ATMIRE

Title	Propuesta de mejora en la gestión de inventarios y abastecimiento de repuestos para poder cubrir la demanda de la empresa Atlas Copco Perú en el periodo 2025.
Item Type	https://purl.org/coar/resource_type/c_7a1f
Authors	Cáceres Pisconte, Belén Marisol;Villa Checcalle, Aracelli Fabiola
Publisher	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)
Rights	https://purl.org/coar/access_right/c_abf2
Download date	2026-11-26 17:21:04
Item License	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Link to Item	https://hdl.handle.net/10757/691385

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE NEGOCIOS

PROGRAMA ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS INTERNACIONALES

Propuesta de mejora en la gestión de inventarios y abastecimiento de repuestos para poder cubrir la demanda de la empresa Atlas Copco Perú en el periodo 2025.

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Licenciado en Administración

AUTOR(ES)

Cáceres Pisconte, Belén Marisol	0009-0007-8410-055X
Villa Checcalle, Aracelli Fabiola	0009-0008-0066-3097

ASESOR(ES)

Alarco Pimentel, Leonardo Enrique	0009-0007-4268-0103

Lima, 12 de julio de 2026

Dedicatoria

A mis padres, Gladys y Luis, por su amor, apoyo y por inculcarme el valor de la educación. En especial a mi madre, Gladys, por enseñarme con su ejemplo de valentía, fortaleza y perseverancia que soy capaz de alcanzar todo aquello que me proponga. A mi tío José, por ser una figura fundamental en mi vida. A mi hermano Pedro, mi mayor motivación. A mi mamita María, por su amor y sabios consejos. A mis padrinos, Julia y Alberto, por su afecto y guía a lo largo de mi vida. A León, por acompañarme en este camino. Y a mis familiares y amigos, por su aliento y confianza para alcanzar este logro.

Caceres Pisconte, Belén Marisol

Dedico este trabajo a mis padres, Simón Villa e Ida Checcalle, por su apoyo incondicional, su amor y su constante motivación a lo largo de cada etapa de mi vida. Gracias por ser mi mayor fortaleza en los momentos buenos y difíciles, impulsándome siempre a seguir adelante y a ser una mejor persona. Asimismo, agradezco a mis hermanos y amigos por acompañarme durante este proceso, brindándome su confianza y apoyo. Gracias a todos por creer en mí y ser parte fundamental de este logro.

Villa Checcalle, Aracelli Fabiola

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos salud, fortaleza y la oportunidad de culminar este trabajo. Expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor, Leonardo, por su guía, apoyo y acompañamiento constante durante todo el proceso de investigación. Asimismo, agradecemos a nuestra alma mater, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, por contribuir a nuestra formación profesional y personal a través de la enseñanza impartida en sus aulas. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a Atlas Copco Perú por la confianza depositada en nosotras y por brindarnos las facilidades necesarias para el desarrollo de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo analiza la problemática de pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock de repuestos en la línea Compressor Technique Service (CTS) de Atlas Copco Perú S.A.C., mediante un enfoque cualitativo y un diseño de estudio de caso. A partir del análisis de información interna y entrevistas a personal clave, se identificó que los quiebres de stock y las limitaciones del proceso actual de forecasting constituyen las principales causas de la problemática.

Como alternativas de solución se plantearon la implementación de un modelo predictivo basado en Machine Learning, un modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) y la implementación de políticas de inventario (s,S) para repuestos críticos. Luego de la evaluación técnica y financiera, se seleccionó la alternativa basada en forecasting ajustado por ventas perdidas debido a su viabilidad operativa y económica.

La propuesta permitirá incorporar las oportunidades comerciales perdidas dentro del proceso de planificación de demanda, contribuyendo a mejorar la disponibilidad de repuestos, reducir los quiebres de stock y fortalecer la toma de decisiones de abastecimiento. Finalmente, los resultados obtenidos podrán servir como referencia para otras organizaciones industriales que enfrenten problemáticas similares en la gestión de inventarios y abastecimiento.

Palabras clave: forecasting, ventas perdidas, quiebre de stock, repuestos críticos, abastecimiento, Tobit Kalman Filter.

Abstract

This study analyzes the problem of lost business opportunities caused by spare parts stockouts in the Compressor Technique Service (CTS) division of Atlas Copco Perú S.A.C., using a qualitative approach and a case study design. Based on the analysis of internal information and interviews with key personnel, stockouts and limitations in the current forecasting process were identified as the main causes of the problem.

Three alternative solutions were evaluated: the implementation of a Machine Learning predictive model, a demand forecasting model adjusted for lost sales using the Tobit Kalman Filter (TKF) approach, and the implementation of (s,S) inventory policies for critical spare parts. After the technical and financial assessment, the lost-sales-adjusted forecasting approach was selected due to its operational and economic feasibility.

The proposed solution will incorporate lost sales information into the demand planning process, helping improve spare parts availability, reduce stockouts, and strengthen supply planning decisions. Finally, the results of this study may serve as a reference for other industrial organizations facing similar challenges in inventory management and spare parts supply.

Keywords: forecasting, lost sales, stockout, critical spare parts, supply planning, Tobit Kalman Filter.

Trabajo_u202022085

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	10%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
3	www.atlascopco.com Fuente de Internet	1%
4	acacfesa.com Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad del Pacifico Trabajo del estudiante	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	documents.mx Fuente de Internet	<1%
9	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
10	www.conftool.pro Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá Trabajo del estudiante	<1%
12	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%

Excluir citas	Apagado	Exclude assignment template	Activo

Tabla de contenido

Capítulo 1: Presentación de la organización y su situación problemática 10
1.1 Descripción de la organización 10
1.1.1. Giro del negocio, sector e industria 10
1.1.2. Posicionamiento 10
1.1.3. Historia de la empresa 10
1.1.4. Objetivo estratégico, misión, visión y valores 11
1.1.5. Estructura Organizacional 12
1.1.6. Certificaciones 12
1.1.7. Información financiera 13
1.2 Diagnóstico externo 16
1.2.1. Análisis de entorno general 16
1.2.2. Análisis Específico 18
1.2.3. Dinámica Competitiva 21
1.2.4. Matriz de Evaluación de Factores Externos - EFE 22
1.3 Diagnóstico Interno 25
1.3.1. Cadena de valor de servicios de Atlas Copco Perú 25
1.3.2 Matriz de Evaluación de Factores Internos -EFI 28
1.4 Problemática de la organización 30
1.4.1. Identificación y descripción del problema 30
1.4.2 Justificación de la relevancia del problema 34
Capítulo 2: Identificación de las alternativas para la solución de la situación problemática 38
2.1. Matriz FODA Integrada (cruzada). 38
2.2. Marco conceptual 39
2.2.1. Antecedentes: 39
2.2.2. Marco Conceptual: 43
2.3. Identificación de alternativas de solución. 45
2.3.1. Implementación de un modelo predictivo de Machine Learning basado en Random Forest para anticipar quiebres de stock en repuestos críticos CTS 45
2.3.2. Implementación de un modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) para mejorar la planificación de abastecimiento de repuestos CTS 48
2.3.3. Implementación de políticas de inventario (s,S) para optimizar el abastecimiento de repuestos críticos CTS 51
2.2.4. Limitaciones de la investigación 54
Capítulo 3: Discusión de la alternativa elegida e implicancias de dicha decisión 56

3.1. Análisis comparativo de las alternativas identificadas y selección 56
3.1.1. Ventajas y desventajas de la alternativa 1 56
3.1.2. Ventajas y desventajas de la alternativa 2 57
3.1.3. ventajas y desventajas de alternativa 3 58
3.1.4. Matriz de ponderación de alternativas 59
3.2 Implicancias de la decisión seleccionada para la organización 64
3.2.1 Implicancias Operativas 64
3.2.2 Implicancias Administrativas 65
3.2.3 Implicancias Financieras 65
3.3 Recomendaciones para la implementación de la alternativa elegida. 69
3.4 Recomendaciones para abordar situaciones problemáticas futuras en la organización. 70
3.5 Conclusiones 71
3.6 Recomendaciones 73
Referencias **75**
Anexos **82**

Lista de Tablas

Tabla 1. Estado de Resultados 2025 13
Tabla 2. Estado de Situación Financiera (Rubros clave) 14
Tabla 3. Matriz del Perfil Competitivo - MPC 21
Tabla 4. Matriz de Evaluación de Factores Externos - Atlas Copco Perú 22
Tabla 5. Matriz de Evaluación de Factores Internos- EFI 28
Tabla 6. Nivel de ventas y cumplimiento de Meta en el 2025 32
Tabla 7. Análisis del costo de oportunidades perdidas por mes en el año 2025 32
Tabla 8. Porcentaje de cobertura de brecha 33
Tabla 9. Diagrama de Pareto 36
Tabla 10. Matriz de Ponderación – Alternativas de Solución 61
Tabla 11. Comparación de alternativas de solución 63

Listas de Figuras

Figura 1. Organigrama de Atlas Copco Perú 12
Figura 2. Cadena de valor de servicios de Atlas Copco Perú 25
Figura 3. Flujograma del proceso actual de atención de oportunidades 31
Figura 4. Flujograma del proceso actual de abastecimiento de repuestos. 31
Figura 5. Diagrama de Ishikawa de Atlas Copco Perú 37
Figura 6. Matriz Foda cruzada 38
Figura 7. Tabla de cuartiles de los antecedentes 42
Figura 8. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 1 47
Figura 9. Principales componentes de costo para la implementación del piloto de Machine Learning en CTS 47
Figura 10. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 2 50
Figura 11. Principales componentes de costo para la implementación del forecasting ajustado por ventas perdidas en CTS 50
Figura 12. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 3 53
Figura 13. Principales componentes de costo para la implementación de políticas de inventario (s,S) en CTS 54
Figura 14. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 1 56
Figura 15. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 2 57
Figura 16. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 3 58
Figura 17. Indicadores KPI para el seguimiento de la implementación del modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante Tobit Kalman Filter (TKF) 68
Figura 18. Matriz de Impactos Cruzados para MPC 82
Figura 19. Reporte de la Matriz de Análisis y Diagnóstico Externo (MADE) 82
Figura 20. Reporte de la Matriz de Análisis y Diagnóstico Interno (MADI) 84
Figura 21. Cálculo del COK 86
Figura 22. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 1: Machine Learning 87
Figura 23. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 2: Forecasting TKF 89
Figura 24. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 3: Políticas de inventario (s,S) 91
Figura 25. Comparación entre alternativas 93

Capítulo 1: Presentación de la organización y su situación problemática

1.1 Descripción de la organización

1.1.1. Giro del negocio, sector e industria

Atlas Copco Perú forma parte de Atlas Copco Group y se dedica a la provisión de soluciones tecnológicas industriales orientadas a mejorar la eficiencia y productividad de sus clientes. Su oferta comprende equipos y servicios especializados en aire comprimido, gases, vacío, herramientas industriales y soluciones de energía, complementados con soporte técnico, mantenimiento y optimización de procesos. La empresa opera en el sector industrial, atendiendo principalmente a industrias como minería, manufactura, construcción y energía, donde se posiciona como un proveedor de soluciones integrales caracterizado por su enfoque en la innovación, la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la digitalización.

1.1.2. Posicionamiento

Atlas Copco Perú se posiciona como un proveedor de soluciones industriales orientado a la eficiencia y continuidad operativa de sus clientes. Su propuesta combina equipos, mantenimiento y soporte especializado. En un mercado altamente competitivo, sustenta su diferenciación en la innovación tecnológica, la calidad de sus soluciones y el respaldo global de Atlas Copco Group.

1.1.3. Historia de la empresa

Atlas Copco Perú inició sus operaciones el 28 de junio de 1950 bajo la denominación Atlas Diesel, siendo la primera sede de Atlas Copco Group en América Latina. Desde entonces, ha mantenido una presencia sostenida en el país, acompañando el desarrollo de sectores clave como la minería, construcción y manufactura. (Atlas Copco, 2019)

A lo largo de su evolución, la empresa ha fortalecido su capacidad operativa y su cobertura a nivel nacional, consolidando una presencia institucional relevante. Actualmente, cuenta con

una sede moderna ubicada en el distrito de Ate y un equipo de trabajo distribuido en distintas regiones del país, lo que le permite atender de manera eficiente a sus clientes.

Este crecimiento ha estado respaldado por la incorporación progresiva de soluciones tecnológicas y por su participación en proyectos de gran envergadura en el país, tal como se evidencia en la trayectoria descrita por la propia organización: “Desde nuestros inicios, en la Av. Wilson, hasta el día de hoy, hemos acompañado el crecimiento de las industrias, minas y obras de construcción más importantes del país, gracias a nuestros sistemas de aire comprimido, soluciones de energía, herramientas industriales y bombas de vacío” (Atlas Copco, 2019).

1.1.4. Objetivo estratégico, misión, visión y valores

Dado que Atlas Copco Perú forma parte del Atlas Copco Group, su direccionamiento estratégico se encuentra alineado a los lineamientos corporativos del grupo, adoptando su misión y visión a nivel global.

A. Objetivo Estratégico

Atlas Copco Perú S.A.C. tiene como objetivo estratégico incrementar sus ventas en un 20% y reducir sus costos operativos en un 10%, fortaleciendo su rentabilidad y competitividad en el mercado.

B. Misión.

“To achieve sustainable, profitable growth”

¨Alcanzar un crecimiento sostenible y rentable¨

C. Visión.

¨First in Mind—First in Choice”

“Primeros en la mente - Primeros en elección”

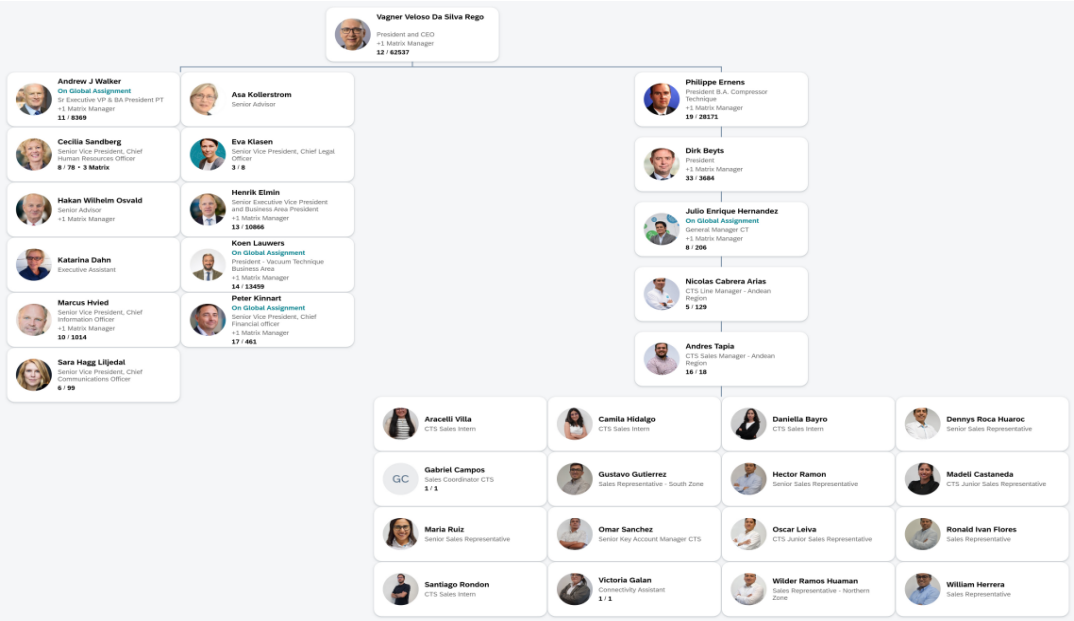
D. Valores.

Respeto, diversidad, aprendizaje continuo, innovación y excelencia. (Atlas Copco, s.f.-a)

1.1.5. Estructura Organizacional

La empresa cuenta con una estructura organizacional que combina unidades de negocio especializadas con áreas de soporte corporativo, permitiendo una gestión eficiente de sus operaciones y una adecuada atención a los distintos segmentos industriales. Asimismo, dispone de funciones de apoyo como finanzas, recursos humanos, logística y servicio técnico, las cuales contribuyen al cumplimiento de los objetivos organizacionales. Su gestión se encuentra alineada a estándares internacionales mediante un sistema integrado que promueve la calidad, la seguridad, la sostenibilidad y la mejora continua de los procesos. El organigrama de la empresa se presenta en la siguiente figura.

Figura 1. Organigrama de Atlas Copco Perú



Nota. Información extraída de HR Link, portal de gestión de recursos humanos de la empresa al 2026.

1.1.6. Certificaciones

Atlas Copco Perú opera bajo un Sistema Integrado de Gestión respaldado por las certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018, las cuales garantizan el cumplimiento de estándares internacionales en calidad, gestión ambiental y seguridad y salud

ocupacional. Estas certificaciones forman parte de su política SHEQ, orientada a la mejora continua, la sostenibilidad, la reducción de riesgos y la generación de valor para sus clientes (Atlas Copco, 2025).

