Maestría en Inteligencia de Negocios y Ciencia de Datos
Proyecto Integrador Caso de Negocio

Título de la propuesta o iniciativa: Implementación de una arquitectura de datos híbrida para una empresa de comercialización de productos de consumo masivo en la ciudad de Guayaquil

Fernando Marcos HERNANDEZ VALERO[a] y Celiano Andrés TOROSINE LLANGA[b] bajo la dirección de Alexandra Jacqueline ARCINIEGAS CORAL[c]

a Economista con Mención en Gestión Empresarial. E-mail fernando.hernandez@uees.edu.ec
b Economista con Mención en Gestión Empresarial. E-mail celiano.torosine@uees.edu.ec
c Magister en Auditoría de Tecnologías de la Información. E-mail aarciniegas@uees.edu.ec

SÍNTESIS:	Este proyecto propone una transformación digital de la arquitectura de datos de la empresa para optimizar el análisis y toma de decisiones informada. Tras la evaluación de tres alternativas, se elige la implementación de una arquitectura híbrida para tener un modelo escalable, robusto y seguro.
DESCRIPCIÓN:	La empresa de consumo masivo se enfrente ante la fragmentación y obsolescencia de su arquitectura actual, por lo que se ve en la necesidad de modernizar su modelo de ingesta y almacenamiento de datos.
DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD:	Modernizar la arquitectura de datos e implementar una solución más robusta, así como escalable, que permita el análisis avanzado de datos, fomentando una cultura organizacional orientada al uso de información para generar valor.
OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO:	Rediseñar la arquitectura de datos e implementar una solución escalable, moderna y orientada a la inteligencia de negocios.
ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS ELEGIDA:	Alternativa 2: Implementación de una arquitectura de datos híbrida (Data Lake + Data Warehouse)

1. Oportunidad o problema

1. Identificar la oportunidad/problema

El presente caso se basa en una empresa con más de 30 años de experiencia en el mercado ecuatoriano en las industrias de bebidas, plásticos, inmobiliaria industrial, agricultura, así como alimentos, la cual presenta limitaciones en la forma de gestión y almacenamiento de datos. En la actualidad, las empresas enfrentan un entorno cada día más competitivo y dinámico, deben adaptar su capacidad para recopilar, integrar, analizar y utilizar sus datos de manera efectiva con procesos de transformación digital como pueden ser creación de soluciones digitales, migración de estructura de datos local a estructura en la nube, entre otras (AWS, s.f.).

Teniendo la innovación, responsabilidad e integridad como parte de sus valores corporativos, la empresa busca solucionar este problema, que representa tanto un problema operativo como una oportunidad estratégica para evolucionar. Algunos expertos mencionan que una "transformación digital exitosa aporta muchos beneficios a una empresa en términos de eficiencia, ingreso y retorno de la inversión" (González, 2023).

El principal desafío identificado es la fragmentación y obsolescencia de su arquitectura de datos, debido a un reciente ataque cibernético que afectó principalmente a la información que se tiene almacenada y con la que se realizan reportes claves para la toma de decisiones. Este tipo de inconvenientes pueden llegar a representar una amenaza en la parte operativa, seguridad, incluso de competitividad (IT Expert Solutions, 2024).

Actualmente, la organización utiliza archivos de Excel como fuente primaria de información histórica, con data de ventas hasta el año 2020, mientras que la información

desde 2021 hasta la actualidad es obtenida directamente del sistema de facturación, lo que conlleva a una separación artificial entre periodos dificultando en análisis continuo de tendencias, crecimiento y comportamiento de la demanda.

Complementariamente, la empresa cuenta con fuentes de datos externas que provienen de una API de un proveedor, el cual da servicios a empresas para gestionar los procesos de ventas desde la visita al cliente hasta el cierre de la transacción, que incluye información clave sobre productos y cobertura de clientes. Del mismo modo, obtiene datos de mercado a través del portal web de una consultora especializada. No obstante, la integración de estas múltiples fuentes no cuenta con un sistema unificado ni escalable por lo que existen redundancias, errores y se ralentiza el acceso a información confiable para los tomadores de decisiones.

En lo que respecta al nivel técnico, la empresa emplea servidores físicos locales alojados en sus instalaciones para el almacenamiento de información, y utiliza SQL Server para ejecutar procesos básicos de extracción, transformación y carga de datos (ETL, por sus siglas en inglés), desde donde genera tablas relacionales que alimentan reportes en Power BI y en Excel.

Este enfoque, aunque funciona, no está a la altura de las exigencias actuales de volumen de datos, velocidad de acceso ni gobernanza, lo que implica una limitación para la analítica del negocio y su capacidad de adaptarse a los cambios del mercado.

Por ejemplo, los reportes en Power BI toman entre 8 a 10 minutos en actualizarse, ya que se debe procesar una gran cantidad de datos en los servidores locales, limitando la capacidad de toma de decisiones a tiempo real. La necesidad de tener agilidad para responder a la dinámica del mercado hace que estos cuellos de botella no permitan explotar

el verdadero potencial de los datos (Blanco, 2023). Adicionalmente, cada día se tiene una mayor cantidad de datos provenientes de las diversas fuentes que maneja la empresa, lo que sobrecarga cada vez más a los servidores locales, ralentizando todo el pipeline de datos. (Sánchez y Palomo, 2021).

En base a lo descrito, se logra identificar una oportunidad estratégica para rediseñar la arquitectura de datos de la empresa, que tendrá como fin consolidar las fuentes, escalar infraestructura, mejorar la calidad de datos y tener un entorno ágil y orientado a la inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés).

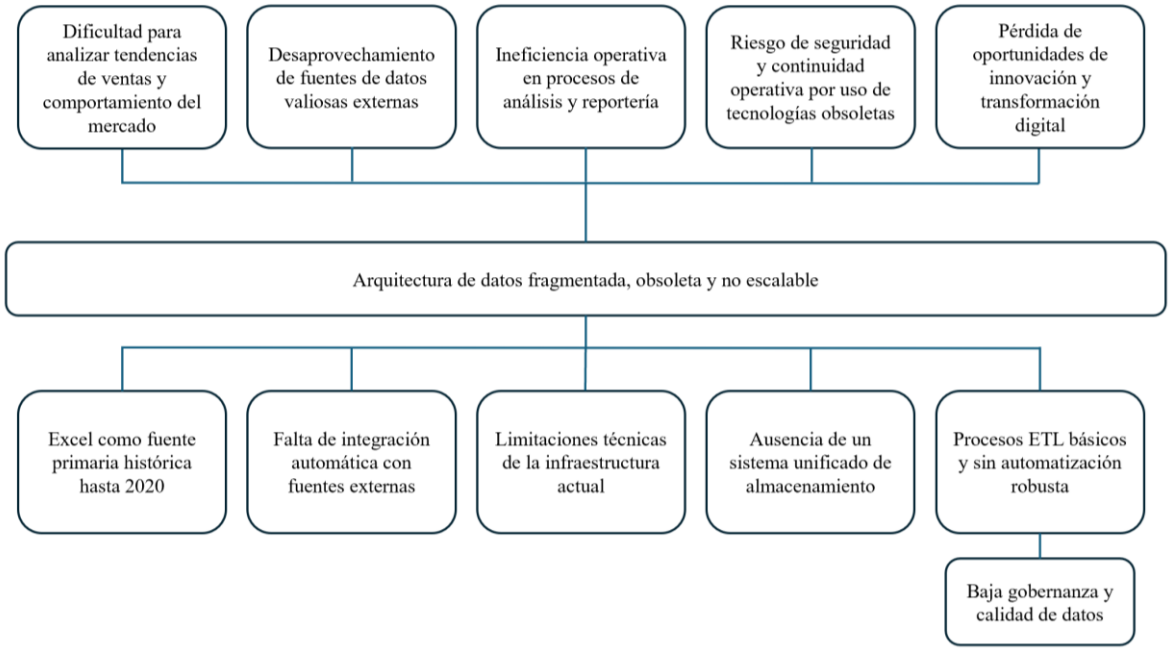
Con esta transformación digital se podrá optimizar procesos internos, así como fortalecer la posición competitiva en el mercado, el cual es parte de la misión de la organización, mediante una mejor comprensión del mercado, sus clientes y el seguimiento comercial.

Herramienta 1: Árbol de problemas

Con el propósito de dimensionar la profundidad de la situación actual de la empresa y estructurar adecuadamente los obstáculos, se ha desarrollado un árbol de problemas (Figura 1). Esta herramienta nos permite definir problemas, sus causas y los efectos, donde todo nace cuando se identifica el problema, el cual constituye el tronco, generando así un modelo de relaciones causales (Centro de Investigaciones y Servicios Educativos [CISE-ESPOL], s.f.).

Figura 1

Árbol de problemas

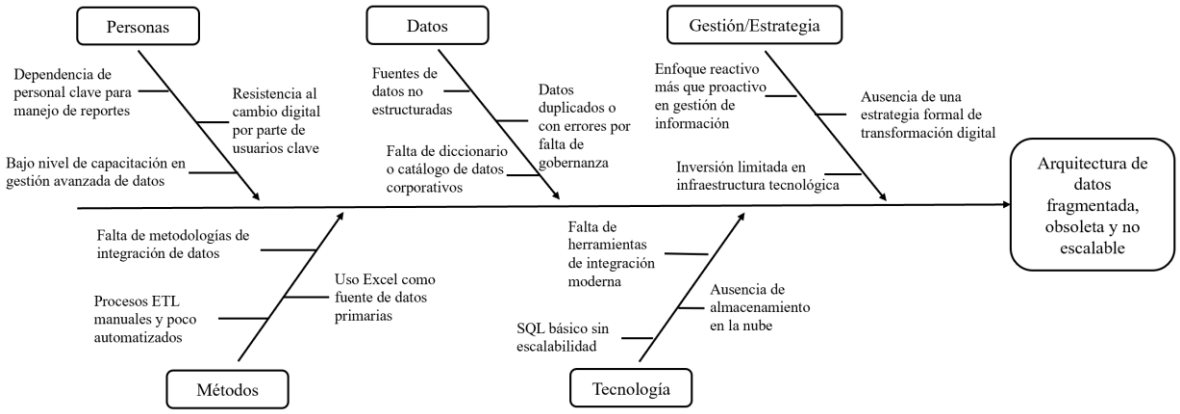


Herramienta 2: Diagrama de Ishikawa

Para complementar el análisis del problema identificado también se hizo uso de la técnica de diagrama espina de pescado (Figura 2). Esta es una herramienta diseñada por el Dr. Kaoru Ishikawa, cuyo propósito es entender las causas contribuyen al problema central para con ello mejorar los procesos (Cotton, 2016).

