



Instituto
Europeo
de Posgrado

Diseño de una arquitectura de Big Data para la optimización del flujo documental en el proceso de despacho logístico mayorista.

Trabajo fin de estudio presentado por:	Juan Camilo Roldán Useche, Jorge Andres Benavides Cisneros.
Tipo de trabajo:	Trabajo de Fin de Máster
Director/a:	Fabricio Echeverría Briones
Fecha:	26/Abril/2026

Índice

1	Resumen.....	3
2	Abstract.....	3
3	Introducción	4
3.1	Objetivo General	4
3.2	Objetivos Específicos	4
3.3	Metodología	4
3.3.1	Identificación y Análisis del Problema.....	5
3.3.2	Planificación de la Solución.....	5
3.3.3	Definición de Alcance y Recursos.....	5
4	Identificación y descripción un problema al interior de la organización	7
4.1	Descripción de la empresa a intervenir	7
4.1.1	Misión.....	7
4.1.2	Visión	7
4.1.3	Mapa de procesos.....	7
4.1.4	Descripción del proceso a intervenir	8
4.1.5	Descripción del problema que presenta el proceso	8
5	Establecimiento de planes de acción para la solución del problema.....	10
5.1	Establecimiento de objetivos	10
5.2	Descripción de la solución	10
5.3	Secuencia de actividades para ejecución de la solución	11
5.4	Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución.....	11
6	Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos. 13	
6.1	Alcance final de la solución.....	13
6.2	Identificación de responsables de las actividades para ejecución	14
6.3	Cronograma de ejecución	15
6.4	Presupuesto.....	15
7	Referencias bibliográficas	17

1 Resumen

El presente proyecto de aplicación en investigación-acción aborda el rezago tecnológico en el proceso de despacho logístico a sus clientes mayoristas de la empresa ABC. Históricamente, la dependencia de documentación física en la cadena de suministro, específicamente del Conocimiento de Embarque firmado (Signed BOL) y la Lista de Empaque (Packing List), generaba cuellos de botella operativos, pérdida de información crítica y sobrecostos administrativos. El objetivo principal de este trabajo es diseñar un modelo operativo basado en una arquitectura de Big Data para la gestión automatizada y el análisis masivo de estos flujos documentales. La propuesta se estructura bajo una planificación tecnológica que asegura una transición digital sin interrumpir la operación diaria, permitiendo transformar información no estructurada en datos analizables. La intervención garantiza la trazabilidad de la mercancía en tiempo real, optimiza los ciclos de facturación y sienta las bases para una cultura corporativa orientada a la toma de decisiones basada en datos.

Palabras clave: Logística mayorista, Big Data, Gestión documental, Investigación-acción, Trazabilidad, Arquitectura de datos.

2 Abstract

This action-research application project addresses the technological lag in the wholesale logistics dispatch process of the ABC company. Historically, the reliance on physical documentation in the supply chain, specifically the Signed Bill of Lading (BOL) and the Packing List, generated operational bottlenecks, loss of critical information, and administrative cost overruns. The main objective of this work is to design an operating model based on a Big Data architecture for automated management and massive analysis of these document flows. The proposal is structured under a technological planning that ensures a digital transition without interrupting daily operations, allowing unstructured information to be transformed into analyzable data. The intervention guarantees real-time merchandise traceability, optimizes billing cycles, and lays out the foundation for a corporate culture oriented towards data-driven decision-making.

Keywords: Wholesale logistics, Big Data, Document management, Action-research, Traceability, Data architecture.

3 Introducción

Este proyecto de aplicación en investigación-acción se centra en la identificación y resolución de los **cuellos de botella logísticos en el proceso de despacho a sus clientes al por mayor de la empresa ABC (Empresa Ficticia)**, permitiendo integrar la teoría de **Big Data** y digitalización de procesos en un entorno operativo simulado. Mediante un enfoque de investigación-acción, se desarrollaron habilidades de diagnóstico y planificación orientadas a mitigar el atraso tecnológico en la transmisión documental (*Signed Bill of Lading* y *Packing Lists*). La estructura del proyecto incluye una revisión exhaustiva de las ineficiencias causadas por el manejo físico de la información y la propuesta de una arquitectura de datos moderna, eficiente y de bajo costo, que responde a las necesidades de la organización para optimizar sus tiempos de entrega y reducir la pérdida de información crítica.