1.1.7. Información financiera

A continuación, se presenta la información de los estados financieros de Atlas Copco Perú S.A.C.

Estado de Resultados 2025

Concepto	Monto (S/)
Ventas netas	183,682,955
Costo de ventas	-143,349,485
Utilidad bruta	**40,333,470**
Gastos de ventas	-48,311,649
Gastos de administración	-13,410,520
Resultado operativo	**-21,388,699**
Ingresos financieros	7,314,491
Gastos financieros	-2,222,857
Otros ingresos	27,931,462
Utilidad antes de impuestos	**11,634,397**

Impuesto a la renta	2,262,161
Utilidad neta del ejercicio	**9,372,236**

Nota. Reporte formulario 710 renta anual tercera categoría e itf (2026)

Durante el ejercicio 2025, Atlas Copco Perú S.A.C. registró ventas netas por S/ 183.7 millones y una utilidad bruta de S/ 40.3 millones. Sin embargo, los gastos de ventas y administración superaron la utilidad bruta generada, ocasionando una pérdida operativa de S/ 21.4 millones. A pesar de ello, la empresa logró cerrar el año con una utilidad neta de S/ 9.37 millones gracias principalmente a otros ingresos por S/ 27.9 millones y a ingresos financieros por S/ 7.3 millones.

Estado de Situación Financiera (Rubros clave)

Concepto	**Monto (S/)**
Activo total	**191,942,169**
Efectivo y equivalentes	24,560,560
Cuentas por cobrar comerciales	43,364,519
Inventarios – Mercaderías	27,880,552
Materiales, suministros y repuestos	60,669,646
Propiedades, planta y equipo	59,007,706
Pasivo total	**55,945,577**

Cuentas por pagar comerciales	16,371,861
Otras cuentas por pagar y provisiones	38,539,213
Pasivos diferidos	1,034,503
Patrimonio total	**135,996,592**
Total Pasivo y Patrimonio	**191,942,169**

Nota. Reporte formulario 710 renta anual tercera categoría e itf (2026)

Al cierre del ejercicio 2025, Atlas Copco Perú S.A.C. registró activos por S/ 191.9 millones, respaldados principalmente por propiedades, planta y equipo, materiales, suministros y repuestos, así como cuentas por cobrar comerciales. Asimismo, la empresa mantuvo una posición de liquidez favorable con S/ 24.6 millones en efectivo y equivalentes de efectivo. Por el lado de las obligaciones, los pasivos ascendieron a S/ 55.9 millones, concentrados principalmente en cuentas por pagar comerciales y otras obligaciones operativas. Finalmente, el patrimonio alcanzó los S/ 136.0 millones, representando aproximadamente el 71% de los activos totales, lo que evidencia una sólida estructura financiera y una baja dependencia del financiamiento externo.

1.2 Diagnóstico externo

1.2.1. Análisis de entorno general

1.2.1.1. Aspectos Económicos

El entorno económico peruano presenta tanto oportunidades como amenazas para Atlas Copco Perú. El crecimiento de las exportaciones mineras durante 2025 favorece la demanda de equipos y servicios industriales, constituyendo una oportunidad (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2026a). Asimismo, el incremento de 10% de la inversión privada, impulsado por minería e infraestructura, amplía el mercado potencial de la empresa y representa otra oportunidad (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2026a). Sin embargo, el crecimiento moderado del PBI podría generar cautela en las decisiones de inversión, constituyendo una amenaza para la demanda futura del sector (BCRP, 2026b).

1.2.1.2. Aspectos Sociales

El entorno social peruano presenta oportunidades y amenazas para Atlas Copco Perú. La población económicamente activa representa el 69,5% de la población en edad de trabajar, lo que constituye una oportunidad por la disponibilidad de mano de obra (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2026). Sin embargo, los niveles de educación y la alta informalidad laboral limitan la capacitación y especialización del capital humano, representando una amenaza para la eficiencia operativa (INEI, 2026). Asimismo, la elevada conflictividad social vinculada principalmente a la minería puede afectar proyectos e inversiones, constituyendo una amenaza para la demanda de equipos y servicios industriales (Defensoría del Pueblo, 2026).

1.2.1.3. Aspectos Político - Legal

El entorno político-legal peruano presenta oportunidades y amenazas para Atlas Copco Perú. La política monetaria orientada a mantener la inflación entre 1% y 3% favorece la estabilidad económica y constituye una oportunidad para las inversiones (BCRP, 2026b). Asimismo, la cartera de proyectos de exploración minera prevista para 2026 representa una oportunidad al incrementar la demanda potencial de equipos y servicios industriales (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2026b). Sin embargo, el proceso electoral y el cambio de gobierno generan incertidumbre que podría retrasar inversiones y proyectos mineros, constituyendo una amenaza para la demanda del sector (Dupuy, 2026; Cruz, 2026).

1.2.1.4. Aspectos Tecnológicos

El entorno tecnológico peruano presenta oportunidades para Atlas Copco Perú. La transformación digital impulsada en los sectores energético y minero, incluyendo el uso de inteligencia artificial para mejorar la eficiencia operativa, favorece la adopción de soluciones tecnológicas avanzadas por parte de las empresas (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [Osinergmin], 2025). Asimismo, la minería concentra una parte importante del consumo energético nacional, lo que incrementa la necesidad de optimizar la eficiencia de sus operaciones (Claros, 2023; ENGIE Energía Perú [ENGIE], 2025). Adicionalmente, las pérdidas económicas y ambientales asociadas al uso de equipos ineficientes incentivan la modernización tecnológica, constituyendo una oportunidad para la adopción de soluciones industriales más eficientes (Revista Energía, 2023).

1.2.1.5. Aspectos Ambientales

El entorno ambiental peruano presenta oportunidades y amenazas para Atlas Copco Perú. La normativa ambiental exige que las empresas implementen medidas de prevención, control y

remediación de impactos durante sus operaciones (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2024). Asimismo, se requiere la elaboración de planes de cierre de minas con garantías orientadas a la recuperación de las áreas intervenidas (MINEM, 2025). Por otro lado, se han fortalecido los mecanismos de supervisión ambiental mediante procesos de fiscalización más ágiles (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú [IIMP], 2025). De igual forma, se han actualizado los criterios para la imposición de sanciones ambientales (Azurín, 2026). Este contexto constituye una oportunidad al incentivar la adopción de tecnologías más eficientes y sostenibles. Sin embargo, también representa una amenaza debido a los mayores costos y exigencias regulatorias que podrían afectar el desarrollo de proyectos mineros.

1.2.2. Análisis Específico

Las variables del entorno general influyen directamente en el mercado donde opera Atlas Copco Perú. Factores como la actividad minera, los avances tecnológicos, la eficiencia energética, las condiciones de abastecimiento y las regulaciones afectan la dinámica de la industria de repuestos para compresores industriales y el desempeño competitivo de la empresa.

1.2.2.1. Rivalidad entre competidores

La rivalidad competitiva en el mercado de repuestos para compresores industriales es elevada debido a la presencia de fabricantes globales como Atlas Copco, Ingersoll Rand, Kaeser Kompressoren y Sullair, que cuentan con portafolios amplios y servicios especializados (Coherent Market Insights, 2026). Además, el crecimiento de la demanda por soluciones energéticamente eficientes impulsa la innovación y el fortalecimiento de capacidades comerciales en el sector (Grand View Research, 2024). En el ámbito local, Atlas Copco Perú mantiene una estrategia orientada a la innovación y expansión de servicios (Reyes, 2025). En

consecuencia, la rivalidad competitiva constituye una fuerza desfavorable por la intensidad de la competencia existente.

1.2.2.2. Poder de negociación de clientes

El poder de negociación de los clientes es alto debido a que pertenecen principalmente a sectores como minería y energía, donde la continuidad operativa resulta fundamental (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía [SNMPE], 2024). Por ello, demandan alta disponibilidad, confiabilidad y rapidez en la atención. Asimismo, la búsqueda de eficiencia energética incrementa las exigencias sobre el desempeño de los equipos y servicios (MarketsandMarkets, 2024). Adicionalmente, el crecimiento de grandes clientes industriales ha fortalecido su capacidad de negociación (Reyes, 2025). En consecuencia, el poder de negociación de los clientes constituye una fuerza desfavorable para la empresa.

1.2.2.3. Poder de negociación de proveedores

El poder de negociación de los proveedores es moderado debido a que el suministro de repuestos está concentrado en fabricantes globales que controlan tecnología y distribución (Grand View Research, 2024). En el caso de Atlas Copco Perú, el abastecimiento depende principalmente de la red global del Atlas Copco Group (Atlas Copco, s.f.-b). Asimismo, el grupo utiliza unidades especializadas como EDMAC para el suministro de componentes compatibles (Engineering News, 2022). Aunque esta estructura reduce la dependencia de proveedores externos, mantiene restricciones asociadas a disponibilidad y tiempos de entrega. Por ello, esta fuerza representa una amenaza de impacto medio (Coherent Market Insights, 2026).

1.2.2.4. Amenaza de nuevos entrantes

La amenaza de nuevos entrantes es moderada a baja debido a las barreras asociadas al conocimiento técnico, la inversión tecnológica y el respaldo de marca requerido en el mercado de repuestos para compresores industriales (Grand View Research, 2024). Asimismo, los competidores consolidados cuentan con redes globales de distribución y servicio postventa, fortaleciendo su posición competitiva (Coherent Market Insights, 2026). No obstante, la presencia de distribuidores independientes de repuestos compatibles facilita el ingreso a segmentos específicos. En consecuencia, esta fuerza representa una amenaza de impacto medio-bajo para la industria.

1.2.2.5. Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de productos sustitutos es moderada debido a la existencia de repuestos compatibles o genéricos que representan alternativas de menor costo para los clientes (Coherent Market Insights, 2026). Sin embargo, el uso de componentes no originales puede afectar el desempeño de los equipos e incrementar los costos de mantenimiento (Develon, 2025; Komatsu Colombia, 2026). Asimismo, la creciente exigencia de eficiencia y confiabilidad en las operaciones industriales favorece la preferencia por repuestos originales y certificados (Grand View Research, 2024). En consecuencia, esta fuerza constituye una amenaza de impacto medio para el sector.

1.2.3. Dinámica Competitiva

A continuación, se presenta la matriz de perfil competitivo de Atlas Copco Perú frente a sus principales competidores.

Matriz del Perfil Competitivo - MPC

MATRIZ DE PERFIL COMPETITIVO

Item	FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	Ponderación	Atlas Copco Perú		La Llave (IR)		Kaeser (Perú)	
		%	Clasificación	Puntuación	Clasificación	Puntuación	Clasificación	Puntuación
1	Disponibilidad de repuestos	0.30	3	0.90	3	0.90	2	0.60
2	Tiempo de entrega	0.10	2	0.20	3	0.30	2	0.20
3	Calidad del producto	0.10	4	0.40	4	0.40	4	0.40
4	Servicio postventa	0.10	4	0.40	3	0.30	2	0.20
5	Capacidad tecnológica	0.40	4	1.60	3	1.20	2	0.80
Puntaje		1.00		3.50		3.10		2.20

Nota. Los valores asignados se basan en el resultado de la matriz de impactos cruzados (Anexo 1), además del análisis del sector, la información recopilada y la experiencia en el mercado local.

La matriz de perfil competitivo evidencia que, si bien Atlas Copco mantiene una posición competitiva superior frente a sus principales competidores, sustentada en su capacidad tecnológica y servicio postventa, presenta debilidades relativas en la disponibilidad de repuestos y tiempos de entrega. Estas limitaciones resultan críticas en un mercado donde la continuidad operativa del cliente es determinante, lo que reduce su capacidad de respuesta frente a la demanda y genera desventajas competitivas específicas pese a su liderazgo general.

1.2.4. Matriz de Evaluación de Factores Externos - EFE

La Matriz de Evaluación de Factores Externos (EFE) permite identificar y evaluar las principales oportunidades y amenazas del entorno que influyen en el desempeño de Atlas Copco Perú, considerando su nivel de respuesta estratégica frente a dichos factores.

Matriz de Evaluación de Factores Externos - Atlas Copco Perú

	FACTORES EXTERNOS	Ponderación	Clasificación	Valor
	OPORTUNIDADES			
O1	Crecimiento sostenido del sector minero exportador	0.11	4	0.44
O2	Expansión de inversión en minería e infraestructura	0.09	4	0.36
O3	Estabilidad macroeconómica y control inflacionario	0.16	3	0.47

O4	Creciente digitalización del sector industrial minero	0.02	3	0.07
O5	Preferencia por eficiencia energética y sostenibilidad	0.13	4	0.53
	AMENAZAS			
A1	Incertidumbre política por elecciones nacionales	0.16	2	0.31
A2	Alta conflictividad social en zonas mineras	0.13	2	0.27
A3	Alto poder y exigencia de clientes industriales	0.13	3	0.40
A4	Dependencia de abastecimiento desde casa matriz	0.02	2	0.04
A5	Disponibilidad de repuestos sustitutos de menor costo	0.04	3	0.13
	TOTAL	**1.00**		**3.02**

Nota. Información obtenida en base al análisis del entorno general y específico de Atlas Copco Perú.

La Matriz EFE obtuvo un puntaje de 3.02, indicando que Atlas Copco Perú responde de manera favorable a su entorno externo. La empresa aprovecha oportunidades vinculadas al crecimiento minero, la inversión y la eficiencia energética, aunque aún existen oportunidades de mejora en digitalización. Asimismo, enfrenta amenazas asociadas a la incertidumbre

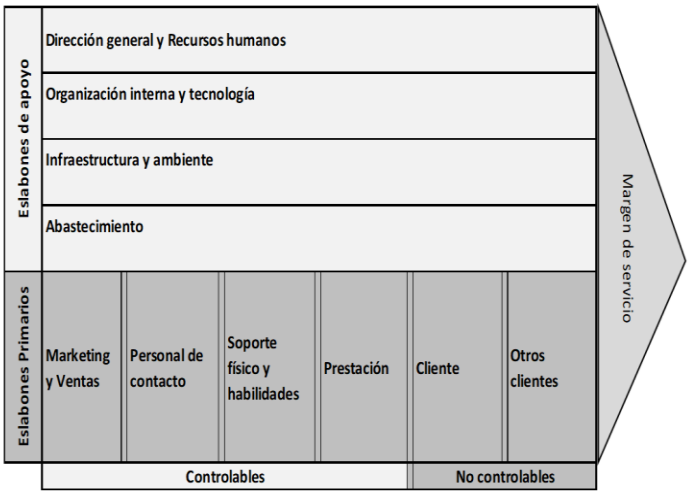
política, conflictividad social y desafíos operativos de abastecimiento, manteniendo una posición competitiva favorable.

1.3 Diagnóstico Interno

1.3.1. Cadena de valor de servicios de Atlas Copco Perú

A continuación, se presenta la cadena de valor de servicios de Gustavo Alonso, la cual ha sido adaptada a Atlas Copco Perú.

Figura 2. Cadena de valor de servicios de Atlas Copco Perú



Nota. La figura muestra los eslabones de apoyo y los primarios subdivididos en controlables y no controlables.

1.3.1.1. Eslabones de apoyo

- Dirección general y Recursos humanos

Atlas Copco Perú cuenta con personal con alto conocimiento técnico en soluciones industriales y repuestos, especialmente en sectores exigentes como minería y manufactura, lo que constituye una fortaleza en la asesoría especializada al cliente. Pero, se evidencian limitaciones en la alineación entre las áreas comercial y logística, lo que dificulta la planificación integrada de la demanda y la toma de decisiones oportunas en la gestión de inventarios.

- Organización interna y tecnología

En el ámbito logístico, la empresa emplea sistemas ERP como SAP para la gestión de pedidos e inventarios.Sin embargo, la planificación de abastecimiento no se encuentra completamente alineada con la demanda real, lo que genera quiebres de stock en determinados repuestos. Por el lado comercial, se utilizan diversas plataformas (C4C, COPS, ASC, Service Connect, MyQuest) para el registro y seguimiento de oportunidades. Sin embargo, existe una baja integración entre estos sistemas y la información de inventarios, limitando la visibilidad en tiempo real y afectando la toma de decisiones.

- Infraestructura y ambiente

Atlas Copco Perú cuenta con instalaciones que integran oficinas administrativas y almacén en un mismo recinto. Asimismo, dispone de capacidad logística para la distribución en Lima Metropolitana. Sin embargo, se identifican oportunidades de mejora en la organización y optimización del espacio de almacenamiento, así como en la gestión estratégica de la ubicación de inventarios según criticidad y rotación.

