,083	0,041	2	0,124	0,041	2	0,083	3
Lead Time (días)	2	2,007	12,007	13,507	13,59	13,597	13,68	13,721	15,721	15,845	15,886	17,886	17,969	20,969

Etapa	Levantamiento de Requerimientos															
Figura																
Tipo de Desperdicio	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	A.V.	Espera	A.V.
Nombre de la Actividad	Calendario y primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Reunión explicación de primeras tareas	Envío de información adicional para realizar tareas	Realización de primeras tareas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Corrección primeras tareas y asignación de nuevas	Espera para efectuar envío por trabajos en paralelo y otras gestiones	Reuniones y tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de tareas adicionales	Espera en bandeja	Realización de correcciones	Preparación de documentación inicial	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación de levantamiento al cliente
Tiempo (días)	0,007	3	0,083	0,007	1	2,5	0,083	0,124	0,041	1	1	1	1	2	1	0,083
Lead Time (días)	20,976	23,976	24,059	24,066	25,066	27,566	27,649	27,773	27,814	28,814	29,814	30,814	31,814	33,814	34,814	34,897

Nota. Elaboración propia.

Ilustración A10. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de diseño y desarrollo de DAP en el proyecto del sector financiero

Etapa	Diseño										
Figura											
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	
Nombre de la Actividad	Espera para efectuar diseño de la solución	Diseño de Solución	Pedida de actualización de datos	Espera en bandeja	Explicación de actualización y formato	Espera en bandeja	Actualización de datos del mes que corresponde	Envío de Información adicional	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente	
Tiempo (días)	0,041	3	0,041	0,205	0,041	0,083	1,5	0,041	1	0,041	
Lead Time (días)	0,041	3,041	3,082	3,287	3,328	3,411	4,911	4,952	5,952	5,993	

Etapa	Desarrollo													
Figura														
Tipo de Desperdicio	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	
Nombre de la Actividad	Espera para efectuar la documentación del levantamiento	Documentar el levantamiento	Envío de Solicitudes documentadas del cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Explicación de Solicitudes y levantamiento	Envío de información adicional	Creación de propuestas de tiempos y calendario	Envío de Calendario	Espera para efectuar desarrollo	Presentación y negociación de propuestas de tiempos	Espera para efectuar desarrollo	Desarrollo y programación	Envío de usuarios y links de prueba	
Tiempo (días)	2	1	0,041	2,5	1	0,041	1	0,041	3	0,083	0,164	15	0,081	
Lead Time (días)	7,993	8,993	9,034	11,534	12,534	12,575	13,575	13,616	16,616	16,699	16,863	31,863	31,944	

Nota. Elaboración propia.

Ilustración A11. Diagrama VSM de la implementación de las etapas de pruebas-modificaciones y go live de DAP en el proyecto del sector financiero

Etapa	Pruebas y Modificaciones																			
Figura																				
Tipo de Desperdicio	A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Espera	A.V.	Espera	A.V.	Cambios de responsables	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	
Nombre de la Actividad	Documentación final	Envío de la documentación final y solicitud de reunión a seguridad de la información	Realización de Pruebas Internas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Presentación al cliente	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Efectuar pruebas	Envío de errores	Corrección de errores	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Realización de nuevas pruebas	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Contextualizar seguridad de la información	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Documentación final con últimos requerimientos y requerimientos de otras fases	Envío de la documentación final	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Aprobación Proyecto	Envío de consolidado	
Tiempo (días)	1,5	0,007	0,082	3,5	0,082	1	0,246	0,041	4	2	0,246	3	0,082	1	2,1	0,041	1	4	0,021	
Lead Time (días)	1,5	1,507	1,589	5,089	5,171	6,171	6,417	6,458	10,458	12,458	12,704	15,704	15,786	16,786	18,886	18,927	19,927	23,927	23,948	

Etapa	Go live									
Figura										
Tipo de Desperdicio	N.A.V.	Espera	N.A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	Cambios de responsables	Espera	A.V.	
Nombre de la Actividad	Aprobación de Seguridad de la información	Espera para efectuar diseño	Preparación de material de capacitación y manual	Envío de material	Espera para efectuar capacitación	Capacitación	Envío de material	Espera para efectuar reunión por trabajos en paralelo y otras gestiones	Salida de la herramienta	
Tiempo (días)	4	0,041	2	0,021	1	2	0,083	3	0,083	
Lead Time (días)	27,948	27,989	29,989	30,01	31,01	33,01	33,093	36,093	36,176	

Nota. Elaboración propia.