Figura 2

Diagrama de Ishikawa



2. Formalizar la declaración de la O/P

La empresa enfrenta limitaciones significativas en su infraestructura de datos con almacenamiento local, basada en archivos de Excel y procesos ETL básicos en SQL Server. La implementación de una arquitectura más robusta y escalable permitiría que la compañía tenga acceso oportuno, confiable e inmediato a la información necesaria con el fin de tomar decisiones estratégicas en un entorno competitivo.

La necesidad de obtener insights más profundos, como cobertura de clientes o participación de mercado, junto con el crecimiento de fuentes de datos, representa una gran oportunidad para:

"Modernizar la arquitectura de datos e implementar una solución más robusta, así como escalable, que permita el análisis avanzado de datos, fomentando una cultura organizacional orientada al uso de información para generar valor."

3. Identificar objetivos a partir de la O/P

Objetivo General

Rediseñar la arquitectura de datos e implementar una solución escalable, moderna y orientada a la inteligencia de negocios.

Objetivos específicos

- Consolidar todas las fuentes de datos en una única infraestructura accesible y actualizada en 3 meses. Este plazo se basa en la identificación de las fuentes existentes, evaluando su relevancia y calidad para el proceso de migración (Powell y Smalley, 2023).

- Diseñar una arquitectura de datos moderna que esté apta para soportar grandes volúmenes (escalabilidad) y permita el análisis ágil de la información en un plazo de 6 a 9 meses. Este plazo se basa en la complejidad de la implementación para sistemas empresariales (Goel, 2025).
- Certificar la disponibilidad de datos limpios y oportunos para reportería. Este proceso de validación y monitoreo se realizará en un plazo estimado de 2 a 3 meses luego de completar la implementación de la nueva arquitectura. Este periodo se define de acuerdo con lo establecido por DAMA Internacional (2017), en base a la cantidad de entidades, instancias y relaciones de los datos.
- Realizar la implementación de políticas, procesos y herramientas para garantizar la trazabilidad, consistencia y seguridad de datos (DAMA Internacional, 2017). Estas actividades se desarrollarán en conjunto con el objetivo específico de escalabilidad.

4. Establecer prioridades en sus objetivos

Las prioridades de los objetivos se establecen basadas en un análisis exhaustivo que combinó criterios estratégicos y técnicos, descritos a continuación:

- **Impacto esperado:** Se establece como prioridad la consolidación de fuentes de datos debido a su participación directa en la disponibilidad, confiabilidad y calidad de los datos. De acuerdo con García (2020), el punto de partida para una organización orientada en datos inicia con la centralización y acceso efectivo a la información clave para el negocio.
- **Viabilidad Técnica:** Se hizo un análisis de los objetivos en base a la capacidad actual del equipo de TI y de la infraestructura disponible. Goel (2025) declara

que uno de los errores más comunes es minimizar la dificultad técnica inicial, por lo que es de vital importancia tener claridad sobre los recursos y habilidades disponibles.

- **Secuencia lógica de la implementación:** Los procesos de calidad y gobernanza de datos deben ser aplicados fundamentándose en una base técnica consolidada, con el fin de asegurar trazabilidad y consistencia (DAMA Internacional, 2017).
- **Disponibilidad de recursos:** Además de la infraestructura y capacidad del equipo de TI, se toma en consideración el presupuesto disponible y la posibilidad de incluir a proveedores externos en las distintas fases del proyecto. De acuerdo con Gartner (2023), es importante alinear los objetivos estratégicos con la real disponibilidad de recursos financieros, tecnológicos y humanos, para trazar metas reales y evitar la sobrecarga de equipos en etapas críticas de la transición.

Adicionalmente, se hace una calificación de los objetivos, con puntajes de 1 a 5, en base a los criterios planteados (Anexo 1). Luego de asignar un puntaje a cada objetivo, se presentan las prioridades en orden descendente:

1. **Integración de datos**: Representa la base de los demás objetivos. Si no se tiene integración de los datos, la información se encuentra por todos lados, restando confianza en esta.
2. **Escalabilidad:** Con una arquitectura de datos moderna se puede soportar la operación, evitando así los retrasos.
3. **Toma de decisiones:** Como consecuencia directa de tener una arquitectura de datos moderna, se puede tomar decisiones basadas en datos.

4. **Gobernanza y calidad de datos:** A pesar de ser muy importante, esta evolucionará conforme haya avances en la arquitectura y el equipo este totalmente capacitado.

5. **Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones, además de los criterios o indicadores para comparar las opciones**

Los indicadores que se usarán para medir el progreso de los objetivos son los que se detallan a continuación:

- **Porcentaje de fuentes integradas al sistema centralizado (%FISC):** Se mide en base al avance de la integración de los datos.

$$\%\boldsymbol{FISC} = \frac{Total\ de\ fuentes\ integradas}{Total\ de\ fuentes\ existentes}$$

Responsable: Jefe de sistemas.

Frecuencia de medición: Quincenal.

La integración de fuentes de datos se suele llevar a cabo por fases (Goel, 2025), por lo que un control quincenal permitiría evaluar avances progresivos y, en caso de requerirlo, ajustar la planificación.

- **Tiempo medio de procesamiento de reportes (ΔPR):** Corresponde a la cantidad de segundos que le toma a cada reporte actualizarse con las fuentes integradas vs la cantidad de segundos que se demora en actualizar con la metodología actual.

$$\boldsymbol{\Delta PR} = \frac{Cantidad\ de\ segundos\ en\ actualizar\ ahora}{Cantidad\ de\ segundos\ en\ actualizar\ antes}$$

Responsable: Jefe del departamento de BI.

Frecuencia de medición: Semanal.

Los cambios que se efectúen en la etapa de integración de fuentes de datos pueden llegar a evidenciarse de manera inmediata. Al llevar un control semanal se puede evaluar la efectividad de las mejoras técnicas. Actualmente el proceso de actualización puede demorar hasta 600 segundos, se espera que este tiempo disminuya a 300 o menos.

- **Porcentaje de usuarios que consideran útil el reporte (%Satisfacción):** Mediante una encuesta hecha a cada usuario que tenga acceso a los reportes se medirá si el reporte es útil cuando la respuesta sea buena o excelente.

$$\%\boldsymbol{Satisfacción} = \frac{Cantidad\ de\ respuestas\ positivas}{Total\ de\ respuestas}$$

Responsable: Director Comercial.

Frecuencia de medición: Bimestral.

Un control cada dos meses permitiría a los usuarios explorar los reportes y tengan una calificación más meditada de la utilidad del reporte (Blanco, 2023).

- **Porcentaje de datos con trazabilidad documentada (%Trazabilidad):** Se mide en base al avance de las reglas documentadas con respecto a cada uno de los procesos de la obtención de datos.

$$\%\boldsymbol{Trazabilidad} = \frac{Cantidad\ de\ procesos\ documentados}{Total\ de\ procesos}$$

Responsable: Jefe de BI.

Frecuencia de medición: Mensual.

De acuerdo con SAP Concur (2023), la documentación de la trazabilidad es vital para asegurar la eficiencia operativa y calidad de los procesos. La medición

mensual permite verificar que se avanza conforme se hace la implementación de la nueva arquitectura.

2. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

El dinamismo y complejidad del contexto empresarial actual provoca que la empresa se vea en la necesidad de implementar una transformación digital, proceso que permitiría la innovación de estrategias, pensamientos y desafíos para el aseguramiento y crecimiento en el mercado (Calle, 2022). Un proceso ayudaría a la empresa a mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos, así como también poder tener un acceso rápido y confiable a su información para el seguimiento y toma de decisiones.

Debido a esto, la generación y exploración de alternativas requiere un análisis exhaustivo, ya que es el pilar de la toma de decisiones efectiva. La evaluación de diferentes opciones permite que las organizaciones se adapten mejor a los cambios del entorno y fomenta la innovación (Nuñez et al., 2023). En esta etapa se deben considerar no solo opciones convencionales, sino también alternativas que presenten enfoques disruptivos.

En esta etapa se llevó a cabo una lluvia de ideas, proceso que contó con la participación de un equipo multidisciplinario conformado por el jefe de BI, el jefe de sistemas, el jefe de procesos, el director comercial, el gerente de planificación estratégica, gerente financiero y el analista de datos, con el fin de plantear diferentes opciones que podrían ayudar a mejorar la arquitectura de datos de la empresa, dadas las problemáticas actuales. Durante la sesión, se consideraron las siguientes alternativas:

- Solución de Data Warehouse en la nube.
- Contratación de un proveedor especializado (outsourcing).

- Adoptar una solución de Business Intelligence.
- Implementación de una arquitectura híbrida (Data Warehouse + Data Lake).
- Desarrollo de una solución de datos interna (in-house).
- Uso de herramientas de integración ligera para conectar fuentes de datos.
- Mantener el modelo actual (almacenamiento local).

Para poder reducir el número de opciones con la intención de seleccionar las más viables para la empresa, se tomó en consideración los siguientes parámetros:

- **Costo estimado:** Bajo costo de implementación y mantenimiento.
- **Escalabilidad:** Capacidad de la alternativa para ajustarse a los incrementos en cantidad de datos.
- **Tiempo de implementación:** Plazo necesario para llevar a cabo la ejecución de la alternativa planteada.
- **Complejidad técnica:** Dificultad para implementación y mantenimiento.
- **Impacto en toma de decisiones:** Capacidad esperada de mejora en calidad y accesibilidad a la información.