- Abastecimiento

El abastecimiento de repuestos se realiza principalmente mediante importaciones desde fábricas de Atlas Copco group, mayormente desde Bélgica. Sin embargo, se evidencia una gestión de compras con limitada planificación basada en la demanda, lo que genera quiebres de stock en repuestos críticos. Adicionalmente, la dependencia de tiempos de reposición elevados incrementa el riesgo de desabastecimiento, constituyéndose en una de las principales debilidades dentro de la cadena de valor.

1.3.1.2. Eslabones primarios controlables:

- Marketing y ventas

El área de ventas de repuestos está conformada por ejecutivos comerciales y personal de soporte, quienes gestionan requerimientos, cotizaciones y seguimiento de oportunidades comerciales. Por su parte, el área de marketing se encarga de la generación de leads y posicionamiento de la marca mediante canales digitales. Sin embargo, la efectividad comercial se ve limitada por la falta de disponibilidad de repuestos, lo que reduce la tasa de conversión de oportunidades en ventas efectivas.

- Personal de contacto

El personal de contacto está conformado principalmente por ejecutivos de ventas y gerentes comerciales, quienes mantienen interacción directa con los clientes, así como por los transportistas en la etapa final de entrega. Si bien, cuentan con conocimiento técnico para brindar asesoría especializada, su capacidad de respuesta se ve restringida ante la falta de disponibilidad de stock.

- Soporte físico y habilidades

La empresa dispone de un equipo técnico especializado para la atención postventa, así como de personal comercial con conocimientos técnicos de los productos. Sin embargo, presenta limitaciones debido a quiebres de stock recurrentes, lo que restringe la capacidad de brindar un servicio integral y oportuno.

- Prestación

La prestación del servicio se materializa en la entrega de repuestos a los clientes. Sin embargo, se evidencian incumplimientos en los tiempos de atención debido a la falta de disponibilidad de inventario, lo que afecta la continuidad operativa de los clientes y limita la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda de manera oportuna.

1.3.1.3 Eslabones primarios no controlables:

- Cliente

Atlas Copco Perú atiende a una cartera de clientes conformada principalmente por empresas del sector minero e industrial, las cuales presentan una alta dependencia operativa de los repuestos y demandan disponibilidad inmediata. Este nivel de exigencia incrementa la relevancia de una gestión eficiente del abastecimiento y los inventarios.

- Otros clientes

Dentro de este grupo se encuentran distribuidores autorizados (Power, Santa Isolina, MR perú, etc), quienes adquieren repuestos para atender a clientes de menor escala. Estos dependen directamente de la disponibilidad de inventario de Atlas Copco Perú, por lo que los quiebres de stock también impactan su capacidad de respuesta en el mercado.

1.3.2 Matriz de Evaluación de Factores Internos -EFI

Matriz de Evaluación de Factores Internos- EFI

	FACTORES EXTERNOS	Ponderación	Clasificación	Valor
	FORTALEZAS			
F1	Respaldo de Atlas Copco group a nivel global.	0.09	4	0.36
F2	Alto conocimiento técnico del personal.	0.05	4	0.2
F3	Amplio portafolio de repuestos, que permite atender diversas necesidades de clientes industriales.	0.09	3	0.27

F4	Experiencia y posicionamiento en el mercado peruano, con más de 75 años en el rubro.	0.02	4	0.08
F5	Uso de sistemas ERP para gestión de inventarios y clientes y seguimiento de oportunidades.	0.12	3	0.36
F6	Cartera de clientes consolidada en sectores industriales clave.	0.02	4	0.08
	DEBILIDAD			
D1	Ausencia de planificación de inventarios basada en la demanda	0.12	1	0.12
D2	Quiebres de stock en repuestos críticos	0.09	1	0.09
D3	Altos tiempos de reposición en el abastecimiento debido a la dependencia de importaciones.	0.14	2	0.28
D4	Baja integración entre sistemas comerciales y logísticos	0.15	2	0.3
D5	Pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock.	0.05	1	0.05
D6	Falta de segmentación de inventarios según criticidad y rotación.	0.06	2	0.12
	TOTAL	**1**		**2.31**

Nota. La información obtenida en base al análisis interno de Atlas Copco Perú

La matriz EFI presenta un puntaje de 2.31, lo cual indica que Atlas Copco Perú mantiene una posición interna débil, debido a que las debilidades superan a las fortalezas. Si bien la empresa cuenta con capacidades relevantes como el respaldo corporativo, el conocimiento técnico del personal y un portafolio amplio de productos, estas no logran compensar las deficiencias en la gestión de inventarios y abastecimiento.

Las principales debilidades se concentran en la falta de planificación de inventarios basada en la demanda, los quiebres de stock y los elevados tiempos de reposición, los cuales afectan la disponibilidad de repuestos y limitan la capacidad de respuesta ante los requerimientos del cliente

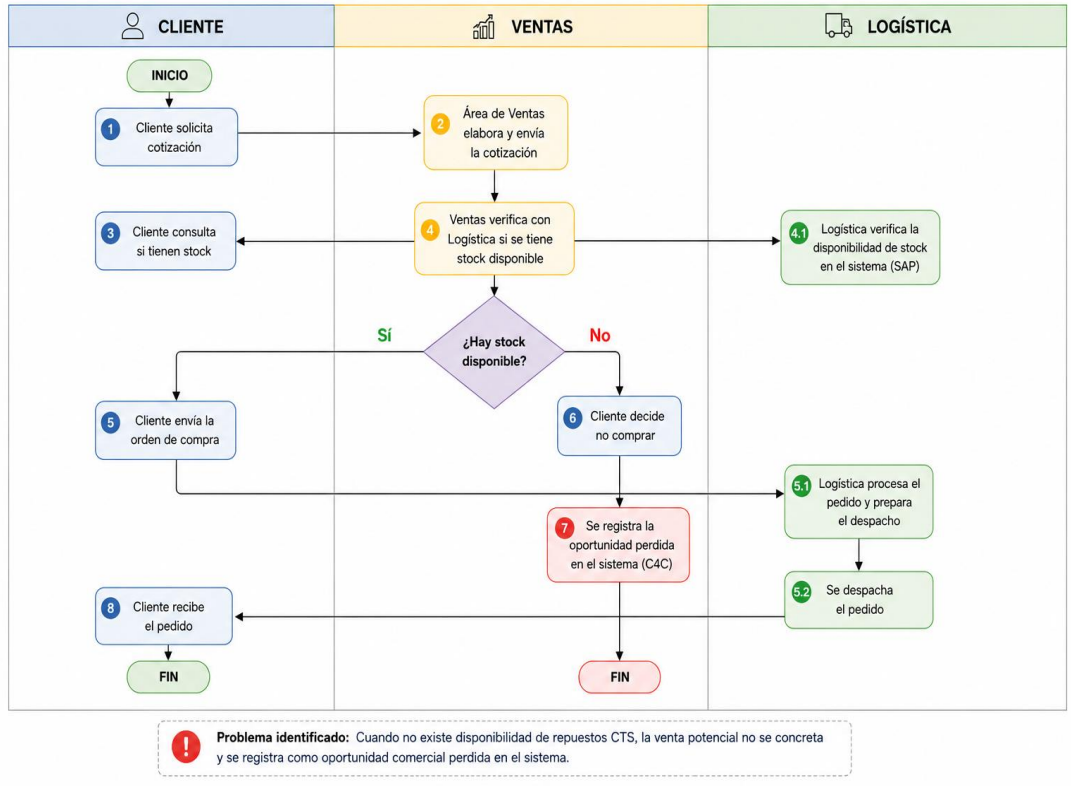
1.4 Problemática de la organización

1.4.1. Identificación y descripción del problema

La problemática central de Atlas Copco Perú S.A.C. se encuentra en la ineficiente gestión del abastecimiento e inventarios de repuestos de la línea de negocio Compressor Technique Service (CTS). Esta situación adquiere mayor relevancia considerando que el área de repuestos representa el 50% de la facturación de dicha línea, la cual, a su vez, concentra alrededor del 70% de los ingresos totales de la empresa. Este peso estratégico se explica por la alta rentabilidad del negocio de repuestos, lo que convierte a su adecuada gestión en un factor crítico para el desempeño operativo, financiero y competitivo de la organización.

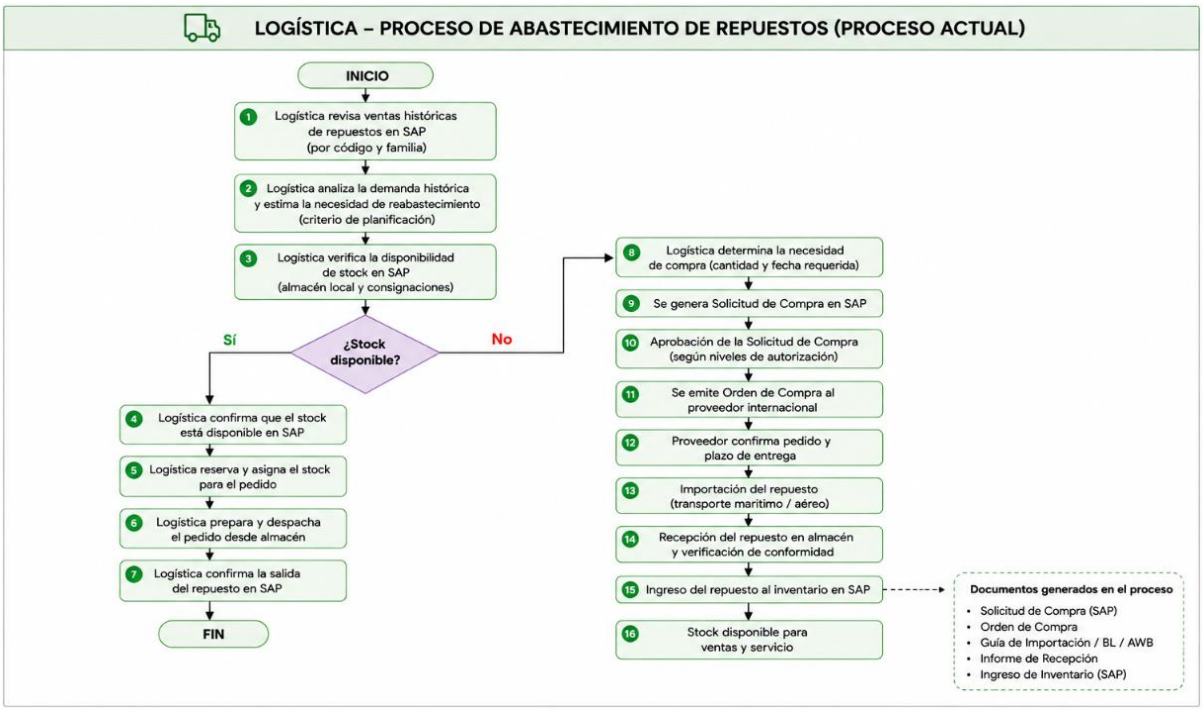
La problemática se refleja en la falta de disponibilidad oportuna de repuestos críticos, originada por deficiencias en la planificación de la demanda, la reposición y la gestión de inventarios. Esta situación genera quiebres de stock, incumplimientos en los pedidos y pérdida de oportunidades comerciales, afectando directamente el nivel de servicio brindado a los clientes y el cumplimiento de los objetivos de ventas. Asimismo, la indisponibilidad de inventario obliga, en numerosos casos, a realizar importaciones de emergencia mediante transporte aéreo o servicio courier para atender los requerimientos de los clientes, incrementando significativamente los costos logísticos y de abastecimiento. En consecuencia, la deficiente gestión del abastecimiento e inventarios no solo limita la capacidad de respuesta de la empresa, sino que también reduce la rentabilidad de la operación al generar costos adicionales que podrían evitarse con una adecuada planificación y disponibilidad de repuestos.

Figura 3. Flujograma del proceso actual de atención de oportunidades



Nota. Elaboración propia

Figura 4. Flujograma del proceso actual de abastecimiento de repuestos.



Nota. Elaboración propia

Nivel de ventas y cumplimiento de Meta en el 2025

Mes	Meta	Ventas	Cumplimiento
Enero	4,200,000	3,027,205	72%
Febrero	4,200,000	3,469,633	83%
Marzo	4,200,000	3,700,722	88%
Abril	4,200,000	3,070,935	73%
Mayo	4,200,000	3,781,342	90%
Junio	4,200,000	3,857,047	92%
Julio	4,200,000	2,464,539	59%
Agosto	4,200,000	3,231,421	77%
Setiembre	4,200,000	2,836,136	68%
Octubre	4,200,000	3,681,821	88%
Noviembre	4,200,000	4,899,535	117%
Diciembre	4,200,000	2,922,926	70%
Total		**40,943,260.82**	**81%**

Información obtenida en coordinación con el encargado del área comercial

A partir del análisis del desempeño comercial, se observa que, si bien la empresa mantiene un nivel de ventas relativamente constante, solo logró cumplir la meta en noviembre del 2025. En meses como mayo y junio, el desempeño estuvo cercano al objetivo, aunque sin alcanzarlo. Sin embargo, también se registraron periodos críticos, como julio de 2025, en el que el nivel de ventas no superó el 60%.

Análisis del costo de oportunidades perdidas por mes en el año 2025

Mes	#oportunidades Ganadas	Ventas	#oportunidades perdidas por stock	Oportunidades perdidas por stock en soles
Enero	305	3,027,205	4	162,016
Febrero	266	3,469,633	38	1,279,410
Marzo	312	3,700,722	31	580,162
Abril	251	3,070,935	45	1,006,775

Mayo	282	3,781,342	48	478,598
Junio	316	3,857,047	40	523,811
Julio	324	2,464,539	45	868,375
Agosto	273	3,231,421	36	423,713
Setiembre	294	2,836,136	58	811,697
Octubre	293	3,681,821	47	762,617
Noviembre	257	4,899,535	30	129,726
Diciembre	205	2,922,926	23	672,814
Total	**3,378**	**40,943,261**	**445**	**7,699,713**

Nota. Información obtenida en coordinación con el encargado del área comercial

Asimismo, de acuerdo con la informaciónwil del área comercial, la empresa registra un total de 445 oportunidades no concretadas, equivalentes a aproximadamente 40,943,260.82 soles. Este monto representa cerca del 19% de las ventas totales anuales (7,699,713.32 soles), lo que evidencia una pérdida significativa de ingresos potenciales, asociada a la falta de disponibilidad inmediata de repuestos para atender los pedidos.

Este resultado indica que el problema no radica en la generación de demanda, sino en la conversión de oportunidades en ventas efectivas. La pérdida de oportunidades refleja una limitación operativa para responder al mercado, situación que se repite a lo largo del año y se intensifica en meses como abril, julio y septiembre, donde las pérdidas superan los 800,000 soles. En consecuencia, se identifica una brecha estructural entre la demanda existente y la capacidad de respuesta de la empresa.

Porcentaje de cobertura de brecha

Mes	**Meta**	**Ventas**	**Diferencia entre meta y ventas**	**Oportunidades perdidas en soles**	**% de cobertura de brecha**
Enero	4,200,000	3,027,205	1,172,795	162,016	14%
Febrero	4,200,000	3,469,633	730,367	1,279,410	175%
Marzo	4,200,000	3,700,722	499,278	580,162	116%

Abril	4,200,000	3,070,935	1,129,065	1,006,775	89%
Mayo	4,200,000	3,781,342	418,658	478,598	114%
Junio	4,200,000	3,857,047	342,953	523,811	153%
Julio	4,200,000	2,464,539	1,735,461	868,375	50%
Agosto	4,200,000	3,231,421	968,579	423,713	44%
Setiembre	4,200,000	2,836,136	1,363,864	811,697	60%
Octubre	4,200,000	3,681,821	518,179	762,617	147%
Noviembre	4,200,000	4,899,535	-699,535	129,726	-19%
Diciembre	4,200,000	2,922,926	1,277,074	672,814	53%
Total		**40,943,261**	**9,456,739**	**7,699,713**	**81%**

Nota. Información obtenida en coordinación con el encargado del área comercial

El indicador de porcentaje de cobertura de brecha permite profundizar el análisis, evidenciando que en varios meses el valor de las oportunidades perdidas supera el 100% de la brecha, como en febrero (175%), marzo (116%), mayo (114%), junio (153%) y octubre (147%). Esto indica que, de haber contado con la disponibilidad necesaria de repuestos, la empresa no solo habría alcanzado sus metas de ventas, sino que incluso podría haberlas superado en dichos periodos.

Por otro lado, en meses como enero, julio, agosto y diciembre, aunque el porcentaje de cobertura es menor al 100%, las oportunidades perdidas siguen siendo significativas, lo que confirma que la falta de stock es un problema recurrente. En conjunto, estos resultados evidencian que la principal limitación no es la generación de demanda, sino la capacidad de atenderla oportunamente, lo que refleja deficiencias en la gestión de abastecimiento e inventarios y afecta directamente el cumplimiento de los objetivos comerciales.