3.1 Objetivo General

El objetivo principal del proyecto es diseñar un modelo operativo basado en la arquitectura de **Big Data** para la gestión y análisis de flujos documentales (*Signed BOL* y *Packing Lists*) en el proceso de despacho logístico de **empresa ABC**. La intervención se orienta no solo a erradicar la dependencia de documentos físicos que generan retrasos y pérdidas, sino a proporcionar una solución tecnológica sostenible y de bajo costo que eleve la trazabilidad de la mercancía y la eficiencia general en la atención a clientes mayoristas.

3.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Realizar una identificación detallada del problema en su contexto organizacional, determinando causas raíz y evaluando su impacto en el desempeño general del proceso.
2. Diseñar un plan de acción estructurado con objetivos claros, actividades específicas y recursos definidos para la ejecución de la solución.
3. Establecer el alcance de la intervención, definiendo responsables, cronograma y presupuesto, para asegurar que la implementación sea organizada y efectiva.

3.3 Metodología

El proyecto se desarrolló mediante la metodología de investigación-acción, la cual facilitó la colaboración continua entre el equipo de estudiantes y docente asesor. Esta metodología permitió un enfoque sistemático para identificar problemas, formular hipótesis y aplicar soluciones en un contexto real, ajustando las estrategias conforme se

avanzaba en el proyecto. La investigación-acción proporcionó un marco flexible y participativo para ejecutar el proyecto de manera estructurada, generando una intervención bien fundamentada y con alto potencial de impacto.

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas secuenciales, cada una de las cuales abordó un aspecto específico de la intervención. En la primera etapa, se identificó y analizó el problema organizacional, incluyendo una descripción detallada de la organización, su misión, visión y el proceso específico afectado. La segunda etapa se centró en la planificación de la solución, estableciendo objetivos y actividades concretas para abordar el problema. En la tercera fase, se definieron aspectos operativos como el cronograma, el presupuesto y la asignación de roles.

3.3.1 Identificación y Análisis del Problema

En la primera etapa, se realizó un análisis exhaustivo del área logística de la empresa ABC y del contexto en el cual se desarrolla el proceso de despacho al por mayor. Se documentó el cuello de botella tecnológico identificando sus causas raíz, principalmente la dependencia de documentos físicos (Signed BOL y Packing List), y los puntos críticos que generaban retrasos, pérdida de información y sobrecostos. Este diagnóstico inicial fue esencial para estructurar la solución basada en la gestión de datos y asegurar que la intervención respondiera de manera precisa a las necesidades de modernización de la organización.

Para el diagnóstico se utilizó el método de Mapeo de Procesos (Process Mapping) combinado con entrevistas semiestructuradas al personal operativo de almacén y despacho. El mapeo permitió visualizar el flujo real de los documentos paso a paso, revelando exactamente dónde se producía el estancamiento de la información, mientras que las entrevistas aportaron datos cualitativos sobre el tiempo perdido en tareas de rastreo manual.

3.3.2 Planificación de la Solución

En la segunda etapa, se desarrolló un plan de acción detallado que incluyó la definición de objetivos específicos y una secuencia de actividades que permitiría erradicar el rezago tecnológico en la transmisión documental. Esta fase incluyó el diseño de una estrategia de ejecución organizada para implementar la nueva arquitectura de datos, permitiendo la captura, procesamiento y análisis de los Signed BOL y Packing List de forma digital y centralizada. La planificación detallada de actividades, infraestructura tecnológica y recursos humanos fue clave para asegurar una transición precisa, minimizando la fricción operativa y maximizando la eficiencia del proceso de despacho.