En la limitación de alternativas, se emplea un sistema de calificación basado en los parámetros mencionados, otorgando una calificación de 1 a 5 puntos, siendo 5 el puntaje más alto. En el Anexo 2 se puede observar la calificación total para cada alternativa en base a los criterios de limitación establecidos. Luego de realizar este proceso, las alternativas planteadas en la lluvia de ideas fueron reducidas a tres, basadas en su puntaje y alineación estratégica con los objetivos de la compañía:

Alternativa 1: Migración a un Data Warehouse (DW) en la nube:

Transferir el sistema de almacenamiento en servidores locales a un proveedor de Data Warehouse (DW) en la nube.

Ventajas:

- Baja complejidad de implementación.
- Incremento significativo en tiempos de consultas.
- Compatibilidad con herramientas de visualización como Power BI.

Desventajas:

- Ofrece menor flexibilidad para datos no estructurados.
- Escalabilidad limitada.
- Se puede incurrir en mayores costos de almacenamiento (Microsoft Learn, 2023).

Se estima que esta alternativa permita la centralización de datos estructurados, consolidando datos de diferentes fuentes en un solo repositorio, lo que deriva en una optimización en el tiempo de respuesta de consultas, mejorando el acceso a la información y permitiendo una eficaz generación de reportería (Frazer, 2024). Este proceso de migración tomaría un periodo de 10 a 12 meses.

Alternativa 2: Arquitectura de datos híbrida (Data Lake + Data Warehouse)

Un Data Lake (DL) es una solución de almacenamiento de datos de bajo costo que permite el manejo de masivos volúmenes de datos, con la característica de que pueden receptar los datos en bruto. En otras palabras, los DL permiten almacenar datos estructurados, semi estructurados o no estructurados (Kosinski, 2024).

Esta alternativa consiste en la implementación de una arquitectura moderna en la cual se combine un DL con un DW en la nube.

Ventajas:

- Capacidad de trabajar con datos estructurados, semi estructurados y no estructurados.
- Escalabilidad y flexibilidad alta.
- Mejora importante en disponibilidad y tiempos de consultas.
- Compatibilidad con analítica avanzada (ML, Inteligencia Artificial).

Desventajas:

- Complejidad de implementación media-alta.
- Capacitación de personal.
- Mayores costos de inversión.

La implementación de una arquitectura de datos con DL+DW (también conocida como Data Lakehouse) ofrece una solución holística tomando lo mejor de ambas arquitecturas, que permite optimizar la analítica de datos gracias a la integración de la información, independientemente del formato, en un repositorio central con el cual se puede alimentar rápidamente tablas y visualizadores que faciliten la toma de decisiones (Armbrust et al., 2021).

Esta opción implica una inversión media-alta, ya que requiere la contratación de servicios, licencias y capacitación para el personal. Se estima un plazo de implementación de 12 meses desde el inicio de la migración.

Alternativa 3: Mantener el modelo actual (Almacenamiento On-Premise)

Esta alternativa consiste en mantener las operaciones usando la infraestructura actual, manteniendo diversas fuentes de información tanto internas como externas (repositorios en Excel, sistema de facturación, API de proveedor, consultas web), sin que se utilice un sistema central de almacenamiento y gestión de datos, sino que se continúe realizando el ETL en SQL Server para alimentar tablas relacionales.

Ventajas:

- No requiere inversión adicional.
- No necesita capacitación adicional ya que el equipo de trabajo conoce el proceso actual.
- No se requiere tiempos adicionales para implementación ni pruebas.

Desventajas:

- Uso de arquitectura de datos fragmentada.
- Poca escalabilidad (riesgo de obsolescencia).
- Lentitud en análisis de información.
- Poca flexibilidad para agregar nuevas fuentes de información.

A pesar de no tener costos financieros inmediatos, sí se incurre en un alto costo de oportunidad, al existir el riesgo de obsolescencia tecnológica y con el constante deterioro de competitividad.

3. Analizar y valorar las alternativas

La constante evolución digital ocasiona que las empresas se vean en la necesidad de replantear sus infraestructuras tecnológicas, en su búsqueda de tomar decisiones fundamentadas en datos confiables y de rápido acceso, con un sistema que permita la

integración de diferentes fuentes, a la vez que tenga la capacidad de procesar grandes cantidades de información. De acuerdo con IDC (2021), se estima que más del 60% de los datos de las empresas alrededor del mundo se gestionen fuera de sistemas tradicionales para el año 2026, lo que resalta la importancia de optar por arquitecturas de datos escalables y robustas, como infraestructuras híbridas o en la nube.

En esta sección se hace un análisis a profundidad de las alternativas delimitadas para obtener la información necesaria que ayude a orientar a la compañía hacia la opción más rentable, sostenible y alineada a las metas estratégicas de la organización.

Alternativa 1: Migración a un Data Warehouse (DW) en la nube

En esta alternativa se plantea migrar el sistema de almacenamiento on-premise a un proveedor de Data Warehouse (DW) en la nube, como Snowflake, Google BigQuery o Microsoft Azure Synapse. Esta alternativa ofrece soluciones escalables, flexibles y rentables para el almacenamiento y análisis de grandes volúmenes de datos (Frazer, 2024).

Costos de la inversión:

- **Suscripción:** Contratación de licencias de servidor (Snowflake, BigQuery o Synapse): $6,000 - $10,000 por año (Azure, 2025).
- **Servicios en la nube:** Costo de almacenamiento (AWS, Azure): $125,000 - $140,000 por año (Azure, 2025).
- **Migración de datos e integración:** Proceso con ayuda de consultoría externa: $5,000 - $7,000 (pago una sola vez).
- **Capacitación interna:** Inducciones al personal de TI, BI y analistas para implementación y mantenimiento del sistema: $1,500 - $2,000.

- **Adaptación de dashboards y pipelines:** Aplicación de ajustes en estructuras actuales de configuración de tableros: $2,000 - $3,000.

Ahorros en los costos:

- **Mantenimiento:** Ahorro esperado en costos de mantenimiento a servidores locales (on-premise): $5,000 (IDC, 2021).
- **Carga operativa:** Reducción en gastos relacionados a costos operativos del personal debido a la automatización de procesos de ETL: $3,000.
- **Soporte técnico:** Menor necesidad de soporte técnico y corrección de fallas operativas: $2,000 (AWS, 2024).

Ingresos de la inversión:

- **Productividad:** Mayor productividad en análisis y generación de reportes: $3,000 - $5,000 (Tableau, 2021).
- **Toma de decisiones:** Mejora en toma de decisiones comerciales debido a la accesibilidad y confiabilidad de los datos, se estima un incremento en ventas entre 2%-3% en primer año: $180,000 - $260,000.

Impacto en el resultado final:

- Se estima una reducción de 80% en los errores debido a la eliminación de cargas manuales y consolidación de fuentes de datos en un repositorio central que permite integración de datos estructurados (Oracle, 2023).
- Optimización de tiempo de actualización de reportes, pasando de tener un tiempo promedio de actualización de 540 segundos a un máximo de 120 segundos, dependiendo del tamaño de la consulta (Microsoft Learn, 2023).

- Mayor competitividad al tener mayor capacidad de toma de decisiones informada (Antao et al., 2021).
- Mejora del 30% en eficiencia del equipo (Gartner, 2023).
- Incremento de 40% en satisfacción de usuarios finales (miembros de la organización) (McKinsey Digital, 2022).

Cronograma de costos e ingresos (flujo de caja)

Tabla 1

Flujo de caja (Año 1) de Alternativa 1

Periodo	Inversión	Ingreso incremental	Flujo neto
Q1 – Implementación	$144,000	$0	-$144,000
Q2 – Estabilización	$2,000	$50,000	$48,000
Q3 – Uso pleno	$1,800	$70,000	$68,200
Q4 – Operación	$2,200	$100,000	$97,800
TOTAL	**$150,000**	**$220,000**	**$70,000**

Beneficios no cuantificables:

- Mayor seguridad de la información, con datos más confiables al procesar consultas complejas y grandes volúmenes de datos (Frazer, 2024).
- Mayor competitividad en el mercado al poder tomar decisiones informadas a tiempo real (Antao et al., 2021).
- Viabilidad de escalabilidad a medida que crezca la cantidad de datos, asegurando desempeño óptimo (Frazer, 2024).

Costos no cuantificables:

- La empresa debe pasar por una curva de aprendizaje inicial para adaptarse al nuevo sistema (Kosinski, 2024).
- Al ser un sistema nuevo, se tiene riesgo de errores en configuración inicial (Goel, 2025).
- Se tendrá dependencia de proveedor en la nube, por lo que existe el ligero riesgo de inaccesibilidad en caso de fallas propias del proveedor (Mistral, 2024).

Análisis Financiero:

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se tiene que:

- Ingresos: $220,000.
- Costos (Inversión): $150,000.
- Tasa de descuento: 10% - Tasa estándar (Brealey, Myers y Allen (2020).
- Periodo: 3 años.