1.4.2 Justificación de la relevancia del problema

La relevancia del problema radica en el impacto directo que genera sobre el desempeño operativo, comercial y financiero de la empresa. Por un lado, la falta de una gestión eficiente del abastecimiento dificulta el cumplimiento sostenido de los objetivos de ventas, debido a

que una parte de la demanda no puede ser atendida oportunamente por la indisponibilidad de repuestos. Por otro lado, también afecta el objetivo de reducción de costos, ya que, ante la ausencia de stock, la empresa se ve obligada a realizar importaciones de emergencia mediante transporte aéreo o servicio courier, alternativas que incrementan significativamente el costo de adquisición de los repuestos y reducen la rentabilidad de la operación. En este contexto, las brechas recurrentes entre las ventas reales y las metas mensuales evidencian que existen oportunidades comerciales que no llegan a concretarse debido a problemas en la gestión del abastecimiento.

Con el propósito de identificar las principales causas de las oportunidades comerciales perdidas, se elaboró una hoja de verificación y un análisis de Pareto correspondiente al año 2025. Los resultados muestran que el 47% de las incidencias están relacionadas con la falta de stock de repuestos, seguido por los altos tiempos de reposición con un 23% y la deficiente planificación de la demanda con un 18%. En conjunto, estas tres causas representan aproximadamente el 88% del total de oportunidades comerciales perdidas, lo que evidencia que la mayor parte del problema se concentra en factores directamente vinculados con la gestión de abastecimiento e inventarios. Asimismo, se identificaron otras causas de carácter comercial y financiero, como los precios de la competencia, las restricciones de crédito y la demora en la creación de clientes; sin embargo, estas presentan una incidencia considerablemente menor dentro del total de casos analizados.

Complementariamente, el diagrama de Ishikawa permitió identificar como causas raíz las deficiencias en la planificación de la demanda, la reposición reactiva de inventarios y los quiebres de stock. Los resultados obtenidos tanto en el análisis de Pareto como en el diagrama de Ishikawa coinciden en que la problemática tiene su origen principalmente en la gestión interna del abastecimiento e inventarios, lo que refuerza la necesidad de implementar acciones orientadas a optimizar estos procesos.

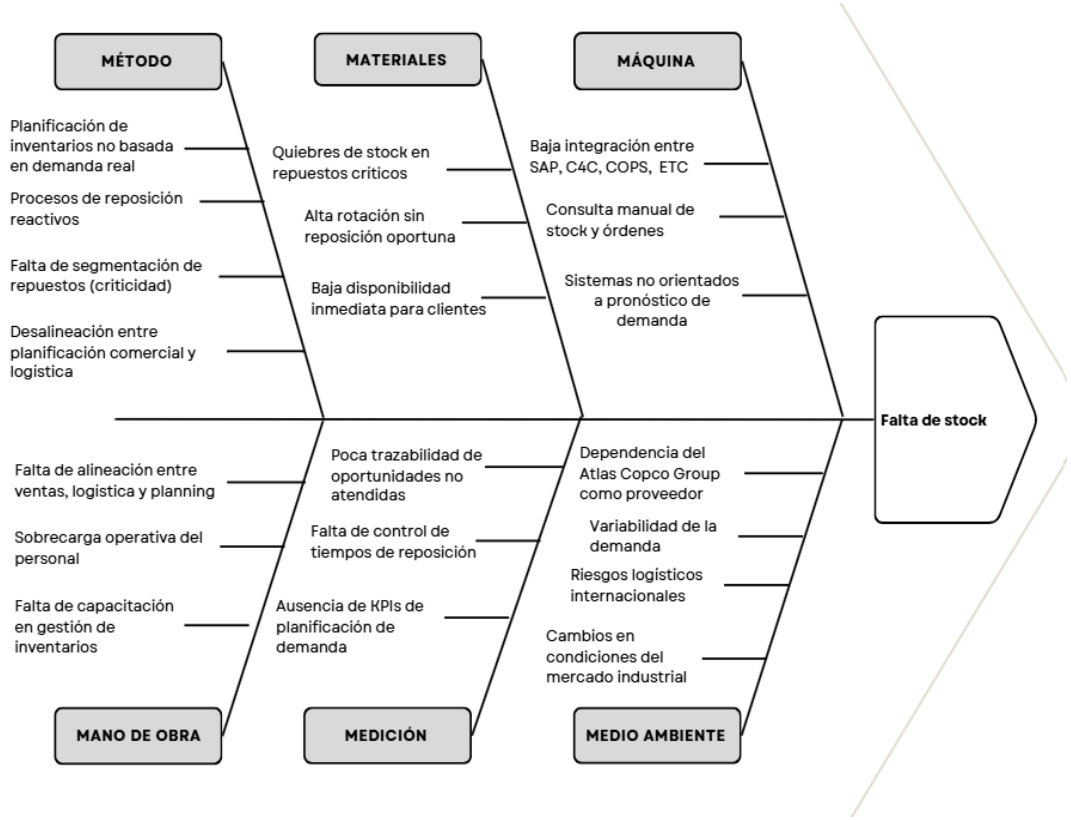
En consecuencia, abordar esta problemática permitirá incrementar la disponibilidad de repuestos críticos, fortalecer la planificación y la gestión logística, reducir las oportunidades comerciales perdidas y disminuir la necesidad de realizar importaciones de emergencia, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos de ventas y a la optimización de los costos operativos de la empresa.

Diagrama de Pareto

Hoja de verificación de causas de oportunidades comerciales pérdidas – CTS 2025			
Cuantificación de oportunidades perdidas en el 2025			
Área involucrada	Causa	Cantidad de oportunidades perdidas	Porcentaje %
Logística	Falta de stock	445	**47%**
logística	Altos tiempos de reposición	214	**23%**
logística / Comercial	Falta de planificación demanda	174	**18%**
Comercial	Precios de competencia	64	7%
Finanzas	Restricciones de crédito	21	2%
Finanzas	Demora creación de clientes nuevos en el sistema	14	1%
Comercial	Preferencia proveedor original (Equipos competitor)	14	1%
	TOTAL	946	100%

Nota. Información obtenida de la plataforma C4C

Figura 5. Diagrama de Ishikawa de Atlas Copco Perú



Nota. Elaboración propia con información obtenida mediante conversaciones con el personal logístico, comercial y administrativo.

Capítulo 2: Identificación de las alternativas para la solución de la situación problemática

2.1. Matriz FODA Integrada (cruzada).

Figura 6. Matriz Foda cruzada

			Fortalezas		Debilidades
		F1	Respaldo del grupo Atlas Copco a nivel global	D1	Ausencia de planificación de inventarios basada en la demanda
		F2	Alto conocimiento técnico del personal	D2	Quiebres de stock en repuestos críticos
		F3	Amplio portafolio de repuestos, que permite atender diversas necesidades de clientes industriales.	D3	Altos tiempos de reposición en el abastecimiento debido a la dependencia de importaciones.
		F4	Experiencia y posicionamiento en el mercado peruano, con más de 75 años en el rubro.	D4	Baja integración entre sistemas comerciales y logísticos
		F5	Uso de sistemas ERP para gestión de inventarios y clientes y seguimiento de oportunidades	D5	Pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock
		F6	Cartera de clientes consolidada en sectores industriales clave	D6	Falta de segmentación de inventarios según criticidad y rotación
Oportunidades			FO		DO
O1	Crecimiento sostenido del sector minero exportador	(F1/ F5/ O1/ O4)	Aprovechar el respaldo global de Atlas Copco y el uso de sistemas ERP para fortalecer la digitalización de la gestión de repuestos CTS y responder al crecimiento del sector minero e industrial. Potenciar el amplio portafolio de repuestos y el conocimiento técnico especializado para fortalecer la atención de clientes industriales que demandan continuidad operativa y soluciones eficientes.	(D4/ D5/O4)	Integrar la información comercial y logística mediante herramientas digitales que permitan mejorar la visibilidad del inventario y reducir la pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock.
O2	Expansión de inversión en minería e infraestructura				
O3	Estabilidad macroeconómica y control inflacionario	(F2/ F3/ O5)			
O4	Creciente digitalización del sector industrial minero	(F4/ F6/O2)	Aprovechar el posicionamiento de la empresa y su cartera de clientes consolidada para fortalecer la participación en proyectos de minería e infraestructura.	(D3/ O1/O2)	Diseñar políticas de abastecimiento y stock de seguridad para reducir el impacto de los altos tiempos de reposición y mejorar el nivel de servicio.
O5	Preferencia por eficiencia energética y sostenibilidad				
Amenazas			FA		DA
A1	Incertidumbre política por elecciones nacionales	(F1/ F4/ A1/ A4)	Aprovechar el respaldo corporativo y la experiencia en el mercado peruano para fortalecer la capacidad de respuesta frente a escenarios de incertidumbre y restricciones logísticas internacionales.	(D1/ D2/ A3)	Reducir los quiebres de stock mediante una planificación basada en demanda que permita responder a la alta exigencia de disponibilidad inmediata de los clientes industriales. Implementar políticas de segmentación y priorización de inventarios para asegurar disponibilidad de repuestos críticos y evitar incumplimientos operativos.
A2	Alta conflictividad social en zonas mineras				
A3	Alto poder y exigencia de clientes industriales			(D6/ D2/ A3)	
A4	Dependencia de abastecimiento desde casa matriz	(F2/ F3/ A3/ A5)	Fortalecer el soporte técnico y la disponibilidad del portafolio de repuestos para diferenciarse frente a la competencia de repuestos sustitutos de menor costo.	(D3/ D4/ A4)	Fortalecer la coordinación entre las áreas comerciales y logísticas para anticipar requerimientos y reducir el impacto de la dependencia de abastecimiento internacional.
A5	Disponibilidad de repuestos sustitutos de menor costo				

Nota. Elaboración propia

Los resultados de la matriz FODA cruzada se alinean con los objetivos de incrementar las ventas en 20% y reducir los costos operativos en 10%. Las estrategias FO y FA aprovechan fortalezas para impulsar el crecimiento comercial, mientras que las estrategias DO y DA buscan corregir debilidades asociadas a inventarios, quiebres de stock y abastecimiento. En conjunto, contribuyen a mejorar la eficiencia operativa y el desempeño comercial de la organización.

Es importante señalar que la información empleada para la elaboración del análisis FODA proviene de los resultados obtenidos en las matrices MADE y MADI. Para la construcción de la matriz MADI se realizó una entrevista a N. Cabrera, Gerente de la línea de negocio CTS, quien brindó información relacionada con los recursos, capacidades, fortalezas y debilidades de la organización, permitiendo identificar los factores internos más relevantes para el análisis estratégico (Comunicación personal, 20 de abril de 2026).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Antecedentes:

Haman et al. (2025), en el artículo Supply Chain in the Age of Industry 4.0: A Literature Review, analizan cómo las tecnologías de Industria 4.0 han transformado la gestión de las cadenas de suministro manufactureras. Los autores destacan que herramientas como inteligencia artificial, big data, IoT y sistemas integrados permiten mejorar la trazabilidad, la visibilidad de inventarios y la capacidad de respuesta frente a cambios en la demanda. Asimismo, señalan que la baja integración tecnológica entre áreas operativas y logísticas continúa siendo uno de los principales factores que limita la eficiencia de abastecimiento en las organizaciones. En ese sentido, el estudio resalta que la digitalización y la integración de información representan elementos clave para fortalecer la resiliencia operativa y reducir problemas de desabastecimiento en empresas industriales.

Asimismo, Ramos-Valle et al. (2022), en el artículo Pilot Implementation of Innovative Proposal for Service Level Improvement in a Spare Parts Trading Company, analizan el caso de una empresa comercializadora de repuestos para minería y construcción que presentaba bajos niveles de servicio debido a errores de inventario, desorden en almacenes y deficiencias en el forecasting. Los autores implementaron herramientas como 5S, Systematic Layout Planning (SLP), cycle counting y modelos de pronóstico de demanda, logrando mejorar el nivel de servicio y reducir los tiempos de picking. El estudio concluye que la correcta organización de almacenes y la planificación adecuada de inventarios permiten incrementar significativamente la disponibilidad de repuestos y mejorar la atención al cliente.

Por su parte, Liu et al. (2025), en el artículo A Machine Learning Approach to Inventory Stockout Prediction, desarrollan un modelo basado en Machine Learning para predecir

quiebres de stock utilizando grandes volúmenes de información histórica de inventarios y ventas. Los autores identifican que variables como inventario actual, forecast de corto plazo y comportamiento reciente de ventas son factores determinantes para anticipar desabastecimientos. Los resultados evidencian que el uso de algoritmos predictivos mejora considerablemente la precisión de las decisiones de reabastecimiento, reduciendo riesgos de pérdida de ventas y mejorando la disponibilidad de productos.

Asimismo, Trapero et al. (2024), en el artículo Demand Forecasting under Lost Sales Stock Policies, analizan cómo los quiebres de stock afectan la estimación real de la demanda y generan pérdidas de ventas en las organizaciones. Los autores sostienen que los métodos tradicionales de forecasting tienden a subestimar la demanda cuando existen pérdidas derivadas de desabastecimientos. Para solucionar este problema, proponen el modelo Tobit Kalman Filter (TKF), el cual permite estimar de manera más precisa la demanda real bajo escenarios de inventario limitado. El estudio demuestra que integrar forecasting y políticas de inventario mejora el nivel de servicio y reduce significativamente las pérdidas comerciales ocasionadas por quiebres de stock. La literatura reporta mejoras cercanas al 8% en la precisión del forecasting y, considerando las mejoras operativas adicionales de la propuesta, se proyecta alcanzar una reducción del 10% durante el primer año y del 15% en el segundo año de implementación, como resultado de la consolidación y madurez del nuevo proceso de abastecimiento.

Respecto a Tadayonrad y Ndiaye (2023), en el artículo A New Key Performance Indicator Model for Demand Forecasting in Inventory Management Considering Supply Chain Reliability and Seasonality, proponen un modelo que integra el forecasting de la demanda con la gestión de inventarios mediante un nuevo indicador de desempeño orientado a minimizar los costos de inventario y mejorar el nivel de servicio. Los autores sostienen que

los indicadores tradicionales de precisión, como el Mean Absolute Percentage Error (MAPE), constituyen métricas ampliamente utilizadas para evaluar el desempeño de los modelos de forecasting; sin embargo, plantean complementar su evaluación mediante un KPI que incorpore el impacto de los costos asociados al exceso de inventario y a los quiebres de stock. Asimismo, proponen un método para determinar el stock de seguridad considerando la estacionalidad, la confiabilidad de la cadena de suministro y el lead time, demostrando que la integración del forecasting con la planificación de inventarios permite reducir el riesgo de desabastecimiento, optimizar los niveles de inventario y mejorar el nivel de servicio al cliente. En ese contexto, la presente investigación adopta el MAPE como indicador para medir la precisión del pronóstico, estableciendo como objetivo la reducción progresiva del MAPE respecto a la línea base, con la finalidad de mejorar la calidad del forecasting y fortalecer las decisiones de abastecimiento.

Finalmente, Zhang, Huang y Yuan (2021), en el estudio Spare Parts Inventory Management: A Literature Review, analizan 148 investigaciones relacionadas con la gestión de inventarios de repuestos. Los autores señalan que la demanda intermitente, los elevados tiempos de reposición y el impacto de la falta de stock representan desafíos relevantes para las organizaciones industriales. Asimismo, identifican que las políticas de inventario basadas en puntos de reorden y niveles objetivo, como las políticas (s,S), constituyen una de las estrategias más utilizadas para mejorar la disponibilidad de repuestos críticos y reducir el riesgo de desabastecimiento. El estudio concluye que la combinación de políticas de reposición y stock de seguridad permite mejorar el nivel de servicio y optimizar la gestión de inventarios.

Figura 7. Tabla de cuartiles de los antecedentes

N°	Referencia	Revista	Cuartil	Base de Datos
1	Haman, S., Ben Abdelouahab, A., El Idrissi, Y. E. B., Merzouk, S. & Moumen, A. (2025). *Supply Chain in the Age of Industry 4.0: A Literature Review* .	Logistics	Q2	Web of Science
	https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000628596800001			
2	Ramos-Valle, E., Paulino, A., Chávez, P., Álvarez, J. & Nallusamy, S. (2022). *Pilot Implementation of Innovative Proposal for Service Level Improvement in a Spare Parts Trading Company* .	International Journal of Engineering Research in Africa	Q3	Scopus
	https://www.scopus.com/sourceid/21100829147			
3	Liu, Y., Kalaitzi, D., Wang, M. & Papanagnou, C. (2025). *A Machine Learning Approach to Inventory Stockout Prediction* .	Journal of Digital Economy	Q1	Scopus
	DOI:https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.06.002			
4	Trapero, J. R., Holgado de Frutos, E. & Pedregal, D. J. (2024). *Demand Forecasting under Lost Sales Stock Policies* .	International Journal of Forecasting	Q1	Scopus
	DOI:https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2023.09.004			
5	Zhang, S., Huang, K. & Yuan, Y. (2021). *Spare Parts Inventory Management: A Literature Review* .	Sustainability	Q1	Web of Science
	https://doi.org/10.3390/su13052460			

Nota. La clasificación por cuartiles fue obtenida a partir de las bases de datos Scopus y Web of Science. Los cuartiles corresponden a la información disponible al momento de la elaboración del presente trabajo.