3.3.3 Definición de Alcance y Recursos

La tercera etapa se enfocó en delimitar el alcance de la intervención tecnológica y los recursos necesarios para la implementación del sistema. Se establecieron responsables para cada actividad, integrando a las áreas de logística y tecnología, y se elaboró un

cronograma de ejecución para controlar el avance progresivo de la digitalización y el análisis de datos. Asimismo, se desarrolló un presupuesto que detalló los costos asociados a cada fase (adquisición de software, dispositivos de captura y capacitación), permitiendo optimizar la asignación de recursos y proyectar la viabilidad financiera del proyecto. Esta fase aseguró que todas las variables críticas estuvieran alineadas para una adopción tecnológica sin interrupciones en la cadena de suministro.

Instituto Europeo de Posgrado ©

4 Identificación y descripción un problema al interior de la organización

En esta sección se identifica y describe el cuello de botella operativo dentro del proceso de despacho logístico de la empresa ABC. Se presenta el contexto de la organización, que opera en el sector de venta de ropa al por mayor, para luego analizar cómo la gestión análoga de la documentación crítica impacta negativamente en la eficiencia. Se detallan las causas raíz, principalmente el atraso tecnológico en la transmisión de datos, y los efectos operativos que justifican una intervención tecnológica basada en la gestión masiva de información para optimizar el desempeño y alinearlos con los objetivos estratégicos de la empresa.

4.1 Descripción de la empresa a intervenir

4.1.1 Misión

ABC es una organización dedicada a la comercialización y distribución de prendas de vestir al por mayor. Su modelo de negocio se basa en el abastecimiento de grandes volúmenes de mercancía a distribuidores. La logística de salida (despacho) es el núcleo de su propuesta de valor, ya que la puntualidad y exactitud en las entregas definen su competitividad en la industria textil.

4.1.2 Visión

Proveer soluciones integrales de moda al por mayor, garantizando a nuestros clientes un abastecimiento oportuno, eficiente y de alta calidad, mediante procesos logísticos confiables que fortalezcan el desarrollo de sus negocios.

4.1.3 Mapa de procesos

El mapa de procesos de la organización se estructura en tres niveles principales:

- **Procesos Estratégicos:** Planificación corporativa, Gestión de Calidad e Innovación.
- **Procesos Misionales (Core):** Compras y abastecimiento, Gestión de inventarios, Despacho Logístico (proceso a intervenir) y Ventas al por mayor.
- **Procesos de Apoyo:** Recursos Humanos, Contabilidad, Mantenimiento y Tecnología de la Información (TI).

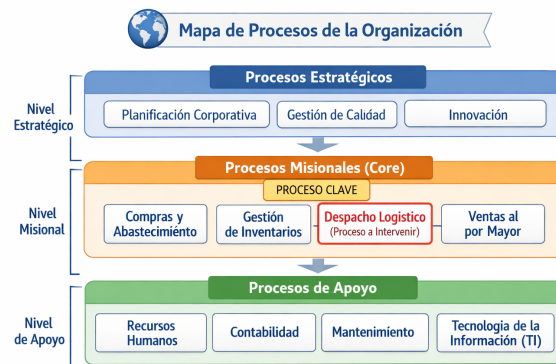


Figura 1. Mapa de procesos de ABC Nota. Elaboración propia.

4.1.4 Descripción del proceso a intervenir

El proceso de "Despacho Logístico" comienza cuando el área de ventas confirma un pedido mayorista. El personal de almacén realiza el picking (recolección) y packing (empaquetado) de las prendas. Una vez lista la carga, se genera físicamente una Lista de Empaque (Packing List) que detalla el contenido exacto de las cajas. Posteriormente, la mercancía se carga en los vehículos de transporte y el transportista firma en papel el Conocimiento de Embarque (Signed BOL), el cual actúa como contrato de transporte y acuse de recibo. Finalmente, estos documentos físicos deben regresar a la oficina central para ser archivados manualmente y procesar la facturación.

4.1.5 Descripción del problema que presenta el proceso

El problema central en el proceso de despacho radica en un severo atraso tecnológico en la captura y transmisión de los documentos críticos (*Signed BOL* y *Packing List*). Al depender exclusivamente de soportes físicos (papel), el proceso experimenta fallas críticas en la trazabilidad, cuellos de botella administrativos y una total incapacidad analítica para predecir ineficiencias sistemáticas.