ROI (Retorno en la Inversión)

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{Ingresos - Costos}{Costos}\ x\ 100$$

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{\$220{,}000 - \$150{,}000}{\$150{,}000}\ x\ 100 = \mathbf{46.67}\%$$

VAN (Valor Actual Neto)

Considerando que se proyectan flujos netos (FN) de $85,000 en el segundo año y $100,000 en el tercer año, y *k* = tasa de descuento:

$$\boldsymbol{VAN} = -Inversión + \frac{FN_1}{(1+k)} + \frac{FN_2}{(1+k)^2} + \frac{FN_3}{(1+k)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} = -\$150{,}000 + \frac{\$70{,}000}{(1+0.10)} + \frac{\$85{,}000}{(1+0.10)^2} + \frac{\$100{,}000}{(1+0.10)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} \approx \$59{,}016$$

TIR (Tasa Interna de Retorno)

La TIR representa la tasa de descuento que hace que el VNA sea igual a cero (Ribadeneira, 2020).

$$\boldsymbol{TIR} = 29.85\%$$

Pros y Contras:

Tabla 2

Tabla de Pros y Contras de Alternativa 1

PROS:	**CONTRAS:**
• Optimización significativa en tiempos de consulta (Microsoft Learn, 2023). • Compatibilidad con herramientas de visualización (Gates, 2025). • Reducción significativa de errores (Oracle, 2023). • Automatización de flujo de datos (Snowflake, 2022). • Mejor experiencia del usuario	• Inversión inicial media-alta (Azure, 2025). • Menor flexibilidad para datos no estructurados (Kosinski, 2024). • Escalabilidad limitada a costos de almacenamiento (Microsoft Learn, 2023). • Dependencia de proveedor externo.

(McKinsey Digital, 2022).	• Adaptación interna y capacitación.

La implementación de esta alternativa permitiría que la empresa pueda almacenar sus datos en un repositorio central que soporte la ingesta de datos estructurados, mejorando la confiabilidad y seguridad de los datos, a la vez que ofrece la capacidad de ejecutar acciones derivadas de una toma de decisiones fundamentada en información a tiempo real. Este proceso implica una transición de complejidad media-alta y una capacitación del personal para el manejo y mantenimiento del nuevo sistema.

Alternativa 2: Arquitectura de datos híbrida (Data Lake + Data Warehouse)

Esta alternativa consiste en la implementación de una arquitectura híbrida, que combine un Data Lake (DL), que es una solución de almacenamiento flexible que permite el manejo de masivos volúmenes de datos estructurados, semiestructurados y no estructurados (Kosinski, 2024), con un Data Warehouse, que ofrece un entorno ideal para el análisis de data histórica y consultas estructuradas. La finalidad de esta opción es aprovechar lo mejor de los dos mundos: escalabilidad, agilidad y analítica profunda (Armbrust et al., 2021).

Costos de la inversión:

- **Suscripción:** Contratación de licencias de servidor (Snowflake, BigQuery o Synapse): $6,000 - $10,000 por año (Azure, 2025).
- **Servicios Data Lake:** Costos almacenamiento (ADLS, S3): $140,000 - $155,000 por año (Azure, 2024).

- **Configuraciones:** Proceso con configuración de pipelines para ETL + recepción de datos en bruto: $5,000 - $7,000 (pago una sola vez).
- **Consultorías:** Proceso con ayuda de proveedor externo para implementación de arquitectura y definición de gobernanza: $3,000 - $5,000.
- **Capacitación interna:** Inducciones al personal de TI, BI y analistas en uso de nuevas herramientas: $1,500 - $2,000.
- **Adaptación:** Aplicación de ajustes en estructuras actuales de configuración de dashboards y fuentes de información: $2,000 - $3,000.

Ahorros en los costos:

- **Automatización:** Implementación eficiente de recepción y transformación de datos: $3,000.
- **Procesamiento:** Reducción en gastos de procesamientos duplicados y/o redundantes: $2,500.
- **Mantenimiento:** Menor carga y ahorro en mantenimiento de servidores on-premise: $5,000 (IDC, 2021).

Ingresos de la inversión:

- **Productividad:** Mayor productividad en análisis y generación de reportes por parte del equipo de BI: $3,000 - $5,000 (Tableau, 2021).
- **Toma de decisiones:** Mejora en toma de decisiones comerciales gracias a acceso confiable en tiempo real, con agregado de mejores insights al tener la capacidad de analizar datos no estructurados, estimando un crecimiento en ventas en el primer año de 2.5%-3.5%: $225,000 - $310,000.

Impacto en el resultado final:

- Mayor flexibilidad y confiabilidad en manejo de diferentes fuentes (sistemas transaccionales, APIs, archivos planos, fuentes externas) para grandes volúmenes de datos (Kosinski, 2024).
- Se tiene la posibilidad de almacenar data histórica a bajo costo (Gates, 2025).
- Reducción de 35% en tiempo de desarrollo de tableros y modelos predictivos (Gartner, 2023).
- Capacidad de trabajo con herramientas de analítica avanzada como Machine Learning, Inteligencia Artificial (Kosinski, 2024).
- Mayor competitividad al utilizar eficientemente los recursos disponibles y explotar el potencial de los datos (Blanco, 2023).

Cronograma de costos e ingresos (flujo de caja)

Tabla 3

Flujo de caja (Año 1) de Alternativa 2

Periodo	Inversión	Ingreso incremental	Flujo neto
Q1 – Implementación	$170,000	$0	-$170,000
Q2 – Integración	$2,500	$60,000	$57,500
Q3 – Uso parcial	$2,000	$85,000	$83,000
Q4 – Operación	$2,500	$125,000	$122,500
TOTAL	**$177,000**	**$270,000**	**$93,000**

Beneficios no cuantificables:

- Mayor capacidad de analítica avanzada (Machine Learning, IA) y procesamiento complejo en tiempo real (Gates, 2025).
- Alta escalabilidad, aportando a múltiples áreas (Gartner, 2023).
- Mayor grado de adaptabilidad al poder trabajar con datos de diferentes fuentes (IBM, s.f.)

Costos no cuantificables:

- La implementación de esta alternativa implica mayor complejidad técnica (Eichenseer y Nicolas, 2024).
- Curva de aprendizaje inicial con posibilidad de errores en etapas iniciales de transición (Kosinski, 2024). Mayor grado de capacitación para personal a cargo del control y mantenimiento.

Análisis Financiero:

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se tiene que:

- Ingresos: $270,000.
- Costos (Inversión): $177,000.
- Tasa de descuento: 10%.
- Periodo: 3 años.

ROI (Retorno en la Inversión)

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{Ingresos - Costos}{Costos}\ x\ 100$$

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{\$270{,}000 - \$177{,}000}{\$177{,}000}\ x\ 100 = \mathbf{52.54}\%$$

VAN (Valor Actual Neto)

Considerando que se proyectan flujos netos (FN) de $100,000 en el segundo año y $120,000 en el tercer año, y *k* = tasa de descuento:

$$\boldsymbol{VAN} = -Inversión + \frac{FN_1}{(1+k)} + \frac{FN_2}{(1+k)^2} + \frac{FN_3}{(1+k)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} = -\$177{,}000 + \frac{\$93{,}000}{(1+0.10)} + \frac{\$100{,}000}{(1+0.10)^2} + \frac{\$120{,}000}{(1+0.10)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} \approx \$87{,}348$$

TIR (Tasa Interna de Retorno)

La TIR es la tasa que hace que el VNA sea 0.

$$\boldsymbol{TIR} = 33.18\%$$

Pros y Contras:

Tabla 4

Tabla de Pros y Contras de Alternativa 2

PROS:	**CONTRAS:**
• Alta capacidad de escalabilidad (Snowflake, 2022). • Flexibilidad para trabajar con diferentes tipos de datos: estructurados, semiestructurados y no estructurados (Kosinski, 2024).	• Inversión inicial media-alta (Azure, 2024). • Mayor dificultad técnica para implementación. Requiere capacitación técnica más especializada (Eichenseer y

• Mejora en tiempos de consulta (Blanco. 2023). • Confiabilidad y disponibilidad eficiente a la información. • Compatibilidad con analítica avanzada (Gates, 2025). • Reducción significativa de errores y automatización de flujo de datos (IBM, s.f.). • Mejor experiencia del usuario.	Nicolas, 2024). • Se tiene mayor dependencia de arquitecturas avanzadas (IBM, s.f.) • Necesidad alta de gobernanza de datos (Snowflake, 2022).

Esta posible solución busca combinar las bondades de un Data Lake y un Data Warehouse para aprovechar el potencial de los datos a través del almacenamiento de información en un repositorio flexible que permita la integración de data de distintas fuentes y en diferentes formatos, de igual manera permitiendo un acceso en tiempo real a los datos para reportería y toma de decisiones estratégicas. Esta aplicación tiene una complejidad alta y requiere un mayor grado de capacitaciones técnicas y adaptación de parte del personal de la compañía.

Alternativa 3: Mantener el modelo actual (Almacenamiento On-Premise)

Esta opción implica no realizar cambios en la infraestructura de almacenamiento y procesamiento de datos que se maneja actualmente, es decir, se plantea continuar con el almacenamiento en servidores locales y el uso de SQL para las tareas de básicas de ETL. Esta alternativa, en la que no se hace ningún proceso de transformación en la arquitectura

de datos, no requiere de una inversión inicial ni paralizaciones en ingesta de datos por procesos de migración.

Costos de la inversión:

- **Mantenimiento:** Costos de mantenimiento de servidores locales: $25,000 - $35,000 por año.
- **Capital humano:** Gastos de personal operativo y soporte: $12,000 - $24,000 por año.
- **Suscripciones:** Licencias locales para bases de datos, sistema operativo, antivirus: $5,000 - $8,000 por año.
- **Infraestructura:** Gastos por ampliación/adecuación de espacio físico para servidores locales: $25,000.

Ahorros en los costos:

- **Capacitación:** No se incurre en gastos por inducciones al personal de TI, BI y analistas: $1,500 - $2,000.

Ingresos proyectados:

- **Toma de decisiones:** Proceso de toma de decisiones lento, como parte de objetivos del periodo comercial se espera un incremento de 1% en las ventas ($80,000 a $105,000) en base a un análisis de la evolución de ventas en los últimos cinco años.

Impacto en el resultado final:

- Se mantiene el modelo actual, que representa un sistema con escalabilidad limitada y tiempos elevados de consulta.

- A pesar de no tener un impacto económico inmediato, se incurre en un alto costo de oportunidad al perder competitividad en el mercado.
- Se corre el riesgo constante de tomar decisiones estratégicas con datos que no ofrecen una total garantía ni confiabilidad.
- Costos de adecuaciones en espacio físico cuando se necesite mayor espacio para servidores locales (largo plazo).