2.2.2. Marco Conceptual:

2.2.2.1. Machine Learning aplicado al forecasting de repuestos

El forecasting es el proceso de estimación de la demanda futura mediante el análisis de datos históricos, patrones y tendencias. Según Hyndman y Athanasopoulos (2013), permite reducir la incertidumbre en la toma de decisiones al facilitar la proyección de la demanda y apoyar la planificación operativa y de inventarios.

En este ámbito, el Machine Learning ha adquirido relevancia por su capacidad para identificar patrones complejos y generar predicciones a partir de grandes volúmenes de información. Makridakis et al. (2018) señalan que estos modelos mejoran la precisión predictiva al procesar relaciones no lineales entre variables, especialmente en entornos de alta incertidumbre.

Asimismo, el Machine Learning permite integrar variables como ventas históricas, niveles de stock, lead times e inventario en tránsito, fortaleciendo la gestión de inventarios y la anticipación de la demanda. Entre sus principales herramientas destaca Random Forest (RF), desarrollado por Breiman (2001), un método basado en múltiples árboles de decisión que mejora la precisión predictiva en diversos contextos.

2.2.2.2. Forecasting bajo ventas perdidas (Lost Sales Forecasting)

El forecasting bajo ventas perdidas es un enfoque utilizado para estimar la demanda real cuando las ventas registradas no reflejan completamente el comportamiento del mercado debido a quiebres de stock. Nahmias (1994) señala que, en estos escenarios, las ventas observadas pueden ser menores a la demanda real, generando sesgos en los pronósticos y decisiones de abastecimiento.

Este problema se relaciona con el tratamiento de datos censurados, ya que parte de la demanda no puede observarse directamente. En este contexto, Tobin (1958) desarrolló el modelo Tobit para analizar variables dependientes limitadas o parcialmente observadas, proporcionando una base para la estimación de información censurada.

Por su parte, Kalman (1960) desarrolló el filtro de Kalman como un método de estimación y predicción basado en la actualización continua de información bajo condiciones de incertidumbre. A partir de ambos enfoques, Allik et al. (2014) desarrollaron el Tobit Kalman Filter (TKF), herramienta que permite reducir sesgos y mejorar la estimación de demanda cuando existe información incompleta.

2.2.2.3. Optimización de inventarios

La optimización de inventarios es un enfoque orientado a definir niveles adecuados de abastecimiento para equilibrar costos, disponibilidad de productos y nivel de servicio. Hadley y Whitin (1963) señalan que la gestión de inventarios busca establecer políticas de reposición que minimicen los costos asociados al almacenamiento, faltantes y reabastecimiento, considerando la demanda y las restricciones operativas.

Asimismo, Silver, Pyke y Peterson (1998) sostienen que la optimización de inventarios permite determinar cuándo reabastecer y cuánto pedir en función de variables como demanda, lead time, stock de seguridad y costos operativos. Una adecuada política de inventarios contribuye a reducir quiebres de stock y mejorar la disponibilidad de productos.

Dentro de este enfoque destacan las políticas (s,S), basadas en un punto de reorden y un nivel máximo de abastecimiento. Scarf (1960) demostró su optimalidad bajo incertidumbre, permitiendo controlar inventarios y reducir riesgos de desabastecimiento y exceso de stock.

2.3. Identificación de alternativas de solución.

2.3.1. Implementación de un modelo predictivo de Machine Learning basado en Random Forest para anticipar quiebres de stock en repuestos críticos CTS

Esta alternativa se ubica en el cuadrante DO de la Matriz FODA Integrada, debido a que busca reducir las limitaciones existentes en la integración de información comercial, logística y de inventarios mediante el uso de analítica predictiva. La propuesta consiste en implementar un piloto de Machine Learning basado en Random Forest para anticipar el riesgo de quiebre de stock en los SKU críticos de repuestos CTS utilizando información disponible en SAP Logon 770, C4C, ASC, URL Tracking y Driving. Deng y Liu (2021) señalan que los modelos de Machine Learning mejoran la toma de decisiones en inventarios, mientras que Kalaitzi y Tsolakis (2022) sostienen que la analítica de supply chain permite aprovechar datos históricos para optimizar decisiones operativas. Asimismo, Liu et al. (2025) identifican que variables como inventario disponible, forecast de corto plazo y ventas recientes son determinantes para anticipar eventos de stockout.

La implementación iniciaría con el levantamiento del proceso de cotización, procesamiento de órdenes y gestión de inventarios. Se mapearía el flujo de información entre las áreas comercial y logística, identificando el uso de C4C, ASC y SAP para la gestión de pedidos, stock y abastecimiento. Asimismo, se realizarían reuniones con logística, almacén y soporte SAP para identificar reportes y datos relevantes. Esta etapa se sustenta en Andaur et al. (2021), quienes destacan la integración de información operativa para anticipar quiebres de stock.

Luego se seleccionarán los SKU críticos de repuestos CTS considerando rotación, valor comercial, historial de quiebres e impacto en oportunidades perdidas. Esta priorización

permitirá desarrollar un piloto viable, considerando que CTS Perú cuenta con recursos limitados para el análisis de información. La base histórica incorporará variables como stock actual, ventas, oportunidades perdidas, pedidos pendientes, lead time, stock en tránsito, forecast y quiebres históricos. Ntakolia et al. (2021) señalan que variables como inventario disponible, productos en tránsito y demanda futura son relevantes para predecir backorders. Asimismo, Liu et al. (2025) destacan la importancia del inventario y forecast.

El desarrollo técnico estaría a cargo de un consultor externo especializado en analítica predictiva, debido a que CTS no cuenta con un científico de datos interno. El Market Intelligence Assistant coordinaría la información comercial y el seguimiento de indicadores, mientras que logística y almacén validarían datos de stock, tránsito y lead time. El consultor realizaría la limpieza de datos y el entrenamiento del modelo Random Forest para clasificar SKU según su riesgo de quiebre y generar alertas tempranas. Andaur et al. (2021) validaron esta herramienta con resultados favorables en la detección de eventos out-of-stock.

El resultado del modelo se presentará mediante un tablero de control en Power BI, donde las áreas involucradas puedan identificar los SKU con mayor riesgo de quiebre y ejecutar acciones preventivas. Estas incluirían priorizar compras, revisar stock en tránsito, transferir inventario entre almacenes o ajustar el forecast. La información se revisará semanalmente para monitorear alertas, quincenalmente para coordinar acciones y mensualmente para evaluar forecast, ventas y disponibilidad. De esta manera, la alternativa complementa los sistemas actuales al incorporar una capa predictiva orientada a fortalecer la gestión de inventarios.

Figura 8. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 1

Componente	Descripción de aplicación en CTS
Alcance del piloto	SKU críticos de repuestos CTS
Sistemas involucrados	SAP Logon 770, C4C, ASC, URL Tracking y Driving
Área líder	Comercial CTS
Responsable de coordinación	Market Intelligence Assistant
Áreas de soporte	Logística, almacén y SAP/TI
Soporte especializado	Consultor externo BI / Machine Learning
Modelo predictivo	Random Forest
Herramienta de visualización	Power BI
Frecuencia de revisión	Semanal y mensual
Resultado esperado	Alertas tempranas de riesgo de quiebre
Impacto esperado	Reducción de oportunidades perdidas y mejora de disponibilidad

En cuanto a recursos, la alternativa requiere la participación del Market Intelligence Assistant, las áreas de Logística y Almacén, soporte SAP/TI y la contratación temporal de un consultor externo. Entre los principales riesgos se encuentran la calidad de la información, la integración entre sistemas y la precisión inicial del modelo; sin embargo, estos pueden mitigarse mediante una implementación piloto y revisiones periódicas de resultados. Los KPIs estarán alineados con la problemática identificada, considerando indicadores como oportunidades comerciales perdidas, disponibilidad de SKU críticos, tasa de quiebres de stock, precisión del forecast y fill rate. De esta manera, la propuesta busca generar un impacto directo sobre el desempeño comercial y operativo de CTS.

Figura 9. Principales componentes de costo para la implementación del piloto de Machine Learning en CTS

Concepto	Aplicación dentro del piloto CTS	Costo estimado
Consultor externo en Machine Learning / BI	Desarrollo del modelo Random Forest, estructuración de datos y validación predictiva	48,000
Construcción del dashboard en Power BI	Diseño y configuración del tablero de alertas para monitoreo de SKU críticos	10,000
Procesamiento y almacenamiento de	Soporte para procesamiento de datos y funcionamiento del modelo predictivo	40,000
Capacitación al equipo CTS	Uso del dashboard e interpretación de alertas de riesgo	5,500
Contingencia operativa	Ajustes técnicos, soporte adicional y validaciones durante el piloto	5,000

Nota. Costos estimados extraídos de Stratai.pe

Debido a que Atlas Copco ya cuenta con sistemas operativos como SAP Logon 770, C4C, ASC y Power BI, no se consideran costos asociados a adquisición de ERP o implementación de nuevos sistemas transaccionales. Por ello, el análisis financiero se centrará en los costos incrementales necesarios para el desarrollo y validación del piloto predictivo.

2.3.2. Implementación de un modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) para mejorar la planificación de abastecimiento de repuestos CTS

Esta alternativa se ubica en el cuadrante DO de la Matriz FODA Integrada y busca mejorar la precisión del forecast de repuestos CTS mediante el uso de información sobre oportunidades perdidas. A diferencia de un enfoque basado en Machine Learning, la propuesta corrige la demanda utilizada para el abastecimiento cuando las ventas históricas están subestimadas por restricciones de stock. Nahmias (1994) sostiene que las ventas observadas no reflejan toda la demanda real, mientras que Trapero et al. (2024) la consideran información censurada.

La implementación consistiría en incorporar formalmente la información de oportunidades perdidas registrada en C4C al proceso de forecast y abastecimiento. Para ello, los SKU críticos con ventas no atendidas se cruzarían con información de SAP sobre stock, pedidos pendientes, tránsito y lead time. De esta manera, el forecast consideraría no solo las ventas

facturadas, sino también la demanda no atendida por falta de stock. Wecker (1978) señala que los pronósticos basados únicamente en ventas pueden generar sesgos, mientras que Trapero et al. (2024) advierten su impacto en inventarios y nivel de servicio.

El procedimiento consistiría en elaborar una base mensual de demanda ajustada por SKU crítico, considerando ventas facturadas, oportunidades perdidas y demanda para planificación. Esta información permitiría estimar una demanda más cercana al comportamiento real del mercado. Para los SKU con mayor distorsión se propone utilizar el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF), debido a su capacidad para trabajar con datos censurados y actualizar estimaciones. Trapero et al. (2024) destacan que este enfoque contribuye a mejorar el nivel de servicio y reducir ventas perdidas.

A nivel de implementación, esta alternativa requeriría apoyo especializado en forecasting y planificación de demanda para rediseñar la forma en que CTS transforma la información comercial en demanda proyectada. El Market Intelligence Assistant consolidaría la información comercial, mientras que un especialista definiría la metodología de ajuste y los criterios para incorporar ventas perdidas. Asimismo, logística y abastecimiento validarían la disponibilidad, el tránsito y los tiempos de reposición, debido a que el forecast ajustado influiría directamente en las decisiones de compra e inventario.

El resultado esperado sería un forecast ajustado por ventas pérdidas para los SKU críticos CTS, permitiendo identificar demandas subestimadas y mejorar las decisiones de abastecimiento. A diferencia de Random Forest, esta alternativa modifica la base utilizada para planificar compras e inventarios. Su principal riesgo sería la sobreestimación de la demanda si las oportunidades perdidas no se validan adecuadamente. Por ello, el seguimiento

debe centrarse en indicadores como forecast accuracy, reducción de oportunidades perdidas, disponibilidad de SKU críticos y nivel de servicio.

Figura 10. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 2

Componente	Descripción de aplicación en CTS
Alcance del piloto	SKU críticos con oportunidades perdidas registradas en C4C
Sistemas involucrados	C4C, SAP Logon 770, ASC y Power BI
Área líder	Comercial CTS
Responsable de coordinación	Market Intelligence Assistant
Áreas involucradas	Comercial, logística y abastecimiento
Soporte especializado	Consultor en demand planning / supply chain forecasting
Enfoque metodológico	Forecasting ajustado por ventas perdidas
Sustento técnico	Demanda censurada y Tobit Kalman Filter
Frecuencia de revisión	Mensual
Resultado esperado	Forecast corregido por demanda no atendida
Impacto esperado	Mejor planificación de abastecimiento y menor subestimación de demanda

En cuanto a recursos, esta alternativa requiere menor desarrollo tecnológico que la primera, pero mayor cambio metodológico en la forma de planificar la demanda. La solución implica contratar soporte especializado en forecasting, definir reglas para transformar oportunidades perdidas en demanda ajustada, revisar mensualmente los SKU críticos y alinear el forecast corregido con decisiones de compra y reposición. Sus riesgos son distintos a los de la alternativa de Machine Learning, ya que no dependen principalmente de la precisión de un algoritmo, sino de la calidad del criterio comercial, la correcta validación de oportunidades perdidas y la disciplina para incorporar esta información al proceso mensual de planificación.

Figura 11. Principales componentes de costo para la implementación del forecasting ajustado por ventas perdidas en CTS

Concepto	Aplicación dentro del piloto CTS	Costo estimado
Consultoría en demand planning / forecasting	Diseño de la metodología para convertir oportunidades perdidas en demanda ajustada por SKU crítico	45,000
Rediseño del proceso de forecast mensual	Incorporación de ventas pérdidas registradas en C4C dentro del cálculo de forecast y planificación de abastecimiento	24,000
Construcción de reportes de demanda ajustada	Reportes en Power BI para comparar venta real, oportunidades perdidas, forecast actual y forecast corregido	8,000
Capacitación al equipo CTS	Uso de criterios para interpretar demanda ajustada y validar oportunidades perdidas en la planificación	5,500
Contingencia operativa	Ajustes metodológicos, validaciones adicionales y soporte durante el piloto	5,000

Nota. Costos estimados extraídos de Stratai.pe

Debido a que Atlas Copco ya cuenta con C4C, SAP Logon 770, ASC y Power BI, esta alternativa no requiere implementar nuevos sistemas transaccionales. El análisis financiero deberá centrarse en los costos incrementales asociados al rediseño metodológico del forecast, consultoría especializada en planificación de demanda, construcción de reportes y capacitación del equipo CTS.

2.3.3. Implementación de políticas de inventario (s,S) para optimizar el abastecimiento de repuestos críticos CTS

Esta alternativa se ubica en el cuadrante FA de la Matriz FODA Integrada y busca fortalecer la disponibilidad de repuestos CTS mediante el rediseño de las políticas de inventario y reposición. A diferencia de las alternativas anteriores, no se enfoca en mejorar el forecast, sino en definir parámetros de abastecimiento que reduzcan quiebres de stock. Silver et al. (1998) señalan que las políticas de inventario permiten determinar cuánto pedir y cuándo reponer. Asimismo, Zhang, Huang y Yuan (2021) destacan la efectividad de las políticas (s,S) para gestionar repuestos críticos bajo incertidumbre.

La implementación iniciaría con el análisis histórico de los SKU críticos CTS utilizando información de SAP, considerando quiebres de stock, rotación, lead time, oportunidades perdidas y consumo histórico. Con base en ello, los repuestos serían clasificados según su criticidad operativa y comercial. Posteriormente, se definirían niveles mínimos y máximos de inventario bajo la lógica de las políticas (s,S), de modo que la reposición se active cuando el stock alcance el punto de reorden. Zhang et al. (2021) destacan que estas políticas contribuyen a reducir desabastecimientos y mejorar la disponibilidad de repuestos críticos.

Operativamente, esta alternativa permitiría establecer parámetros técnicos de reposición para los SKU críticos CTS, incorporando variables como stock de seguridad, cobertura, lead time y variabilidad de consumo. Asimismo, se configurarían alertas de reorden y reportes de seguimiento para monitorear los niveles de inventario y anticipar necesidades de abastecimiento. Vasilev y Milkova (2022) sostienen que las políticas (s,S) permiten responder de manera más eficiente ante escenarios de incertidumbre, mientras que Zhang et al. (2021) destacan su contribución para mejorar la disponibilidad de repuestos y el nivel de servicio.