Esta problemática operativa, como señala Carreño Solís (2025), en la gestión moderna el flujo de información es un componente tan crítico como el flujo físico de las mercancías; cualquier interrupción en la transmisión de datos repercute directamente en los costos operativos y en el nivel de servicio al cliente.

Por otro lado, esta desconexión física impide la modernización del análisis corporativo. López (2023) destaca que la implementación de sistemas de *Big Data* es fundamental para estructurar volúmenes masivos de información y transformar datos aislados en conocimiento accionable. En su estado actual, al mantener la información de los despachos atrapada en papel, la empresa ABC carece de la arquitectura de datos básica

que López identifica como esencial para competir. Esta carencia tecnológica le impide a la directiva procesar el historial de operaciones, identificar patrones de retraso en las rutas de distribución y optimizar sus recursos, justificando la urgente necesidad de implementar un sistema que sincronice la operación física con la inteligencia de negocios de la compañía.

Instituto Europeo de Posgrado ©

5 Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

El presente apartado detalla el plan de acción diseñado para resolver el rezago tecnológico en el proceso de despacho logístico de ABC. En primer lugar se establecen objetivos claros y medibles que guiarán la intervención. A continuación se expone la solución tecnológica basada en una arquitectura de Big Data para digitalizar los documentos críticos del despacho y mejorar la trazabilidad y el análisis en tiempo real. Posteriormente se presenta una secuencia de actividades organizada cronológicamente y se describen los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros necesarios para ejecutar la solución. Este plan está alineado con las necesidades de la organización y busca generar procesos más ágiles y eficientes, apoyándose en las ventajas que la digitalización y el análisis de datos aportan a las cadenas de suministro.

5.1 Establecimiento de objetivos

1. Digitalizar la captura y registro de los documentos Signed BOL y Packing List mediante dispositivos electrónicos y escaneo, eliminando el manejo físico y reduciendo los tiempos de procesamiento.
2. Diseñar e implementar una arquitectura Big Data que almacene, procese y permita analizar en tiempo real los documentos digitalizados y sus metadatos, brindando trazabilidad completa del proceso de despacho.
3. Integrar la nueva plataforma con los sistemas existentes (ERP y logística) para agilizar la facturación y minimizar errores, garantizando la coherencia de la información.
4. Mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones mediante tableros y análisis predictivo basados en Big Data, fomentando una cultura orientada a los datos en la organización.

5.2 Descripción de la solución

La solución propuesta consiste en una arquitectura tecnológica de Big Data que digitalice y gestione automáticamente los documentos críticos del proceso de despacho. En lugar de utilizar listas de empaque y conocimientos de embarque en papel, los transportistas firmarán electrónicamente en tabletas o se escanearán los documentos al momento de la entrega. Estos registros se enviarán a una plataforma de almacenamiento distribuido (data lake) donde se aplicarán técnicas de reconocimiento de caracteres (OCR) para extraer metadatos y alimentar un repositorio central.

Una vez en formato digital, los datos se procesarán mediante herramientas de análisis y se visualizarán a través de tableros de control que mostrarán en tiempo real el estado de cada despacho, los tiempos de entrega y posibles retrasos. Este entorno integrado aprovechará las tecnologías de Big Data para simplificar y acelerar los procesos logísticos y facilitar decisiones basadas en datos. La digitalización y el análisis continuo

proporcionarán visibilidad, trazabilidad y adaptabilidad a lo largo de la cadena de suministro, optimizando el desempeño