Cronograma de costos e ingresos (flujo de caja)

Tabla 5

Flujo de caja (Año 1) de Alternativa 3

Periodo	Inversión	Ingreso incremental	Flujo neto
Q1 – Mantenimiento	$32,000	$0	-$25,000
Q2 – Operación	$10,000	$33,000	$21,000
Q3 – Operación	$10,000	$26,000	$14,000
Q4 – Op./Licenciamiento	$18,000	$31,000	$10,000
TOTAL	**$70,000**	**$90,000**	**$20,000**

Beneficios no cuantificables:

- Al no realizarse ningún cambio, no se tendrá pérdida de productividad por paralizaciones en procesos de migración.
- Personal ya se encuentra familiarizado con procesos actuales, por lo que no existe nueva curva de aprendizaje.
- Se evita resistencia al cambio por adopción de nueva arquitectura (Sánchez et al., 2019).

Costos no cuantificables:

- Bajos niveles de escalabilidad y flexibilidad en integración de fuentes de datos (Goel, 2025).
- Menor competitividad en el mercado debido a toma de decisiones y reportería demorada.

Análisis Financiero:

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se tiene que:

- Ingresos: $90,000.
- Costos (Inversión): $70,000.
- Tasa de descuento: 10%.
- Periodo: 3 años.

ROI (Retorno en la Inversión)

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{Ingresos - Costos}{Costos}\ x\ 100$$

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{\$90{,}000 - \$70{,}000}{\$70{,}000}\ x\ 100 = \mathbf{28.57}\%$$

VAN (Valor Actual Neto)

Considerando que se proyectan flujos netos (FN) de $30,000 en el segundo año, $40,000 en el tercer año (periodo de renovación infraestructura) y *k* = tasa de descuento:

$$\boldsymbol{VAN} = -Inversión + \frac{FN_1}{(1+k)} + \frac{FN_2}{(1+k)^2} + \frac{FN_3}{(1+k)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} = -\$70{,}000 + \frac{\$20{,}000}{(1+0.10)} + \frac{\$30{,}000}{(1+0.10)^2} + \frac{\$40{,}000}{(1+0.10)^3}$$

$$\boldsymbol{VAN} \approx \$3{,}028$$

TIR (Tasa Interna de Retorno)

La TIR es la tasa que hace que el VNA sea 0. Al obtener una TIR negativa y menor a la tasa de descuento, no se está recuperando la inversión (Ribadeneria, 2020). En otras palabras, esta alternativa no representa una opción rentable para la empresa.

$$\boldsymbol{TIR} = 12.18\%$$

Pros y Contras:

Tabla 6

Tabla de Pros y Contras de Alternativa 3

PROS:	**CONTRAS:**
• No se requiere una inversión adicional por implementación de nueva arquitectura. • No se sufren interrupciones en las operaciones. • Personal no necesita capacitación ya que conoce el proceso actual.	• Baja escalabilidad para soportar mayores volúmenes de datos (Goel, 2025). • Tiempos de consulta cada vez más lentos a medida que crezca la cantidad de información. • Complejidad de integración de datos de diferentes fuentes y

• Se evita resistencia al cambio de cultura organizacional (Sánchez et al., 2019). • No se depende de proveedores externos.	formatos (Kosinski, 2024). • Uso de arquitectura de datos fragmentada. • Costos representativos a largo plazo por reacondicionamiento de infraestructura para servidores locales. • Riesgo de obsolescencia tecnológica, restando competitividad en el mercado.

A pesar de que no se debe incurrir en grandes inversiones en el corto plazo, esta posible solución presenta importantes limitantes en escalabilidad, tiempo de procesamiento y capacidad de respuesta frente a nuevas demandas del negocio y del entorno competitivo. Además, a medida que incremente el volumen de datos, se va a requerir mayor espacio en los servidores locales, lo que conlleva a mayor espacio físico en las instalaciones de la empresa (costos a largo plazo).

Luego de hacer una evaluación de las tres alternativas, se realiza una comparación entre ellas tomando en consideración su alineamiento con los objetivos estratégicos, así como indicadores financieros. Con ayuda del equipo multidisciplinario, se otorga una calificación a cada uno de los criterios. Los resultados se evidencian en la Tabla 7:

Tabla 7

Comparativa de criterios de alternativas planteadas

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Integración de datos	Alta	Muy alta	Baja
Escalabilidad	Alta	Muy alta	Baja
Mejora en toma de decisiones	Alta	Alta	Baja
Gobernanza y calidad de datos	Media-Alta	Alta	Baja
Flexibilidad	Media-Alta	Alta	Baja
Costos de la inversión	Medios-Altos	Altos	Bajos
Ingresos de la inversión	Altos	Altos	Bajos
Costos operativos	Medios-Bajos	Medios	Altos
Tiempos de implementación	10 a 12 meses	12 meses	No requiere
ROI	46.67%	52.54%	28.57%
VAN (aproximado)	$59,016	$87,348	$3,028
TIR	29.85%	33.18%	12.18%
Capacitación	Alta	Alta	No requiere
Cambio cultura organizacional	Medio-Alto	Alto	No requiere

La elección de la mejor alternativa debe basarse en los objetivos estratégicos de la empresa, así como de su capacidad y expectativa financiera. Debido a esto, y considerando que la innovación es parte de los valores corporativos de la empresa, se determina que la Alternativa 2, que propone la implementación de una arquitectura híbrida que combine un Data Lake con un Data Warehouse, es la más adecuada.

Esta opción, a pesar de que implica costos de inversión más altos que las otras dos alternativas, es la que ofrece una mayor capacidad de integración de datos y escalabilidad, que son las principales prioridades establecidas. Por otro lado, en el ámbito financiero también presenta una ventaja sobre las otras opciones, al ofrecer retornos en la inversión mayores.

La arquitectura híbrida le permitiría a la empresa alcanzar sus objetivos estratégicos a través de la posibilidad de explotar el real potencial de los datos al utilizar eficientemente todos los recursos disponibles y tener la posibilidad de aplicar herramientas de analítica avanzada, mejorando la confiabilidad de los datos, reduciendo los tiempos de consulta y ofreciendo una mayor competitividad a la compañía.

4. Evaluar riesgos de la alternativa seleccionada

El proceso de transformación digital para la implementación de una arquitectura híbrida, que combine un Data Lake con un Data Warehouse, tomando lo mejor de los dos mundos, representa una oportunidad llamativa y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa. Sin embargo, como todo proyecto, existen riesgos y desafíos técnicos, operativos, financieros y estratégicos que deben ser previstos. De acuerdo con Asana (2025), la mejor manera de prevenir los riesgos es preparándose proactivamente para enfrentarlos.

Para determinar los riesgos de la alternativa elegida, se analizan los siguientes criterios:

Recursos Humanos

La compañía cuenta con equipos de TI y de BI, sin embargo, estos tienen conocimiento y experiencia con el modelo que se maneja actualmente. El proceso de implementación de una arquitectura híbrida es nuevo para el personal, lo que implica un riesgo técnico relevante, ya que el desconocimiento en los procesos de transformación digital o en soluciones en la nube puede desencadenar en graves errores de implementación y configuración (DAMA Internacional, 2017). Es vital

que estos dos equipos (que juntos conforman el equipo de implementación) tengan las competencias técnicas requeridas para la ejecución del proyecto.

Recursos Económicos

Actualmente la empresa tiene un presupuesto destinado para los costos de mantenimiento y licencias del modelo actual, el cual puede ser aprovechado para el proyecto de implementación de la arquitectura híbrida.

Sin embargo, esta alternativa le representa a la organización una inversión alta, por conceptos de contratación de nuevas licencias, costos de almacenamiento en la nube, adaptación de estructuras actuales y capacitación del personal. Con costos de inversión que pueden superar los $150,000 (Azure, 2024), se corre el riesgo de no contar con los recursos necesarios para la implementación inicial.

Cambios en el Entorno

El proyecto también se puede ver afectado por diferentes factores externos. El dinamismo del mercado y el acelerado avance tecnológico podría tener un efecto negativo en la alternativa al tener el riesgo de volverse una opción obsoleta o desactualizada, restando competitividad (Gartner, 2023).

Factores como variaciones en los precios de licencias y almacenamiento, provocarían un incremento en los costos asociados a la alternativa. Asimismo, otros componentes externos como inflación, estancamiento, crisis económica o devaluaciones también podrían desencadenar en un cambio de prioridades en asignaciones presupuestales, lo que afectaría negativamente al desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, puede existir resistencia de los usuarios al ser un sistema completamente nuevo (Sánchez et al., 2019).

Consecución de Recursos

Con el fin de alcanzar y asegurar los recursos necesarios para la implementación del proyecto de transformación digital, en el frente de recursos humanos, como parte de las consideraciones de la inversión se proponen capacitaciones para el personal, especialmente para los equipos de TI y BI, con el fin de tener personal con los conocimientos técnicos necesarios para llevar a cabo el proyecto (Eichenseer y Nicolas, 2024).

Para obtener los recursos económicos se hace la presentación de los beneficios asociados al proyecto a los inversionistas de la empresa, en base a los indicadores financieros obtenidos en la sección anterior. Tomando en consideración la rentabilidad esperada de la inversión, se estima obtener la aprobación de la directiva para la asignación del presupuesto necesario para la implementación (Aguilera, 2017).

Tiempo de consecución

Se estima un plazo para conseguir los recursos de 1 a 2 meses. Dentro de este periodo, se plantea obtener los fondos para iniciar el proceso de implementación. De igual manera, en este lapso se comienza con las primeras capacitaciones los equipos de TI y BI para la formación técnica en el uso de herramientas vinculadas al nuevo sistema. Asimismo, se inicia la adquisición de licencias y suscripciones, proceso en el que se emplea un tiempo estimado de dos semanas previo al inicio de la implementación (Azure, 2025).