A diferencia de las alternativas anteriores, esta propuesta implicaría una intervención directa sobre las políticas de inventario y abastecimiento de CTS. Su implementación podría requerir ajustes en los niveles de stock de seguridad, cobertura y parámetros de compra para repuestos críticos. Asimismo, demandaría la participación de logística, almacén, abastecimiento y comercial para validar lead times, criticidad y patrones de consumo. Xu et al. (2023) destacan la necesidad de políticas de inventario que protejan la continuidad operativa, mientras que Zhang et al. (2021) resaltan su importancia para reducir riesgos de desabastecimiento.

El piloto se implementaría sobre SKU críticos CTS con alta recurrencia de oportunidades perdidas e impacto comercial. Para estos repuestos se definirían niveles de stock de seguridad y puntos de reorden utilizando información histórica de SAP. Posteriormente, se monitorearían indicadores como nivel de servicio, quiebres de stock y rotación de inventarios. El objetivo es fortalecer la continuidad de abastecimiento mediante políticas preventivas que mejoren la disponibilidad de repuestos.

Figura 12. Componentes y descripción de la aplicación de la alternativa 3

Componente	Descripción de aplicación en CTS
Alcance del piloto	SKU críticos CTS con alta recurrencia de quiebres
Sistemas involucrados	SAP Logon 770, Power BI y reportes de inventario
Área líder	Logística y abastecimiento
Áreas involucradas	Comercial CTS, almacén y abastecimiento
Soporte especializado	Consultoría en inventory optimization / supply chain
Herramienta aplicada	Política de inventario (s,S)
Variables utilizadas	Stock de seguridad, lead time, rotación, cobertura y frecuencia de quiebre
Frecuencia de revisión	Mensual
Resultado esperado	Definición técnica de puntos mínimos y máximos de inventario
Impacto esperado	Reducción de quiebres y mejora de disponibilidad de repuestos críticos
Impacto esperado	Mejor planificación de abastecimiento y menor subestimación de demanda

Esta alternativa requiere recursos orientados a la optimización de inventarios, incluyendo consultoría especializada, revisión de parámetros logísticos, recálculo de stock de seguridad y configuración de alertas de reorden. Su implementación podría demandar ajustes en los niveles de abastecimiento e inventario crítico. Entre los principales riesgos se encuentran el sobrestock y el incremento de costos por una parametrización inadecuada. Por ello, será necesario revisar periódicamente los parámetros definidos. Los KPIs incluirán nivel de servicio, quiebres de stock, cobertura y rotación de inventarios.

Figura 13. Principales componentes de costo para la implementación de políticas de inventario (s,S) en CTS

Concepto	Aplicación dentro del piloto CTS	Costo estimado
Consultoría en inventory optimization	Definición de parámetros (s,S), stock de seguridad y políticas de reposición para SKU críticos	15,000
Segmentación y análisis de inventario crítico	Clasificación de SKU según criticidad, rotación, lead time y frecuencia de quiebre	7,000
Parametrización de alertas de reorden	Configuración de alertas y seguimiento de puntos mínimos de inventario en SAP y Power BI	6,000
Incremento de stock de seguridad	Abastecimiento adicional para SKU críticos priorizados dentro del piloto	200,000
Evaluación de capacidad de almacenamiento	Validación de espacio y capacidad operativa para incremento de inventario crítico	15,000
Capacitación operativa	Capacitación a logística, abastecimiento y almacén sobre gestión bajo políticas (s,S)	5,500
Contingencia operativa	Ajustes de parámetros y validaciones durante el piloto	7,000

Nota. Costos estimados brindado por expertos

Debido a que Atlas Copco ya cuenta con infraestructura tecnológica operativa y sistemas de gestión como SAP Logon 770 y Power BI, esta alternativa no requiere implementar nuevos sistemas predictivos ni herramientas avanzadas de forecasting. Sin embargo, sí puede requerir una mayor inversión en inventario físico y almacenamiento, debido al incremento de stock de seguridad y redefinición de políticas de abastecimiento para repuestos críticos CTS.

2.2.4. Limitaciones de la investigación

La presente investigación presenta limitaciones asociadas principalmente a la disponibilidad e integración de información entre las áreas comercial, logística y abastecimiento. Aunque CTS utiliza plataformas como SAP Logon 770, C4C, ASC, URL Tracking y Driving, la información se encuentra distribuida en distintos sistemas, dificultando la consolidación de datos históricos de inventarios, pedidos, tránsito y oportunidades comerciales para su análisis integral.

Asimismo, el estudio se desarrolló únicamente sobre la línea Compresor Technique Service (CTS) y se enfocó en repuestos críticos vinculados a oportunidades comerciales perdidas. Por ello, los resultados obtenidos no necesariamente representan el comportamiento de otras líneas de negocio de Atlas Copco Perú S.A.C. Sin embargo, la información utilizada cuenta con trazabilidad, ya que el sistema C4C registra los motivos específicos de pérdida de cada oportunidad comercial.

Las alternativas propuestas corresponden a diseños de solución y análisis de factibilidad, por lo que sus resultados esperados se sustentan en antecedentes científicos, fundamentos teóricos e información histórica. En el caso de la propuesta basada en Machine Learning mediante Random Forest, su desempeño dependerá de la calidad e integración de los datos disponibles, además de requerir soporte externo debido a la ausencia de especialistas en ciencia de datos dentro de CTS.

Respecto al forecasting ajustado mediante Tobit Kalman Filter (TKF), la principal limitación radica en la validación de la demanda ajustada por ventas perdidas, ya que algunas oportunidades registradas podrían no haberse concretado, generando riesgos de sobreestimación si no se aplican criterios adecuados de filtrado.

Por su parte, la alternativa basada en políticas de inventario (s,S) asume que la información histórica disponible permite definir parámetros adecuados de reposición. No obstante, Zhang, Huang y Yuan (2021) señalan que la gestión de repuestos enfrenta demanda intermitente, altos lead times e incertidumbre operativa, factores que pueden afectar el desempeño de estas políticas.

A pesar de estas limitaciones, la información recopilada permitió identificar patrones consistentes de quiebres de stock y pérdida de oportunidades comerciales, sustentando la formulación de alternativas orientadas a mejorar la disponibilidad de repuestos y el nivel de servicio.

Capítulo 3: Discusión de la alternativa elegida e implicancias de dicha decisión

3.1. Análisis comparativo de las alternativas identificadas y selección

3.1.1. Ventajas y desventajas de la alternativa 1

Figura 14. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 1

1. Matriz de ventajas y desventajas de alternativa 1		
Alternativa 1: Implementación de un modelo predictivo de Machine Learning basado en Random Forest para anticipar quiebres de stock en repuestos críticos CTS		
Criterio	**Ventajas**	**Desventajas**
Viabilidad de la alternativa	Alta. Aprovecha la información disponible en SAP, C4C, ASC y Power BI, sin requerir nuevos sistemas transaccionales.	Depende de la calidad e integración de los datos históricos para alcanzar una adecuada precisión predictiva.
Impacto en la organización	Permite anticipar quiebres de stock, mejorar el forecast y reducir oportunidades comerciales pérdidas por falta de disponibilidad.	No corrige directamente los tiempos de reposición ni modifica las políticas de inventario existentes.
Inversión y Rentabilidad	Requiere una inversión aproximada de S/ 103,500, enfocada en desarrollo del modelo, dashboard, capacitación y validación del piloto. Esta alternativa presenta un VAN de S/ S/ 1.773.273 y una TIR de 24.9%, lo que evidencia una buena viabilidad económica. (Ver figura 4)	Implica gastos en consultoría especializada y posibles costos adicionales de mantenimiento y actualización futura. La recuperación de los beneficios económicos depende de la correcta implementación y adopción de la solución propuesta.
Recursos requeridos para la implementación	Involucra al Market Intelligence Assistant, Comercial CTS, Logística, Almacén, SAP/TI y un consultor externo de Machine Learning.	Requiere dedicación de personal clave para depuración de datos, validación de resultados y seguimiento del piloto.
Plazos	Implementación estimada de 4 meses, incluyendo desarrollo, pruebas piloto y capacitación.	Los resultados definitivos dependerán de una etapa previa de calibración y ajuste del modelo predictivo.

Nota. La alternativa 1 propone implementar un modelo Random Forest para anticipar quiebres de stock en repuestos CTS mediante alertas tempranas basadas en información

histórica. Su principal fortaleza es mejorar la capacidad predictiva, aunque no modifica las políticas de inventario existentes. Elaboración propia.

3.1.2. Ventajas y desventajas de la alternativa 2

Figura 15. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 2

2. Matriz de ventajas y desventajas de alternativa 2		
Alternativa 2: Implementación de un modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) para mejorar la planificación de abastecimiento de repuestos en la línea CTS		
Criterio	**Ventajas**	**Desventajas**
Viabilidad de la alternativa	Alta. Utiliza información de oportunidades perdidas ya registrada en C4C, sin requerir nuevas plataformas tecnológicas.	Requiere establecer criterios claros para determinar qué oportunidades perdidas deben incorporarse al forecast.
Impacto en la organización	Permite estimar una demanda más cercana a la real, reduciendo la capacidad de estimación que actualmente afecta las decisiones de abastecimiento.	Una incorporación inadecuada de ventas perdidas podría generar sobreestimaciones de demanda y compras mayores a las necesarias.
Inversión y Rentabilidad	Requiere una inversión aproximada de S/87,500, inferior a la alternativa basada en	Aunque la inversión es menor, requiere soporte especializado en forecasting y revisiones
Recursos requeridos para la implementación	Involucra principalmente a Comercial CTS, Logística, Abastecimiento y al Market Intelligence Assistant, aprovechando sistemas ya existentes como C4C, SAP y Power BI.	Exige una participación constante de las áreas involucradas para validar oportunidades perdidas y actualizar los criterios de planificación.
Plazos	Implementación estimada de 3 meses, debido a que se basa principalmente en ajustes metodológicos y no en desarrollos tecnológicos complejos.	Su efectividad depende de la disciplina y continuidad en la aplicación del nuevo proceso de forecast mensual.

Nota. La alternativa 2 propone implementar un forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF). Su principal aporte es reducir la

subestimación de la demanda real; sin embargo, requiere validar continuamente la información comercial utilizada. Elaboración propia.

3.1.3. ventajas y desventajas de alternativa 3

Figura 16. Matriz de ventajas y desventajas de la alternativa 3

3. Matriz de ventajas y desventajas de alternativa 3		
Alternativa 3: Implementación de políticas de inventario (s,S) para optimizar el abastecimiento de repuestos críticos CTS		
Criterio	**Ventajas**	**Desventajas**
Viabilidad de la alternativa	Alta. Utiliza información histórica de demanda, inventarios y lead times disponible en SAP, sin requerir nuevas plataformas tecnológicas.	Requiere una revisión periódica de los parámetros de inventario para mantener su efectividad frente a cambios en la demanda.
Impacto en la organización	Permite reducir quiebres de productos mediante el cálculo de stocks de seguridad, puntos de reorden y niveles de abastecimiento definidos para los SKU críticos, fortaleciendo la continuidad operativa y el nivel de servicio.	No mejora directamente la precisión del forecast ni corrige las causas relacionadas con la estimación de la demanda futura.
Inversión y Rentabilidad	La inversión genera un impacto directo sobre la disponibilidad de repuestos críticos y la reducción de oportunidades comerciales perdidas. La alternativa presenta un VAN de S/ 1,553,148. (Ver anexo 4)	Requiere una inversión aproximada de S/255,500, principalmente por el incremento de stock de seguridad necesario para proteger los SKU críticos. Este monto es significativo, considerando que Atlas Copco se encuentra en contingencia financiera. Esta alternativa presenta una TIR de 13.6%, es decir, menor que las otras dos opciones, acompañado de su valor VAN. (Ver anexo 4)
Recursos requeridos para la implementación	Involucra a Logística, Abastecimiento, Almacén, Comercial CTS y SAP/TI para definir y monitorear los parámetros de reposición.	Requiere seguimiento continuo y coordinación entre las áreas involucradas para ajustar periódicamente los niveles de inventario.
Plazos	Implementación estimada de 5 meses, considerando segmentación de SKU, definición de parámetros y validación operativa.	Los beneficios esperados dependerán de un periodo inicial de monitoreo y ajuste de las políticas de reposición implementadas.

Nota. La alternativa 3 propone implementar políticas de inventario (s,S) para optimizar el abastecimiento de repuestos CTS. Su principal fortaleza es mejorar la disponibilidad y

reducir quiebres de stock; sin embargo, no actúa directamente sobre los métodos de pronóstico de demanda. Elaboración propia.

3.1.4. Matriz de ponderación de alternativas

Se utilizarán los siguientes criterios en la matriz de ponderación:

- **Impacto en la reducción de quiebres de stock:** este criterio permitirá evaluar el aporte de cada alternativa para disminuir la ocurrencia de quiebres de stock en los repuestos críticos CTS y, con ello, reducir la pérdida de oportunidades comerciales identificada en la empresa.
- **Viabilidad de implementación:** se empleará para analizar qué tan factible resulta implementar cada alternativa considerando las herramientas tecnológicas, la disponibilidad de información y los recursos con los que actualmente cuenta Atlas Copco Perú.
- **Inversión y Rentabilidad obtenida:** este criterio permitirá comparar el nivel de inversión y los recursos humanos, tecnológicos y operativos necesarios para la ejecución de cada propuesta.
- **Tiempo de implementación:** permitirá estimar el periodo requerido para poner en marcha cada alternativa y comenzar a obtener resultados que contribuyan a la mejora de la gestión de abastecimiento.
- **Riesgo de implementación:** se considerará el nivel de incertidumbre asociado a la ejecución de cada alternativa, así como los posibles factores que podrían dificultar el logro de los resultados esperados.

Los indicadores no financieros no fueron incorporados de manera independiente en la matriz de ponderación, debido a que su evaluación requiere el desarrollo específico de la alternativa seleccionada. Por ello, dichos indicadores son presentados posteriormente en el apartado de

KPI de seguimiento de resultados esperados, donde se evalúa el impacto de la propuesta sobre el desempeño operativo y comercial de la organización.

La ponderación asignada a cada criterio fue obtenida a partir de la matriz de impacto cruzado (ver Anexo 1), la cual permitió determinar la importancia relativa de cada uno en función de la problemática analizada y de los objetivos de mejora planteados para Atlas Copco Perú S.A.C.

Matriz de Ponderación – Alternativas de Solución

Item	Criterios	Ponderación		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		%		Clasificación	Puntuación	Clasificación	Puntuación	Clasificación	Puntuación
1	Impacto en la reducción de quiebres de stock	0.30	Alto = 3 Medio = 2 Bajo = 1	3	0.90	3	0.90	3	0.90
2	Viabilidad de implementación	0.30	Alta = 3 Media = 2 Baja = 1	3	0.90	3	0.90	3	0.90
3	Costos y recursos requeridos	0.20	Bajo = 3 Medio = 2 Alto = 1	2	0.40	3	0.60	1	0.20
4	Tiempo de implementación	0.10	Corto = 3 Medio = 2 Largo = 1	3	0.30	3	0.30	3	0.30
5	Riesgo de implementación	0.10	Bajo = 3 Medio = 2 Alto = 1	1	0.10	1	0.10	1	0.10
	Puntaje	1.00			2.60		2.80		2.40

Nota. Elaboración propia, ponderación calculada según la matriz de impacto cruzados. (ver anexo 3)

Según los resultados obtenidos en la matriz de ponderación, la Alternativa 2 obtuvo el mayor puntaje total con 2.60 puntos, seguida por la Alternativa 1 con 2.30 y la Alternativa 3 con 2.00. Esto indica que la implementación de un forecasting ajustado por ventas perdidas mediante Tobit Kalman Filter (TKF) representa la alternativa más conveniente para la situación analizada.

La selección de la Alternativa 2: Implementación de un modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) se fundamenta en que presenta la mejor combinación entre impacto esperado sobre la problemática, facilidad de implementación, requerimientos de inversión y rentabilidad financiera. La propuesta incorpora oportunidades perdidas al forecast, mejorando la estimación de demanda y las decisiones de abastecimiento.

Asimismo, la alternativa requiere una inversión moderada y un plazo de implementación de tres meses. Esta característica resulta favorable para Atlas Copco, al permitir mejoras operativas con recursos controlados y sin cambios significativos en la infraestructura actual.

Desde la perspectiva financiera, la propuesta demuestra una alta viabilidad económica. La evaluación realizada, considerando un horizonte de análisis de 36 meses para todas las alternativas, evidencia un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 1,837,572, lo que indica que el proyecto genera valor para la organización después de recuperar la inversión inicial. Del mismo modo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanza el 29.40%, superando ampliamente el Costo de Oportunidad del Capital (COK) de 9.7%, lo que demuestra que la rentabilidad esperada del proyecto es superior al rendimiento mínimo exigido por la empresa para aceptar una inversión. Adicionalmente, el análisis financiero muestra un periodo de recuperación de

siete meses, permitiendo recuperar la inversión en un plazo relativamente corto y reduciendo el riesgo asociado a la implementación.