5.3 Secuencia de actividades para ejecución de la solución

1. Diagnóstico y levantamiento de requisitos (Semanas 1-2): Mapear el proceso de despacho actual, identificar puntos de captura de documentos y obtener requerimientos de usuarios y sistemas existentes.
2. Diseño de la arquitectura Big Data (Semanas 3-4): Seleccionar tecnologías de hardware y software (tabletas con firma electrónica, escáneres, OCR, data lake, bases de datos NoSQL y herramientas de analítica), definir el modelo de datos y los flujos de información.
3. Adquisición e implementación de infraestructura (Meses 2-3): Adquirir e instalar los dispositivos de captura y los servidores o servicios en la nube, configurar la plataforma de almacenamiento y desarrollar scripts de ingesta y extracción de metadatos.
4. Desarrollo de dashboards y funcionalidades analíticas (Meses 3-4): Configurar las herramientas de visualización y análisis, crear tableros con indicadores clave y definir alertas para retrasos y anomalías.
5. Integración con sistemas corporativos y prueba piloto (Mes 4): Vincular la plataforma con el ERP/logística, ejecutar un piloto en un subconjunto de despachos y ajustar el proceso según los resultados.
6. Formación y gestión del cambio (Mes 5): Capacitar al personal de logística, transporte y administración en el uso de la nueva plataforma y elaborar procedimientos operativos estandarizados.
7. Despliegue general y seguimiento (Mes 6): Ampliar la implementación a todos los despachos, monitorizar el desempeño mediante métricas y realizar mejoras continuas.

5.4 Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

Recursos humanos.

- **Director de proyecto:** dedicará aproximadamente 120 horas durante los seis meses del proyecto para coordinar el equipo, controlar tiempos y presupuesto y supervisar el cumplimiento de objetivos.
- **Arquitecto de datos:** invertirá 160 horas en diseñar la arquitectura Big Data, definir el modelo de datos e integrar la solución con el ERP y otros sistemas.
- **Equipo de desarrollo Big Data (2 personas):** cada desarrollador aportará unas 200 horas (400 horas en total) para configurar el data lake, construir pipelines de ingestión y desarrollar los algoritmos de análisis.
- **Especialistas en integración de sistemas (1 persona):** asignará 80 horas a conectar la plataforma con los sistemas logísticos y a realizar pruebas de interoperabilidad.
- **Analistas de logística y personal de almacén (3 personas):** dedicarán 60 horas cada uno a levantar requisitos, validar el funcionamiento y revisar los cuadros de mando.
- **Especialista en gestión del cambio y formación:** destinará 80 horas a elaborar la estrategia de adopción y a impartir talleres de capacitación.

- **Responsable de seguridad de la información:** empleará 40 horas en definir políticas de cifrado, autenticación y control de accesos.
- **Transportistas y operadores:** invertirán 20 horas en familiarizarse con los dispositivos de captura y en ajustar sus rutinas de trabajo.

Recursos tecnológicos. Se requieren dispositivos y sistemas adecuados para digitalizar y gestionar los documentos:

- **Dispositivos de captura:** tabletas robustas con firma electrónica y escáneres portátiles de alta resolución capaces de convertir grandes volúmenes de documentos en archivos digitales claros y precisos. Esto garantiza que los Signed BOL y Packing List se digitalicen con calidad suficiente.
- **Software OCR e IA:** herramientas de reconocimiento óptico de caracteres que transforman los documentos escaneados en texto editable y facilitan la búsqueda y edición.
- **Infraestructura de red:** conectividad segura en las zonas de carga y descarga (Wi-Fi empresarial o dispositivos con SIM) que permita transmitir los documentos en tiempo real al centro de datos.
- **Plataforma Big Data:** servidores locales o servicios en la nube configurados como un data lake para almacenar documentos y metadatos, bases de datos distribuidas (Hadoop HDFS, NoSQL), pipelines de ingestión y motores de análisis (Spark).
- **Herramientas de visualización y BI:** soluciones de Business Intelligence (Power BI, Tableau) y cuadros de mando personalizados para monitorear estados de envío, tiempos de entrega y detectar anomalías.
- **Seguridad y respaldo:** mecanismos de cifrado, autenticación multifactor, control de accesos basado en roles, sistemas de copias de seguridad y planes de recuperación ante desastres.

Recursos materiales y financieros. Incluyen estaciones de trabajo para el equipo de TI, UPS para mantener los sistemas operativos, un presupuesto para la adquisición o arrendamiento de hardware y servidores, licencias de software o suscripciones a servicios gestionados, honorarios de consultoría/desarrollo y costes de formación continua. También conviene reservar fondos para mantenimiento, actualizaciones y contingencias.