Tiempo de implementación

Se estima un plazo de implementación de 12 meses para la alternativa seleccionada. Este periodo se divide en etapas:

- Q1: Inicio de etapa de implementación, se realizan los diseños de arquitectura de datos e infraestructura.
- Q2: Integración de fuentes de datos y migración a nuevo sistema.
- Q3: Uso parcial, etapa de monitoreo o pruebas a la nueva arquitectura.
- Q4: Operación, etapa de adopción y estabilización de nuevo sistema.

En este proceso, se tiene el riesgo de retrasos que pueden afectar a toda la planificación. DAMA Internacional (2017) resalta la vital importancia de tener el capital humano competente para este tipo de procesos de transformación digital para que este sea armónico y sin barreras.

Alternativas

Ante la posibilidad de que no se cumplan las metas y plazos establecidos, se plantean las siguientes alternativas para mitigar el impacto:

- **Implementación focalizada:** En el caso de que el proceso de implementación no se logre completar en el plazo establecido (12 meses), se plantea la posibilidad de hacer migraciones enfocadas en áreas críticas para la toma de decisiones, por ejemplo, focalizar solo en información de ventas (PMI, 2021).
- **Regresar temporalmente al modelo actual:** Se sugiere mantener la infraestructura de los servidores locales durante las primeras fases de la

implementación de la nueva arquitectura como back-up en caso de fallas en el proceso de migración.

- **Soporte externo:** Si el personal interno no logra tener las competencias requeridas para el proceso de implementación antes de la puesta en marcha del proyecto, se puede buscar ayuda externa para evitar errores que comprometan las operaciones de la organización (Kosinski, 2024).

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es una herramienta que ayuda a predecir los resultados de un proyecto, permitiendo determinar cómo los diferentes valores de una variable independiente pueden afectar a las demás variables, lo que a su vez ofrece la posibilidad de pronosticar el éxito o fracaso de un proyecto a través de datos confiables y certeros (ESAN, 2019). En el contexto de este proyecto, se considera como variable de mayor sensibilidad:

- **Ingresos de la inversión:** La implementación tiene sus proyecciones de retorno de la inversión en base a los ingresos que esta genere. Estas ganancias se basan en la toma de decisiones fundamentada en información confiable y accesible a tiempo real. Los indicadores financieros pueden verse afectados si se presentan modificaciones en los ingresos.

Actualmente, se tiene:

- Costos de la inversión: $177,000.
- Ingresos de la inversión: $270,000.
- Tasa de descuento: 10%.

- Periodo: 3 años.
- Flujos de efectivo: $93,000 (Año 1), $100,000 (Año 2) y $120,000 (Año 3).

Para el análisis de sensibilidad, se plantean tres escenarios (optimista, base y pesimista), con la finalidad de tener posibles resultados realistas y justificados para evaluar cómo afectarían cambios en las variables seleccionadas (Blázquez, 2024).

Se contemplan los siguientes supuestos:

- **Escenario Optimista:** Ingresos de la inversión de $324,000 (+20% de ingresos proyectados en el Año 1).

  Flujos netos: $147,000 (Año 1), $158,000 (Año 2), $180,000 (Año 3)
- **Escenario Base:** Se mantienen los supuestos iniciales de ingresos de la inversión y flujos netos de efectivo para todos los años.
- **Escenario Pesimista:** Ingresos de la inversión de $216,000 (-20% de beneficios esperados en Año 1).

  Flujos netos: $39,000 (Año 1), $44,000 (Año 2), $53,000 (Año 3)

En base a esto, en la Tabla 8 se presentan los resultados de los cálculos de los indicadores financieros para la comparación de los escenarios:

Tabla 8

Análisis de sensibilidad

Escenarios	Ingresos	ROI	VAN	TIR
Optimista	$324,000	83.05%	$222,452	70.44%
Base	$270,000	52.54%	$80,348	33.18%
Pesimista	$216,000	22.03%	-$65,362	-11.57%

El escenario optimista representa una oportunidad excelente para la empresa, con retornos muy por encima de los proyectados. Esto se podría lograr con la explotación de las herramientas de analítica avanzada, como Machine Learning e IA, que pueden ser aprovechadas para procesamiento y toma de decisiones en esta alternativa (Kosinski, 2024). Por otro lado, el escenario pesimista representa un riesgo para la empresa al no alcanzar los beneficios proyectados, con indicadores financieros que sugieren la inviabilidad del proyecto (retornos negativos).

Plan de Riesgos y Mitigación

Luego de identificar los riesgos que podrían afectar a la implementación de la alternativa, se elabora la matriz de riesgos, la cual ayudará a determinar los riesgos del proyecto en función de su probabilidad y gravedad, con el fin de plantear estrategias integrales de mitigación. Con ayuda del equipo multidisciplinario, se hace una clasificación de grado de probabilidad de ocurrencia y grado de impacto de cada riesgo. De acuerdo con Asana (2025) se utilizan los parámetros de clasificación descritos en la Tabla 9.

Tabla 9

Criterios de clasificación de riesgos

Calificación	Probabilidad	Gravedad
Alta	Muy probable, historial de ocurrencia en proyectos similares.	Impacto importante en cumplimientos (plazos, beneficios).
Media	Nivel de probabilidad equilibrada entre ocurrencia y no ocurrencia.	Impacto moderado, no compromete al cumplimiento de planificación.
Baja	Poco probable, condiciones actuales hacen que el proyecto sea factible.	Poca o nula afectación al cronograma del proyecto.

En la Tabla 10, se detalla esta herramienta:

Tabla 10

Matriz de riesgos de la implementación de una arquitectura híbrida

Riesgo	Probabilidad	Gravedad	Plan de mitigación
Desconocimiento en procesos de transformación digital.	Alta	Alta	Búsqueda de soporte con personal externo o consultoras para capacitaciones al equipo involucrado en el proyecto de transformación digital (Kosinski, 2024).
Retrasos en cronogramas de implementación del nuevo sistema.	Media	Alta	Ejecución de alternativas de implementación: Aplicación focalizada, retorno temporal a modelo actual (Gibson, 2023).
Dinamismo del mercado y evoluciones tecnológicas	Media	Alta	Efectuar monitoreos constantes y llevar documentación para realizar ajustes en momentos clave en caso de requerirlo (World Economic Forum, 2025).
Falta de presupuesto para inversión de implementación.	Media	Media	Comunicación efectiva de retornos proyectados de la inversión para asegurar la asignación de recursos para la implementación (Aguilera, 2017).
Resistencia de parte de usuarios finales (personal de la empresa)	Baja	Media	Se plantea realizar jornadas de socialización de los beneficios de la nueva arquitectura de datos para mejorar la aceptación. Además, se harán encuestas a usuarios para monitorear la satisfacción del personal (Blanco, 2023).

5. Desarrollo de plan de implementación

La implementación de una arquitectura híbrida que combine las mejores cualidades de un Data Lake, para la ingesta de grandes volúmenes de datos en diferentes formatos, con las de un Data Warehouse, para el análisis y aprovechamiento del potencial de la información, se compone de cuatro etapas o fases, en las cuales se identifican los hitos, recursos, plazos, mecanismos y responsabilidades de las personas involucradas en el proyecto para su correcta ejecución (PMI, 2021). Las fases en las que se divide el proyecto son:

Fase 1: Diseño de arquitectura de datos e infraestructura

Hitos: En esta etapa se hace la selección y contratación del proveedor de servicios de almacenamiento en la nube. Además, se hace la definición formal del modelo de datos, la arquitectura del sistema y necesidades técnicas de la implementación de la nueva infraestructura.

Recursos:

- Presupuesto destinado para contratación de licencias y servicio de almacenamiento en la nube ($170,000).
- Equipo de implementación (equipo de TI, BI).
- Consultores externos.

Plazo: Inicio del proyecto, esta fase debe completarse entre las semanas 1 y 13 (Meses 1 a 3).

Tabla 11

Resultados Fase 1: Diseño e infraestructura de arquitectura de datos

Resultado	Plazo Final	Responsable
Definición de objetivos del proyecto.	Semana 2	Equipo Multidisciplinario
Selección de proveedor de almacenamiento.	Semana 3	Equipo Multidisciplinario
Contratación de proveedor en la nube.	Semana 4	Equipo Multidisciplinario
Diseño formal de arquitectura de datos.	Semana 8	Jefe de Sistemas
Elaboración de plan de escalabilidad, plan de seguridad y gobernanza de datos.	Semana 11	Jefe de Sistemas
Validación y aprobación del diseño.	Semana 13	Equipo Multidisciplinario

Fase 2: Integración de fuentes de datos y migración

Hitos: Fase de integración de las fuentes de datos que se manejan actualmente al nuevo sistema híbrido. Se lleva a cabo los procesos de migración y ETL.

Recursos:

- Presupuesto solicitado para integración de fuentes ($2,500).
- Herramientas de integración de datos.
- Equipo de TI (capacitado en ejecución de procesos de ETL).
- Entornos de prueba para los avances del nuevo sistema.

Plazo: Esta etapa se desarrollará entre las semanas 14 y 26 de la implementación (Meses 4 y 6).

Tabla 12

Resultados Fase 2: Integración y migración de datos

Resultado	Plazo Final	Responsable
Priorización de fuentes de datos a integrar.	Semana 15	Equipo de TI
Diseño de nuevos conectores y pipelines.	Semana 20	Jefe de Sistemas

Pruebas de migración de datos.	Semana 22	Jefe de Sistemas
Integración de totalidad de fuentes de datos	Semana 24	Equipo de TI
Validación de procesos de migración.	Semana 26	Jefe de Sistemas

Fase 3: Monitoreo y pruebas de nueva arquitectura

Hitos: Ejecución de pruebas de rendimiento, seguridad y funcionalidad del sistema. Etapa de seguimiento, ajustes y correcciones a errores detectados.

Recursos:

- Presupuesto destinado a pruebas y monitoreo ($2,000).
- Equipo de TI.
- Ambiente de pruebas.
- Plataformas de monitoreo (seguimiento).