Por lo tanto, la Alternativa 2 constituye la opción más conveniente para Atlas Copco Perú S.A.C., debido a que no solo aborda directamente la principal causa de la pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock, sino que también presenta los mejores resultados financieros entre las alternativas evaluadas, generando valor económico para la organización y ofreciendo una solución factible, rentable y alineada con las necesidades actuales del negocio.

Comparación de alternativas de solución

Alternativas	Tiempo de implementación	Meses de evaluación del proyecto	Mes en el que se recupera la inversión	VAN	TIR	COK
Alternativa 1: Machine Learning basado en Random Forest	4 meses	36 meses	Mes 9	S/ 1,773,273	24.90%	9.70%
Alternativa 2: Forecasting TKF	3 meses	36 meses	Mes 7	S/ 1,837,572	29.40%	9.70%
Alternativa 3: Políticas de inventario (s,S)	5 meses	36 meses	Mes 13	S/ 1,553,148	13.59%	9.70%

Nota: elaboración propia. (ver anexo 4)

3.2 Implicancias de la decisión seleccionada para la organización

La implementación del forecasting ajustado mediante Tobit Kalman Filter (TKF) permitirá incorporar oportunidades perdidas al proceso de planificación, reduciendo la subestimación de la demanda y mejorando la disponibilidad de repuestos críticos de la línea CTS. Asimismo, la propuesta requiere menor inversión y aprovecha sistemas ya disponibles, como SAP Logon 770, C4C, ASC y Power BI. De esta manera, la propuesta se encuentra alineada con los objetivos estratégicos de Atlas Copco Perú S.A.C. orientados a incrementar las ventas en 20% y reducir los costos operativos en 10%, ya que busca mejorar la disponibilidad de repuestos, disminuir las oportunidades comerciales pérdidas y optimizar la toma de decisiones de abastecimiento.

3.2.1 Implicancias Operativas

Desde el punto de vista operativo, el forecasting ajustado por ventas perdidas permitirá incorporar las oportunidades no atendidas registradas en C4C dentro del proceso de planificación. De esta manera, CTS podrá construir pronósticos más representativos de la demanda real y mejorar sus decisiones de abastecimiento.

De acuerdo con Trapero et al. (2024), considerar las ventas perdidas en el forecasting permite mejorar la estimación de la demanda real y fortalecer el nivel de servicio. En consecuencia, se espera reducir los quiebres de stock, mejorar la disponibilidad de repuestos y optimizar las decisiones de compra y reposición. Asimismo, una planificación más precisa contribuirá a incrementar las ventas atendidas y disminuir costos asociados a compras urgentes y gestión reactiva del inventario.

3.2.2 Implicancias Administrativas

A nivel administrativo, la propuesta requiere formalizar una metodología de forecasting que incorpore oportunidades perdidas al proceso de planificación. Asimismo, será necesario fortalecer la coordinación entre las áreas Comercial, Supply Chain y Market Intelligence para asegurar la calidad de la información utilizada.

Asimismo, será necesario monitorear indicadores como precisión del forecast, oportunidades perdidas, quiebres de stock, nivel de servicio y cumplimiento de la meta comercial. El seguimiento de estos KPI permitirá evaluar la efectividad de la metodología propuesta y su aporte a una gestión más eficiente del abastecimiento. Además, favorecerá una mayor integración entre las áreas involucradas en la planificación y la toma de decisiones.

3.2.3 Implicancias Financieras

Desde la perspectiva financiera, la evaluación económica demuestra la viabilidad de la propuesta. La inversión requerida asciende a S/ 87,500, mientras que el análisis del flujo de caja económico, considerando un horizonte de evaluación de 36 meses, arroja un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 1,837,572, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 29.40% y un periodo de recuperación de la inversión de siete meses (Ver Anexo 3), indicadores que evidencian una rentabilidad superior al costo de oportunidad de capital de la empresa, estimado en 9.7%. Además, la propuesta considera una recuperación progresiva de las pérdidas ocasionadas por los quiebres de stock, equivalente al 10% durante los dos primeros años y al 15% en el tercer año, generando beneficios económicos sostenibles para la organización.

Por otro lado, la principal implicancia financiera de la propuesta está asociada a la reducción de las pérdidas económicas ocasionadas por la falta de stock. Durante el año 2025, la organización registró 445 oportunidades comerciales pérdidas valorizadas en aproximadamente 7,699,713.32 de soles, situación que evidencia el impacto económico generado por una planificación de abastecimiento que no logra capturar completamente la demanda potencial.

De acuerdo con Trapero et al. (2024), el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) mejora la estimación de la demanda real en contextos de ventas perdidas. Los autores destacan que incorporar demanda censurada permite obtener pronósticos más precisos y fortalecer las decisiones de abastecimiento e inventario.

Considerando las características operativas de CTS, se espera que la propuesta permita reducir entre 15% y 25% las oportunidades comerciales pérdidas por falta de stock. Bajo este escenario, la empresa podría recuperar entre S/ 278,236 en el primer año y S/ 1,154,957 en el tercero, fortaleciendo la rentabilidad de la línea. Esta mejora contribuiría al objetivo de incrementar las ventas en 20%, al capturar demanda actualmente no atendida. Asimismo, una planificación más precisa permitiría reducir compras urgentes, sobrecostos logísticos y decisiones ineficientes de abastecimiento, apoyando el objetivo de disminuir los costos operativos en 10%.

Para evaluar el impacto financiero de la propuesta se recomienda realizar el seguimiento de indicadores como el valor monetario de oportunidades perdidas, porcentaje de recuperación de ventas potenciales, incremento de ventas atribuible a la mejora del abastecimiento, retorno sobre la inversión (ROI) y periodo de recuperación de la inversión. En consecuencia, la

alternativa presenta una relación favorable entre inversión y beneficio esperado, constituyéndose como una solución económicamente viable para fortalecer la rentabilidad de la línea CTS y contribuir al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Con la finalidad de monitorear el cumplimiento de los objetivos planteados y medir el impacto de la propuesta, se definieron indicadores de desempeño (KPIs) que permitirán evaluar los resultados obtenidos durante su implementación. La Figura 16 presenta los indicadores, sus metas esperadas y los benchmarks utilizados como referencia.

El indicador de cumplimiento de la meta comercial fue estimado con base en la información obtenida durante el diagnóstico de la organización. Para ello, se consideró la meta comercial mensual de CTS y se simuló un escenario en el que las oportunidades comerciales perdidas por falta de stock son recuperadas mediante la implementación de la propuesta. Bajo este supuesto, el cumplimiento de la meta comercial pasaría de un promedio de 81.24% a un valor proyectado de 99.8%, reflejando el impacto esperado de una mayor disponibilidad de inventario sobre las ventas atendidas.

Figura 17. Indicadores KPI para el seguimiento de la implementación del modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante Tobit Kalman Filter (TKF)

Indicador	Definición conceptual	Definición operacional	Frecuencia de medición	Benchmark	Línea base	Logro esperado	Tiempo	Área responsable
% Reducción del valor de oportunidades perdidas	Mide la disminución de ventas potenciales perdidas por falta de stock.	((Oportunidades perdidas período base – Oportunidades perdidas período actual) / Oportunidades perdidas período base) × 100	Mensual / Anual	Trapero et al. (2024) evidencian que un forecasting más preciso mejora el abastecimiento y reduce oportunidades perdidas.	USD 2,199,918	10% (año 1) 15% (año 2)	1er y 2do año	Logistica / Comercial CTS
% Reducción de oportunidades comerciales perdidas	Mide la disminución de oportunidades no concretadas por falta de disponibilidad de repuestos.	((445 – oportunidades perdidas actuales) / 445) × 100	Mensual	Trapero et al. (2024) evidencian que un forecasting más preciso mejora el abastecimiento y reduce oportunidades perdidas.	445 oportunidades	10% (año 1) 15% (año 2)	1er y 2do año	Comercial / Logistica
Precisión del forecast (MAPE)	Mide la diferencia porcentual entre la demanda pronosticada y la demanda real.	MAPE = (Σ |Demanda real – Forecast| / Demanda real) ×100	Mensual	Tadayonrad (2023) recomienda el uso de MAPE como principal indicador de desempeño del forecast.	Forecast actual CTS	Reducción progresiva del MAPE respecto a la línea base	1er año	Market Intelligence
Nivel de servicio (%)	Mide la capacidad de atender requerimientos de clientes sin generar quiebres de stock.	(Pedidos atendidos completos / Pedidos totales) ×100	Mensual	King y Bigler (2025) establecen niveles de servicio objetivo entre 90% y 98%, según la criticidad del inventario.	Nivel actual CTS	Alcanzar un nivel de servicio ≥95%	1er año	Logística
Cumplimiento de meta comercial (%)	Mide el grado de cumplimiento de la meta mensual de ventas CTS.	(Ventas reales / Meta comercial) ×100	Mensual	Meta CTS = S/ 4,200,000 mensuales (Atlas Copco, 2025)	Promedio 2025 = 81.24%	≥ 99.8% (escenario proyectado)	1er año	Comercial

Nota. Elaboración propia

3.3 Recomendaciones para la implementación de la alternativa elegida.

La implementación del modelo de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) debe iniciar con la recopilación y depuración de información proveniente de SAP, C4C y ASC, asegurando la calidad de los datos de ventas, inventarios y oportunidades perdidas. Posteriormente, se debe validar que las oportunidades comerciales pérdidas por falta de stock se encuentren correctamente clasificadas, ya que ello condiciona la efectividad del modelo. Una vez validada la información, se recomienda desarrollar e integrar el modelo al proceso de planificación de abastecimiento de CTS, ejecutando previamente un piloto que permita comparar sus resultados con el forecast tradicional. Asimismo, es conveniente implementar dashboards en Power BI para monitorear indicadores como MAPE, quiebres de stock, nivel de servicio y oportunidades perdidas. Finalmente, se debe capacitar a las áreas involucradas y realizar un seguimiento continuo del desempeño del modelo para asegurar su sostenibilidad y mejora continua.

3.4 Recomendaciones para abordar situaciones problemáticas futuras en la organización.

Para evitar futuros quiebres de stock y pérdidas de oportunidades comerciales, se recomienda establecer un proceso formal de revisión mensual de la demanda y el abastecimiento con participación de las áreas Comercial, Supply Chain y Market Intelligence. Asimismo, se deben realizar evaluaciones periódicas del desempeño del modelo de forecasting para asegurar su precisión y efectuar ajustes cuando sea necesario. A mediano plazo, la empresa podría complementar esta solución con herramientas de analítica predictiva y alertas tempranas para identificar SKU con riesgo de desabastecimiento. Además, resulta importante consolidar una base histórica integrada de ventas, inventarios y oportunidades perdidas, así como fortalecer la capacitación del personal involucrado, promoviendo una cultura de mejora continua en la gestión de abastecimiento e inventarios.

3.5 Conclusiones

- En primer lugar, la investigación permitió determinar que la principal causa de la pérdida de oportunidades comerciales en la línea CTS está relacionada con la falta de disponibilidad de repuestos críticos, problemática que se encuentra directamente asociada a deficiencias en la planificación de la demanda, altos tiempos de reposición y quiebres de stock recurrentes. Esta situación evidencia que la empresa no presenta limitaciones para generar demanda, sino dificultades para atenderla oportunamente, afectando el cumplimiento de los objetivos comerciales establecidos.
- Asimismo, el análisis realizado permitió comprobar que los métodos tradicionales de forecasting basados únicamente en ventas históricas tienden a subestimar la demanda real cuando existen ventas pérdidas ocasionadas por desabastecimiento. Este resultado guarda relación con lo planteado por Trapero et al. (2024), quienes sostienen que la incorporación de modelos de forecasting bajo ventas perdidas permite estimar con mayor precisión la demanda potencial y mejorar las decisiones de abastecimiento e inventario.
- Por otro lado, la evaluación de las alternativas de solución evidenció que la implementación del forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF) constituye la alternativa más conveniente para Atlas Copco Perú. Esta propuesta presentó el mejor equilibrio entre impacto esperado, inversión requerida y factibilidad de implementación, obteniendo, para un horizonte de evaluación de 36 meses, un VAN de S/ 1,837,572, una TIR de 29.40% y un periodo de recuperación de siete meses, resultados que demuestran su viabilidad económica y financiera.

- Finalmente, se concluye que la implementación de la alternativa seleccionada contribuirá a mejorar la precisión de los pronósticos de demanda, reducir progresivamente los quiebres de stock y recuperar parte de las oportunidades comerciales actualmente perdidas. En consecuencia, la propuesta permitirá fortalecer la capacidad de respuesta de la organización, incrementar la disponibilidad de repuestos críticos y contribuir al cumplimiento de los objetivos estratégicos de aumentar las ventas en 20% y reducir los costos operativos en 10%.

3.6 Recomendaciones

- En función de los resultados obtenidos, se recomienda implementar de manera gradual la metodología de forecasting ajustado por ventas perdidas mediante el enfoque Tobit Kalman Filter (TKF), incorporando dentro del proceso mensual de planificación la información proveniente de las oportunidades comerciales no concretadas por falta de stock. De esta manera, la organización podrá reducir el sesgo generado por el uso exclusivo de ventas históricas y mejorar la precisión de los pronósticos de demanda.
- Asimismo, se recomienda establecer un proceso formal de revisión mensual de la demanda y abastecimiento con participación de las áreas Comercial, Supply Chain y Market Intelligence. Este espacio permitirá monitorear los principales indicadores de desempeño, validar las oportunidades perdidas registradas y definir acciones preventivas orientadas a reducir quiebres de stock y mejorar la disponibilidad de repuestos críticos.
- Por otro lado, con la finalidad de superar las limitaciones identificadas durante la investigación, se recomienda fortalecer la integración de información entre los sistemas comerciales y logísticos de la organización. Una mayor visibilidad de inventarios, pedidos en tránsito y oportunidades comerciales facilitará la toma de decisiones de abastecimiento y permitirá mejorar continuamente la calidad de la información utilizada en los procesos de forecasting.
- Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones repliquen la metodología desarrollada en otras líneas de negocio de Atlas Copco o en empresas industriales con características similares, especialmente aquellas que operan con largos tiempos de reposición y alta dependencia de importaciones.

Esto permitirá validar los resultados obtenidos, ampliar el conocimiento sobre la aplicación del enfoque TKF y generar nuevas estrategias para la reducción de pérdidas asociadas a la falta de stock.