Recursos temporales e intangibles. Además de las horas mencionadas por rol, se planifican:

- **40 horas** en sesiones de capacitación para el personal de logística y administración.
- **20 horas** en reuniones de seguimiento quincenales para revisar el avance del proyecto y resolver incidencias.
- **15 horas** en sesiones de pruebas piloto y retroalimentación.
- **10 horas** para elaborar y revisar la documentación técnica y manuales de usuario.

Esta cuantificación concreta la categoría "temporales e intangibles" y permite verificar que la carga de trabajo esté alineada con el cronograma, facilitando el control del proyecto y la asignación de recursos.

6 Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

En esta sección se detalla la planificación operativa y financiera para la transición del sistema logístico análogo a la nueva arquitectura de *Big Data* en la empresa ABC. Se delimita el alcance de la intervención, asegurando la perfecta alineación con los requerimientos técnicos descritos previamente. Asimismo, se establecen los roles clave del equipo multidisciplinario para garantizar una adopción exitosa. Finalmente, se presenta el cronograma de ejecución proyectado a seis meses (conforme a la secuencia de actividades) y el presupuesto en dólares estadounidenses (USD) requerido para la infraestructura (dispositivos, OCR, *Data Lake*), garantizando la viabilidad de la solución

6.1 Alcance final de la solución

El alcance de este proyecto se centra exclusivamente en el proceso de **despacho logístico mayorista**. La intervención contempla la digitalización en origen de los documentos críticos (*Signed BOL* y *Packing List*) mediante hardware robusto (tabletas y escáneres), la extracción de metadatos mediante tecnología OCR, y su almacenamiento en un repositorio central (*Data Lake*).

- **Límites de la intervención:** El proyecto inicia estrictamente en el punto de carga y entrega de mercancía al transportista (captura de firmas) y finaliza con la integración de los datos procesados en el ERP corporativo y los tableros de *Business Intelligence* (BI).
- **Exclusiones explícitas del alcance:** Para garantizar la viabilidad y el enfoque del proyecto, quedan expresamente excluidos los siguientes procesos organizacionales:
 - **Gestión de compras y proveedores (Logística de entrada):** No se intervendrán los sistemas de recepción de mercancía ni la relación o integración de datos con proveedores externos.

- **Procesos de manufactura:** Los flujos de producción, ensamblaje y control de calidad de las prendas de vestir no sufrirán modificaciones tecnológicas ni operativas.
- **Políticas de inventario interno:** Aunque el nuevo sistema de datos se comunicará con el ERP, no reestructurará las metodologías de almacenamiento o preparación de pedidos (*picking* y *packing*) previas al área de despacho.
- **Logística de última milla (B2C):** La digitalización no cubrirá los despachos a clientes finales o tiendas minoristas, enfocándose únicamente en la red de distribución B2B (mayoristas).
- **Resultados esperados:** Eliminación total del manejo físico de documentos, reducción drástica de los tiempos de procesamiento para facturación y la instauración de una cultura de toma de decisiones basada en datos predictivos. Como bien señala **Kanyepe (2025)**; la optimización logística impulsada por datos (*data-driven*) es el motor principal para potenciar la cadena de suministro digital, ya que permite a las organizaciones reducir la incertidumbre operativa y maximizar la visibilidad en tiempo real.

6.2 Identificación de responsables de las actividades para ejecución

- Para garantizar una ejecución coordinada, las responsabilidades se han asignado a los perfiles específicos del talento interno y especializado:
- **Director de Proyecto:** Máximo responsable del cumplimiento del cronograma a 6 meses, control presupuestal y coordinación entre el área logística y tecnológica.
- **Arquitecto de Datos y Equipo de Desarrollo:** Encargados del diseño de la infraestructura *Big Data*, configuración del *Data Lake* (ej. Hadoop/NoSQL), creación de pipelines de datos y desarrollo de los tableros analíticos.
- **Especialistas en Integración y Seguridad:** Responsables de conectar la nueva plataforma con el ERP corporativo sin generar duplicidades, aplicando cifrado y control de accesos.
- **Analistas de Logística y Especialista en Gestión del Cambio:** Encargados de validar los requerimientos operativos, ejecutar las pruebas piloto en el almacén y capacitar a los usuarios finales (transportistas y operarios) para asegurar la adopción tecnológica. Como advierte **Bustamante Márquez (2025)**, la gestión