Plazo: Se llevará a cabo entre las semanas 27 y 39 (Meses 7 a 9) del proceso de implementación.

Tabla 13

Resultados Fase 3: Monitoreo y pruebas

Resultado	**Plazo Final**	**Responsable**
Ejecución de pruebas de carga y visualización.	Semana 30	Jefe de Sistemas
Ejecución de pruebas de rendimiento.	Semana 32	Jefe de Sistemas
Definición de herramientas de monitoreo.	Semana 36	Jefe de Sistemas
Ajustes y correcciones de errores.	Semana 39	Equipo de Implementación

Fase 4: Adaptación y estabilización del sistema

Hitos: Operación plena, capacitación sobre uso y adopción de nuevo sistema en miembros del equipo (usuarios finales). Adicional se mantiene monitoreo y seguimiento de estabilidad de las operaciones.

Recursos:

- Presupuesto para capacitaciones, adopción y estabilización: $2,500.
- Equipo de TI y BI para soporte técnico.
- Materiales de capacitación interna.

Plazo: Esta etapa comprende la última fase de la implementación, se llevará a cabo durante las semanas 40 a 52 del proyecto (Meses 10 a 12).

Tabla 14

Resultados Fase 4: Adaptación y estabilización

Resultado	**Plazo Final**	**Responsable**
Capacitación a usuarios finales.	Semana 43	Equipos de TI y BI
Diseño de manuales de uso.	Semana 46	Equipo de TI
Monitoreo de indicadores de seguimiento.	Semana 52	Jefe de Procesos
Elaboración de plan de mejora continua.	Semana 52	Jefe de Sistemas

Cronograma de implementación

En la Tabla 15 se expone el cronograma de implementación, que representa una herramienta visual que ofrece una visión clara a los tomadores de decisiones y gestores del proyecto para el enfoque y organización para la ejecución del proyecto (Meardon, s.f.). En este diagrama se detallan los hitos y los plazos de cada uno de ellos.

Tabla 15

Cronograma de implementación

Fase	Hitos	Semanas																							
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34	35-36	37-38	39-40	41-42	43-44	45-46	47-48	49-52
1	Definición de objetivos del proyecto.																									
	Selección de proveedor en la nube.																									
	Contratación de proveedor en la nube.																									
	Diseño formal de arquitectura de datos.																									
	Elaboración de plan de escalabilidad, plan de seguridad y gobernanza de datos.																									
	Validación y aprobación del diseño.																									
2	Priorización de fuentes de datos a integrar.																									
	Diseño de nuevos conectores y pipelines.																									
	Pruebas de migración de datos.																									
	Integración de todas las fuentes de datos																									
	Validación de procesos de migración.																									
3	Pruebas de carga y visualización.																									
	Ejecución de pruebas de rendimiento.																									
	Definición de herramientas de monitoreo.																									
	Ajustes y correcciones de errores.																									
4	Capacitación a usuarios finales.																									
	Diseño de manuales de uso.																									
	Monitoreo de indicadores de seguimiento.																									
	Elaboración de plan de mejora continua.																									

Identificación de recursos

La ejecución del proyecto de implementación de la arquitectura híbrida requiere de una asignación de recursos que cubra todos los campos para su correcta realización:

- **Recursos humanos:** Se requiere del equipo multidisciplinario para la selección del proveedor de almacenamiento en la nube, además de personal clave en la implementación (equipos de TI y BI) que deberán ser rigurosamente capacitados para obtener las competencias técnicas necesarias para el proceso de transformación digital (Kosinski, 2024). Para estas inducciones y soporte se prevé la contratación de consultores externos en la primera fase de la implementación.
- **Recursos materiales:** Se necesita de las licencias y credenciales al servicio de almacenamiento en la nube, además de herramientas de integración de datos y entornos para realizar pruebas del nuevo sistema.
- **Recursos financieros:** Se requiere de la inversión inicial de $177,000 a ser utilizados durante las diferentes fases de implementación dentro de un periodo máximo de 12 meses, cubriendo los costos de contratación de proveedor, licencias, capacitaciones, adaptaciones de modelos actuales y migración.

Aclaración de responsabilidades

La implementación del nuevo sistema recae principalmente sobre los equipos de TI y BI. La elección del proveedor adecuado para los servicios de almacenamiento en la nube se obtiene del trabajo conjunto de los miembros del equipo multidisciplinario. Posteriormente, los líderes del equipo de implementación (Jefe de Sistemas y Jefe de BI) deben coordinar las actividades y comunicar los resultados a los directivos y stakeholders.

De parte del equipo de TI, se tendrá la ejecución de configuraciones e integración de las diferentes fuentes de datos, adaptación de pipelines y migración al nuevo modelo, así como la realización de pruebas en entornos destinados a estas actividades. Por otro lado, el equipo de BI se encargará de la validación de los dashboards y modelos para asegurar la confiabilidad, seguridad y funcionalidad del sistema. Este equipo también está a cargo de identificar los espacios de mejora y recomendar correcciones de errores.

Es de suma importancia que cada miembro del equipo conozca a detalle sus responsabilidades y mantengan una comunicación efectiva, para realizar ajustes y correcciones en la implementación y/o cronograma para asegurar el éxito del proyecto (PMI, 2021).

Fechas de recuperación de la inversión

La implementación de la arquitectura híbrida requiere una inversión inicial considerable, sin embargo, es la alternativa más atractiva desde el punto de vista financiero, ya que es la que genera mayores retornos en la inversión. De acuerdo con lo revisado en el análisis y valoración de alternativas, se tienen los siguientes indicadores:

- ROI: 52.54%.
- VAN: $87,348.
- TIR: 33.18%.

Adicionalmente, se hace el cálculo del periodo de recuperación de la inversión (Payback) para determinar el plazo en el que la empresa recuperará el capital invertido en el proyecto (Pérez, 2017).

$$\boldsymbol{Payback} = a + \frac{|b|}{F_t}$$

Dónde:

a: Periodo con último flujo acumulado negativo.

b: Último flujo acumulado negativo.

F_t: Valor de flujo de caja en año que se recupera la inversión.

Para dicho cálculo, se considera la inversión inicial ($177,000) y los flujos netos de efectivo ($93,000 para el año 1, $100,000 para el año 2 y $120,000 para el año 3). En la Tabla 16, se evidencian los flujos acumulados de cada año:

Tabla 16

Flujos acumulados de la inversión

Año	Flujo Neto	Flujo Acumulado
0	-$177,000	-$177,000
1	$93,000	-$84,000
2	$100,000	$16,000
3	$120,000	$136,000

Se evidencia que el último año con flujo acumulado negativo es el año 1. Al aplicar la fórmula, se tiene:

$$\boldsymbol{Payback} = 1 + \frac{|-\$84{,}000|}{\$100{,}000}$$

$$\boldsymbol{Payback} = 1.84\ años\ \approx 1\ año\ 10\ meses$$

Por ende, se estima un periodo de recuperación de 1 año 10 meses para la implementación del proyecto.

Indicadores para seguimiento de resultados

Los avances de la implementación y el cumplimiento de los resultados en base a los objetivos estratégicos de la empresa serán evaluados mediante los KPI planteados en la Sección 1, adicional a otros indicadores detallados a continuación:

- **Porcentaje de fuentes integradas al sistema centralizado (%FISC):** Avance de la integración de los datos. Evaluación quincenal para determinar avances progresivos y realizar ajustes en planificación en caso requerirlo (Goel, 2025).
- **Tiempo medio de procesamiento de reportes (ΔPR):** Tiempo de actualización de reportes con nueva arquitectura vs tiempo que se demora en actualizar con la metodología actual, medida en segundos, se espera una reducción mínima de 60% en tiempo de procesamiento de reportes (Microsoft Learn, 2023).
- **Porcentaje de Satisfacción:** Medición de percepción de los usuarios finales sobre si la nueva implementación es útil (respuesta sea buena o excelente). Se estima un aumento de 40% en satisfacción (McKinsey Digital, 2022)
- **Porcentaje de datos con trazabilidad documentada (%Trazabilidad):** Se mide en base al avance de las reglas documentadas con respecto a cada uno de los procesos de la obtención de datos, para asegurar la eficiencia operativa y calidad de los procesos (SAP Concur, 2023).
- **Cumplimiento de cronograma de implementación:** Avance de la ejecución vs el cronograma de hitos del proyecto por meses. Se hace una medición mensual en la que se espera un cumplimiento de al menos 90% del cronograma para asegurar el acatamiento de plazos establecidos.

- **Incidencias durante la operación:** Medición de confiabilidad del sistema y tolerancia operativa (Gartner, 2023). Se propone un tope máximo de dos incidencias o interrupciones técnicas una vez que se complete la implementación de la nueva arquitectura.

Conclusiones

El creciente dinamismo y complejidad del entorno provocan que las empresas se vean en la necesidad de integrar y analizar sus datos eficientemente, para tener ventajas competitivas y tomar decisiones de manera informada. El modelo actual de manejo de datos de la compañía no se alinea con esta necesidad, así como tampoco va acorde a sus objetivos estratégicos ni valores institucionales. Luego de la evaluación de diferentes alternativas, se opta por un proceso de transformación digital, en el cual se hace la implementación de una arquitectura híbrida que combine las mejores características de un Data Lake y un Data Warehouse, opción que aportaría vastos beneficios para la organización términos de eficiencia, ingreso y retorno de la inversión (González, 2023).

La implementación de este nuevo modelo representa un reto tanto en transformación tecnológica como organizacional, debido a que esta opción requiere de una capacitación técnica para el equipo de implementación, el desarrollo de una nueva arquitectura con amplia diferencia a la actual, un proceso de adaptación de parte de los usuarios finales, así como una inversión alta para su ejecución, sin embargo, luego de realizar el análisis financiero de los beneficios de la inversión, se prevén retornos atractivos, además de un manejo de datos más confiable, flexible y escalable, lo que tendrá un impacto positivo en la toma de decisiones, productividad y competitividad de la organización.