moderna de la cadena de suministro no depende únicamente de la implementación tecnológica, sino de una correcta gestión del cambio humano que asegure la adaptación y reduzca la resistencia del personal operativo ante los nuevos procedimientos.

- **Personal Operativo y Transportistas:** Responsables de la correcta utilización de las tabletas y dispositivos de captura en campo para la firma electrónica.

6.3 Cronograma de ejecución

El proyecto está estructurado para desarrollarse en un periodo de **6 meses**, organizado secuencialmente para minimizar el impacto en la operación diaria. A continuación, se detalla la distribución temporal de las actividades:

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Diagnóstico, levantamiento de requisitos y diseño de arquitectura Big Data	X					
Adquisición de infraestructura (dispositivos físicos y servicios en la nube)		X	X			
Desarrollo de dashboards, analítica e integración con sistemas corporativos (ERP)			X	X		
Ejecución de prueba piloto en subconjunto de despachos y ajustes técnicos				X		
Formación, capacitación del personal y gestión del cambio					X	
Despliegue general (Go-live), seguimiento de métricas y mejora continua						X

Figura 2. Cronograma de ejecución. Nota. Elaboración propia.

6.4 Presupuesto

Para la ejecución de la solución tecnológica descrita, se ha elaborado un presupuesto que contempla la adquisición de hardware de captura, licencias de software avanzado y la asignación del talento humano especializado. Los valores están expresados en dólares estadounidenses (USD):

Rubro	Valor
Adquisición de hardware (Tabletas robustas con firma electrónica, escáneres y conectividad)	\$ 6,800.00
Infraestructura <i>Big Data</i> (Servicios Cloud para <i>Data Lake</i> , bases de datos NoSQL - Suscripción anual)	\$ 5,500.00
Software especializado (Licencias de herramientas OCR con IA y plataformas BI)	\$ 3,400.00
Horas de talento interno (Director, Arquitecto de datos, Desarrolladores y Seguridad)	\$ 16,000.00
Gestión del cambio y capacitación tecnológica (Materiales y talleres operativos)	\$ 2,000.00
Imprevistos y fondo de contingencia técnica (10%)	\$ 3,370.00
Total Presupuesto	\$ 37,070.00

Figura 3. Presupuesto. Nota. Elaboración propia.

7 Referencias bibliográficas

Carreño Solís, A. (2025). *Cadena de suministro y logística* Pontificia Universidad Católica de Perú. <https://www.digitaliapublishing.com/a/51222>

López, V. (2023). *Sistemas de Big Data* Rama Editorial. <https://www.digitaliapublishing.com/a/129799>

Bustamante Márquez, M. (2025). *Logística y gestión moderna de la cadena de suministro*. Rama Editorial. <https://www.digitaliapublishing.com/a/183061>

Kanyepe, J. (2025). Data-driven logistics optimization: Powering the digital supply chain. En A. Ullah, J. Pandey, & R. Masengu (Eds.), *Impacts of technology on operations management: Adoption, adaptation, and optimization* (pp. 63–96). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6205-1.ch003>

Mora García, L. A. (2023). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento* (3.ª ed.). Ecoe Ediciones.

Gurdián Jarquín, S. I., & Zúniga Ortega, O. M. (2024). *Logística del futuro: optimización de inventarios con IA y Lean Six Sigma*. Editorial Académica Española.

Mora García, L. A. (2023). *Industria y logística 4.0*. Grupo Editorial RA-MA.

Del Castillo Galarza, S. (2023). *Logística 4.0: innovación y eficiencia en la cadena de suministro*. Instituto Superior Tecnológico Quito.