Recomendaciones

Se recomienda la ejecución de la implementación de la nueva arquitectura de datos, con el modelo híbrido fusionando un Data Lake y un Data Warehouse. Para la ejecución de este proyecto se debe considerar políticas de calidad y la aclaración de responsabilidades para asegurar el correcto desarrollo de la implementación.

Es importante que el equipo de implementación tenga las competencias técnicas necesarias para llevar a cabo el proceso de transformación digital, por lo que se recomienda que el personal a cargo reciba las capacitaciones y soporte necesario para la ejecución de esta propuesta. De igual manera, se recomienda hacer uso de los indicadores de seguimiento de resultados para evaluar los avances del proyecto, tener una comunicación efectiva con los tomadores de decisiones y considerar los riesgos que podrían afectar a la implementación de la alternativa para ejecutar los planes de mitigación asociados en caso de ser necesario.

Referencias

Aguilera, A. (2017). *El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas.* Universidad de la Habana.

Antao, R., Perry, W. y Moffat, M. (2021). Alcanzando todo el potencial de la nube. *PwC.* https://www.pwc.com/ia/es/La-Nueva-Ecuacion/Alcanzando-Todo-el-Potencial-de-la-Nube.html

Armbrust, M., Ghodsi, A., Xin, R., Zaharia, M. (2021). Lakehouse: A New Generation of Open Platforms that Unify Data Warehousing and Advanced Analytics. *Proceedings of CIDR. 8*(1). 28-36.

Asana. (2025). *Matriz de riesgos: cómo evaluar los riesgos para lograr el éxito del proyecto (incluye ejemplos).* https://asana.com/es/resources/risk-matrix-template

AWS. (2024). *Conformidad de AWS.* https://aws.amazon.com/es/compliance/

AWS. (s.f.). *¿Qué es la transformación digital?* https://aws.amazon.com/es/what-is/digital-transformation/

Azure. (2024). *Azure Data Lake Storage pricing*. https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/storage/data-lake/

Azure. (2025). *Azure Synapse Analytics pricing.* https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/synapse-analytics/

Blanco, A. (2023). *Gestión del conocimiento y agilidad corporativa; sistemas disciplinarios para el manejo de entornos volátiles*. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. https://doi.org/10.36791/tcg.v8i23.215

Blázquez, A. (2024). La importancia del análisis de sensibilidad en la toma de decisiones financieras. *Novicap*. https://novicap.com/blog/analisis-de-sensibilidad/

Breadley, R., Myers, S. y Allen, F. (2020). *Principles of Corporate Finance (13th ed.).* McGraw-Hill Education.

Calle, C. (2022). La transformación digital y su importancia en las pymes. *Iberoamerican Business Journal. 5*(2), 64-81. https://journals.epnewman.edu.pe/index.php/IBJ/article/view/264/496

Centro de Investigaciones y Servicios Educativos [CISE-ESPOL]. (s.f.). *¿Cómo se construye un árbol de problemas?* ESPOL. https://www.cise.espol.edu.ec/sites/cise.espol.edu.ec/files/pagina-basica/Nota%20te%CC%81cnica%20n.%C2%BA%206%20-%20%C2%BFCo%CC%81mo%20se%20construye%20un%20a%CC%81rbol%20de%20problemas%3F.pdf

Cotton, D. (2016). *The Smart Solution Book: 68 Tools for Brainstorming, Problem Solving and Decision Making.* Pearson

Dama Internacional. (2017). *DAMA-DBOk: Data Management Body of Knowledge (2nd ed.).* Technics Publications

Duque, E. (2023). *Desarrollo del Caso de Negocios.* Universidad Espíritu Santo. https://uees.blackboard.com/ultra/courses/_71266_1/outline/file/_1847577_1

Eichenseer, R. y Nicolas, L. (2024). Azure hybrid options. *Microsoft Learn.* https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/technology-choices/hybrid-considerations

ESAN. (2019). *Análisis de sensibilidad: ¿qué es y cuál es su importancia en un proyecto?*. https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/analisis-de-sensibilidad-que-es-y-cual-es-su-importancia-en-un-proyecto

Frazer, G. (2024). Snowflake vs AWS: Choosing the Right Cloud Data Warehouse Solution. *Datacamp.* https://www.datacamp.com/tutorial/aws-vs-snowflake

García, H. (2020). *Integración semántica de grandes fuentes de datos heterogéneas.* Universidad de Oviedo.

Gartner. (2023). *Top 10 Data and Analytics Trends for 2023*. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2023-05-09-gartner-identifies-the-top-ten-data-and-analytics-trends-for-20230

Gates, S. (2025). Data Warehouse vs Data Lake vs Data Lakehouse: Definitions, Similarities, and Differences. *Monte Carlo*. https://www.montecarlodata.com/blog-data-warehouse-vs-data-lake-vs-data-lakehouse-definitions-similarities-and-differences/

Gibson, K. (2023). What Is Risk Management & Why Is It Important?. *Harvard Business School.* https://online.hbs.edu/blog/post/risk-management

Goel, K. (2025). How to Implement a Data Warehouse: Tools, Steps, and Best Practices. *Kanerika*. https://kanerika.com/blogs/data-warehouse-implementation/

González, R. (13 de marzo de 2023). *Estas son algunas de las empresas que han llevado a*

cabo una transformación digital. Sage. https://www.sage.com/es-es/blog/empresas-que-han-llevado-a-cabo-una-transformacion-digital-exitosa/

IBM. (s.f.). *¿Qué es un lago de datos?.* https://www.ibm.com/mx-es/topics/data-lakehouse

IDC. (2021). *FutureScape: Worldwide IT Industry 2022 Predictions*. https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US48312921

IT Expert Solutions. (16 de mayo de 2024). *Obsolescencia en Centro de Datos.* https://itexpertsv.com/?p=118

Kosinski, M. (2024). *Data warehouses, data lakes y data lakehouses*. IBM. https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/data-warehouse-vs-data-lake-vs-data-lakehouse#:~:text=Los%20warehouses%20son%20los%20m%C3%A1s,learning%20y%20ciencia%20de%20datos.

McKinsey Digital. (2022). *The data-driven enterprise of 2025.*

Meardon, E. (s.f.). Guía de diagramas de Gantt: cómo crear y usar uno. *Atlassian*. https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/gantt-chart

Microsoft Learn. (2023). *Planeamiento y administración de costos de Azure Synapse Analytics.* https://learn.microsoft.com/es-es/azure/synapse-analytics/plan-manage-costs

Mistral. (2024). *Desafíos en la extracción de datos para tu Data Warehouse*. https://www.mistralbs.com/blog/desafios-en-la-extraccion-de-datos-para-tu-data-warehouse/

Nuñez, L., Alfaro, J., Aguado, A., González, E. (2023). Toma de decisiones estratégicas en empresas: Innovación y competitividad. *Revista Venezolana de Gerencia. 28*(9), 628-641. https://www.researchgate.net/publication/373026595_Toma_de_decisiones_estrategicas_en_empresas_Innovacion_y_competitividad

Oracle. (2023). *¿Qué es un almacén de datos?*. https://www.oracle.com/ar/database/what-is-a-data-warehouse/

Pérez, A. (2017). ¿En qué consiste el payback en economía?. *OBS.* https://www.obsbusiness.school/blog/en-que-consiste-el-payback-en-economia

PMI. (2021). *Guía del PMBOK (7ma ed.).* Project Management Institute.

Powell, P., Smalley, I. (2023). *¿Qué es la consolidación de datos?.* IBM. https://www.ibm.com/es-es/topics/data-consolidation#:~:text=Como%20implica%20el%20t%C3%A9rmino%2C%20la,de%20informaci%C3%B3n%20sobre%20los%20datos.

Ribadeneira, D. (2020). ¿Si el VAN de un proyecto es negativo, significa que hemos perdido nuestra inversión?. *LinkedIn.*

Sánchez, M. y Palomo, L. (2021). Del BIG DATA al FAST DATA: enfoques modernos de streaming de datos para el procesamiento de datos masivos en tiempo real. *Revista Difusiones 21. 2*(2), 38-58.

Sánchez, M., Tamayo, M., y Cerda, M. (2019). Resistencia al cambio en las Organizaciones: Propuesta para minimizarlo. *Universidad de Palermo. 19.* 39-53.

SAP Concur. (2023). *Importancia de la trazabilidad de procesos de negocio*. https://www.concur.com.mx/blog/article/importancia-de-la-trazabilidad-de-procesos-de-negocio

Snowflake. (2022). *Snowflake Has Always Been a Hybrid of Data Warehouse and Data Lake*. https://www.snowflake.com/en/blog/data-cloud-hybrid-data-warehouse-data-lake/

Tableau. (2021). *How Data Culture Fuels Business Value in Data-Driven Organizations*. https://www.tableau.com/learn/whitepapers/how-data-culture-fuels-business-value-in-data-driven-organizations

World Economic Forum. (2025). *Resilience Pulse Check:Harnessing Collaboration to Navigate a Volatile World.* McKinsey & Company.

Anexos

Anexo 1: Matriz de priorización

Prioridad	Impacto	Viabilidad técnica	Secuencia lógica	Disponibilidad de recursos	Calificación
Integración de datos	5	4	5	3	17
Escalabilidad	5	3	4	4	16
Toma de decisiones	4	4	3	2	13
Gobernanza y calidad de datos	4	3	2	3	12

Anexo 2: Matriz de calificación de alternativas

Alternativa	Costo	Escalabilidad	Tiempo	Complejidad	Impacto	Calificación
Data Warehouse en la nube	3	5	4	3	5	20
Proveedor especializado	2	3	3	2	3	13
Solución de BI	3	4	3	2	3	15
Arquitectura híbrida (DW+DL)	4	5	3	5	5	22
Solución interna (in-house)	2	3	2	5	3	15
Herramientas de integración ligera	4	2	4	3	2	15
Mantener modelo actual	5	2	5	2	2	16