Referencias

Allik, B., Miller, C., Piovoso, M. J., & Zurakowski, R. (2014). The Tobit Kalman filter: An estimator for censored data. IEEE Transactions on Control Systems Technology. https://doi.org/10.1109/TCST.2014.2380676

Andaur, J. M. R., Ruz, G. A., & Goycoolea, M. (2021). Predicting out-of-stock using machine learning: An application in a retail packaged foods manufacturing company. Electronics, 10(22), 2787. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Atlas Copco. (2019, 28 de junio). El Grupo Atlas Copco celebra 69 años de historia en el Perú. Atlas Copco. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.atlascopco.com/es-pe/news/latest-news/el-grupo-atlas-copco-celebra-69-ayos-de-historia-en-el-peru

Atlas Copco. (2025, 18 de agosto). Sistema integrado de gestión (SIG) Atlas Copco Perú. Atlas Copco. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.atlascopco.com/es-pe/sig-atlas-copco-peru

Atlas Copco. (s.f.-a). Atlas Copco Group. Atlas Copco. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.atlascopco.com/es-pe/about-atlas-copco/group

Atlas Copco. (s.f.-b). Atlas Copco Perú. Atlas Copco. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.atlascopco.com/es-pe

Azurín, A. (2026, 7 de abril). Multas ambientales de OEFA con nuevas reglas: Nuevos criterios que deben saber mineras y otras industrias. Gestión. https://gestion.pe/economia/multas-ambientales-de-oefa-con-nuevas-reglas-nuevos-criterios-que-deben-saber-mineras-y-otras-industrias-noticia/

Banco Central de Reserva del Perú. (2026a, 24 de febrero). Nota informativa del 24 de febrero de 2026 (Nota informativa). Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/Notas-Informativas/2026/nota-informativa-2026-02-24.pdf

Banco Central de Reserva del Perú. (2026b, marzo). Reporte de inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2026-2027 (Reporte de inflación). Banco Central de Reserva del Perú. Recuperado el 22 de abril de 2026, de

https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2026/marzo/reporte-de-inflacion-marzo-2026.pdf

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine Learning, 45(1), 5–32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Claros, R. J. (2023). Escenarios de integración de sistemas renovables de generación eléctrica en el sector minero del Perú al 2050. Revista Minería, (525). https://revistamineria.com.pe/tecnico-cientifico/escenarios-de-integracion-de-sistemas-renovables-de-generacion-electrica-en-el-sector-minero-del-peru-al-2050

Coherent Market Insights. (2026). Air compressor market analysis. Coherent Market Insights. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.coherentmarketinsights.com/industry-reports/air-compressor-market

Cruz, E. (2026, 6 de marzo). Minería ilegal y elecciones 2026: 24 planes de gobierno sin propuestas concretas. Rumbo Minero. https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/mineria-ilegal-y-elecciones-2026-2/

Defensoría del Pueblo. (2026, 13 de enero). Reporte de conflictos sociales n.º 262 – diciembre 2025 (Reporte de conflictos sociales). Defensoría del Pueblo. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.defensoria.gob.pe/documentos/reporte-de-conflictos-sociales-n-o-262-diciembre-2025/

Deng, C., & Liu, Y. (2021). A deep learning-based inventory management and demand prediction optimization method for anomaly detection. Wireless Communications and Mobile Computing, 2021, 9969357. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Develon. (2025, 27 de mayo). ¿Qué diferencia a los repuestos originales de los alternativos?. Develon. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://develon-ce.cl/blog-que-diferencia-a-los-repuestos-originales-de-los-alternativos/

Dupuy, J. (2026, 20 de febrero). Una transición a la altura del país. ComexPerú. https://www.comexperu.org.pe/articulo/una-transicion-a-la-altura-del-pais

ENGIE Energía Perú. (2025, 21 de febrero). Minería y energía: Desafíos y oportunidades para el crecimiento económico del Perú. ENGIE Energía Perú. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://engie-energia.pe/hablemos-de-energia/mineria-y-energia-desafios-y-oportunidades-para-el-crecimiento-economico-del-peru/

Engineering News. (2022, 6 de julio). New parts for Atlas Copco air compressors and other reputable brands – we have the best of both. Engineering News. https://www.engineeringnews.co.za/article/new-parts-for-atlas-copco-air-compressors-and-other-reputable-brands-we-have-the-best-of-both-2022-07-06

Grand View Research. (2024). Oil-free air compressors market size, share & trends analysis report. Grand View Research. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/oil-free-air-compressors-market

Hadley, G., & Whitin, T. M. (1963). Analysis of inventory systems. Prentice-Hall.

Haman, S., Ben Abdelouahab, A., El Bouzekri El Idrissi, Y., Merzouk, S., & Moumen, A. (2025). Supply Chain in the Age of Industry 4.0: A Literature Review. Logistics, 9(4), 173. https://doi.org/10.3390/logistics9040173

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2013). Forecasting: Principles and Practice. OTexts. https://robjhyndman.com/uwafiles/fpp-notes.pdf

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2025, 13 de octubre). Cierre de minas: MINEM plantea que OEFA fiscalice en no más de 45 días. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://iimp.org.pe/noticias/semaforo-minero/interna/cierre-de-minas-minem-plantea-que-oefa-fiscalice-en-no-mas-de-45-dias

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2026, 15 de febrero). Perú: Comportamiento de los indicadores del mercado laboral a nivel nacional y 27 ciudades - Cuarto trimestre 2025 (Informe técnico). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/7739601-peru-comportamiento-de-los-indicadores-del-mercado-laboral-a-nivel-nacional-y-27-ciudades-cuarto-trimestre-2025

Kalaitzi, D., & Tsolakis, N. (2022). Supply chain analytics adoption: Determinants and impacts on organisational performance and competitive advantage. International Journal of Production Economics, 248, 108466. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Kalman, R. E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problems. Journal of Basic Engineering, 82(1), 35–45. https://doi.org/10.1115/1.3662552

King, P. L., & Bigler, C. (2025). Safety stock: A contingency plan to keep supply chains flying high. Association for Supply Chain Management (ASCM). https://www.ascm.org/ascm-insights/safety-stock-a-contingency-plan-to-keep-supply-chains-flying-high/

Komatsu Colombia. (2026). Repuestos originales vs. alternativos: Impacto real. LinkedIn. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.linkedin.com/pulse/repuestos-originales-vs-alternativos-impacto-real-p0fve/

Liu, Y., Kalaitzi, D., Wang, M., & Papanagnou, C. (2025). A machine learning approach to inventory stockout prediction. Journal of Digital Economy, 4, 144–155. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Liu, Y., Kalaitzi, D., Wang, M., & Papanagnou, C. (2025). A machine learning approach to inventory stockout prediction. Journal of Digital Economy, 4(1), 100118. https://doi.org/10.1016/j.jdec.2024.100118

Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2018). Statistical and machine learning forecasting methods: Concerns and ways forward. PLOS ONE, 13(3), e0194889. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194889

MarketsandMarkets. (2024). Electric power substation automation integration market. MarketsandMarkets. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-power-substation-automation-integration-market-208537744.html

Ministerio de Energía y Minas. (2024, 28 de mayo). *Reglamento de protección ambiental para actividades de exploración minera – Ed. 2024 (Reglamento).* Ministerio de Energía y Minas. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/5615749-reglamento-de-proteccion-ambiental-para-actividades-de-exploracion-minera-ed-2024

Ministerio de Energía y Minas. (2025, 21 de agosto). Ley y reglamento que regula el cierre de minas – Ed. 2025 (Normativa). Ministerio de Energía y Minas. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4156124-ley-y-reglamento-que-regula-el-cierre-de-minas-ed-2025

Ministerio de Energía y Minas. (2026a, 23 de marzo). Perú cierra el 2025 con un fuerte avance minero tras alcanzar US$ 62,848 millones en exportaciones y crecer en 27.2%. Gob.pe. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/1369599-peru-cierra-el-2025-con-un-fuerte-avance-minero-tras-alcanzar-us-62-848-millones-en-exportaciones-y-crecer-en-27-2

Ministerio de Energía y Minas. (2026b, 24 de marzo). Cartera de proyectos de exploración minera 2026 (Cartera de proyectos). Ministerio de Energía y Minas. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/7917586-cartera-de-proyectos-de-exploracion-minera-2026

Nahmias, S. (1994). Demand estimation in lost sales inventory systems. Naval Research Logistics, 41(6), 739–757. https://doi.org/10.1002/1520-6750(199409)41:6

Ntakolia, C., Kokkotis, C., Karlsson, P., & Moustakidis, S. (2021). An explainable machine learning model for material backorder prediction in inventory management. Sensors, 21(23), 7926. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2025, 30 de enero). Memoria institucional 2024 (Memoria institucional). Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/informes-publicaciones/6822993-memoria-institucional-2024

Ramos-Valle, E., Paulino, A., Chavez, P., Alvarez, J. C., & Nallusamy, S. (2022). Pilot implementation of innovative proposal for service level improvement in a spare parts trading company. International Journal of Engineering Research in Africa, 62, 173–185. https://doi.org/10.4028/p-1f8w7v

Revista Energía. (2023, 20 de octubre). Motores de alta eficiencia energética. Revista Energía. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://revistaenergia.pe/motores-de-alta-eficiencia-energetica/

Reyes, S. (2025, 7 de septiembre). Atlas Copco Perú: Nuevos productos, expansión, innovación tecnológica y sostenibilidad para 2025–2027. Gestión. https://gestion.pe/economia/empresas/atlas-copco-peru-nuevos-productos-expansion-innovacion-tecnologica-y-sostenibilidad-para-20252027-noticia/

Scarf, H. (1960). The optimality of (s, S) policies in the dynamic inventory problem. In Mathematical methods in the social sciences (pp. 196–202). Stanford University Press.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). Inventory management and production planning and scheduling (3.ª ed.). Wiley. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. (2024). Hidrocarburos: Impacto económico para el país (Informe). Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Recuperado el 22 de abril de 2026, de https://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/hidrocarburos-impacto-economico-para-el-pa%C3%ADs.html

StratAI. (s.f.). StratAI. Recuperado el 14 de junio de 2026, de https://www.stratai.pe/#contacto

Tadayonrad, Y., & Ndiaye, A. B. (2023). *A new key performance indicator model for demand forecasting in inventory management considering supply chain reliability and seasonality. Supply Chain Analytics, 3, 100026. https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100026*

Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. Econometrica, 26(1), 24–36. https://doi.org/10.2307/1907382

Trapero, J. R., Holgado de Frutos, E., & Pedregal, D. J. (2024). Demand forecasting under lost sales stock policies. International Journal of Forecasting, 40(4), 1844–1862. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2024.03.006

Vasilev, J., & Milkova, T. (2022). Optimisation models for inventory management with limited number of stock items. Logistics, 6(3), 54. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Wecker, W. E. (1978). Predicting demand from sales data in the presence of stockouts. Management Science, 24(10), 1043–1054. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Xu, X., Ji, P., & Sang, S. (2023). Supply option purchasing decisions via mismatch cost minimization. Mathematics and Computers in Simulation, 210, 260–280. Recuperado el 22 de abril de 2026.

Zhang, S., Huang, K. & Yuan, Y. (2021). Spare Parts Inventory Management: A Literature Review. https://doi.org/10.3390/su13052460

Anexos

Anexo 1

Figura 18. Matriz de Impactos Cruzados para MPC

PRIORIZACIÓN DE FACTORES - MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

Suma Total: 10 | 100.00% | (Datos de Verificación: deben ser iguales) | 45

n	Factor	S	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Disponibilidad de repuestos	3	30.00%		1	1	1	0	0	0	0	0	0					
2	Tiempo de entrega	1	10.00%	0		1	0	0	0	0	0	0	0					
3	Calidad del producto	1	10.00%	0	0		1	0	0	0	0	0	0					
4	Servicio postventa	1	10.00%	0	1	0		0	0	0	0	0	0					
5	Capacidad tecnológica	4	40.00%	1	1	1	1		0	0	0	0	0					

Anexo 1

Figura 19. Reporte de la Matriz de Análisis y Diagnóstico Externo (MADE)

MATRIZ DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO EXTERNO (MADE)

E. Especifico: 5 Fuerzas de M. Porter | *Indicador de Diagnóstico Externo:* 0.22 | 100.00%

Organización: Atlas Copco Perú | *Tot. Factores :* 10

n	Tipo_Entorno	Variable	Factor	ELEMENTOS PO	PE	PA	PR	EVAL. FACTORES MN	N	0	P	MP	W	Valor	Total
1	E. General	Económico	Crecimiento sostenido del sector minero exportador	x		x						x	11.11%	2	0.2222
2	E. General	Económico	Expansión de inversión en minería e infraestructura	x		x						x	8.89%	2	0.1778
3	E. General	Político	Estabilidad macroeconómica y control inflacionario		x	x					x		15.56%	1	0.1556
4	E. General	Tecnológico	Creciente digitalización del sector industrial minero	x							x		2.22%	1	0.0222
5	E. General	Tecnológico	Preferencia por eficiencia energética y sostenibilidad	x			x					x	13.33%	2	0.2667
6	E. General	Político	Incertidumbre política por elecciones nacionales		x	x			x				15.56%	-1	-0.1556
7	E. General	Social	Alta conflictividad social en zonas mineras			x		x					13.33%	-2	-0.2667
8	E. Especifico	Poder de los Clientes	Alto poder y exigencia de clientes industriales	x	x				x				13.33%	-1	-0.1333
9	E. Especifico	Poder de los Proveedores	Dependencia de abastecimiento desde casa matriz	x		x			x				2.22%	-1	-0.0222
10	E. Especifico	Productos Sustitutos	Disponibilidad de repuestos sustitutos de menor costo	x	x				x				4.44%	-1	-0.0444

PRIORIZACIÓN DE FACTORES - MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

Suma Total: 45 | 100.00% | (Datos de Verificación: deben ser iguales) | 45

n	Factor	S	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Crecimiento sostenido del sector minero exportador	5	11.11%		1	0	1	0	0	0	1	1	1					
2	Expansión de inversión en minería e infraestructura	4	8.89%	0		0	1	0	0	0	1	1	1					
3	Estabilidad macroeconómica y control inflacionario	7	15.56%	1	1		1	1	0	0	1	1	1					
4	Creciente digitalización del sector industrial minero	1	2.22%	0	0	0		0	0	0	0	1	0					
5	Preferencia por eficiencia energética y sostenibilidad	6	13.33%	1	1	0	1		1	0	0	1	1					
6	Incertidumbre política por elecciones nacionales	7	15.56%	1	1	1	1	0		1	0	1	1					
7	Alta conflictividad social en zonas	6	13.33%	1	1	1	1	1	0		0	1	0					
8	Alto poder y exigencia de clientes	6	13.33%	0	0	0	1	1	1	1		1	1					
9	Dependencia de abastecimiento desde	1	2.22%	0	0	0	0	0	0	0	0		1					
10	Disponibilidad de repuestos sustitutos	2	4.44%	0	0	0	1	0	0	1	0	0						

REPORTE FINAL DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO EXTERNO

INDICADOR DE DIAGNOSTICO EXTERNO: 0.22 **ENTORNO FAVORABLE**

OPORTUNIDADES: 0.84
AMENAZAS: -0.62

Fecha Actualización: 24 de Abril de 2026

Muy Positivo	2
Positivo	1
Neutro	0
Negativo	-1
Muy negativo	-2

Los 3 Factores del entorno que más afectan a la Organización:

N	Factores Importantes:	Valor	%	O/R
1	Alta conflictividad social en zonas mineras	-0.2667	43.01%	AMENAZA
2	Preferencia por eficiencia energética y sostenibilidad	0.2667	31.75%	OPORTUNIDAD
3	Crecimiento sostenido del sector minero exportador	0.2222	26.46%	OPORTUNIDAD

Las 3 Variables del entorno que más afectan a la Organización:

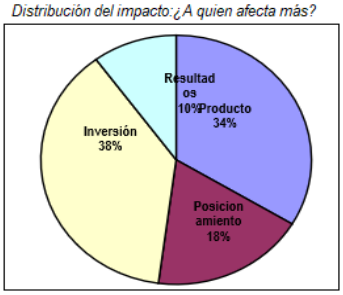
N	Variables Importantes:	Oportunidad	Riesgo	Valor Final
1	Económico	0.4000	0	0.4000
2	Tecnológico	0.2889	0	0.2889
3	Social	0.2889	0	0.2889

Indicador	
Independencia:	(0, 0.7)
Dependencia:	(0.7, 1)

Efecto del Entorno en las 4 P´s del Marketing:

N	ELEMENTOS	Oportunidad	%	Riesgo	%	Valor Final
1	Producto	0.6889	77.50%	-0.2000	22.50%	0.8889
2	Posicionamiento	0.1556	31.82%	-0.3333	68.18%	0.4889
3	Inversión	0.5556	55.56%	-0.4444	44.44%	1.0000
4	Resultados	0.2667	100.00%	0.0000	0.00%	0.2667

Distribución del impacto:¿A quien afecta más?



Dependencia e Independencia de las Oportunidades y Amenazas:

	Total	20% Factores	I	
Oportunidades:	5	1	0.32	INDEPENDIENTE
Amenazas:	5	1	0.43	INDEPENDIENTE

Analisis de Resultados:
La empresa se encuentra en un entorno favorable basandose en la preferencia por eficiencia energetica y sostenibilidad y el crecimiento sostenido del sector minero exportador. Sin embargo, se ve afectado por la alta conflictividad social en zonas mineras.

ORGANIZACIÓN ANALIZADA: Atlas Copco Perú — LIMA, 24 de Abril de 2026

Nota. El reporte muestra los resultados de los análisis externos, señalando que el entorno es favorable para la industria con 0.22

Anexo 2

Figura 20. Reporte de la Matriz de Análisis y Diagnóstico Interno (MADI)

MATRIZ DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO INTERNO (MADI)

		Teoría:	Recuros Y Capacidades								*Indicador de Diag. Interno:*		-0.35		100.00%						
		Organización:	Atlas Copco Perú	LAS 4 P'S MKT				EVAL. FACTORES					*Tot. Factores :*		12						
n	Categoria	Factor		PO	PE	PA	PR	MN	N	0	P	MP	W	Valor	Total						
1	Recursos	Respaldo del grupo Atlas Copco a nivel global		x		x						x	9.09%	2	0.1818						
2	Capacidades	Alto conocimiento técnico del personal		x			x					x	4.55%	2	0.0909						
3	Capacidades	Amplio portafolio de repuestos, que permite atender diversas necesidades de clientes industriales.		x							x		9.09%	1	0.0909						
4	Capacidades	Experiencia y posicionamiento en el mercado peruano, con más de 75 años en el rubro.		x			x					x	1.52%	2	0.0303						
5	Recursos	Uso de sistemas ERP para gestión de inventarios y clientes y seguimiento de oportunidades				x					x		12.12%	1	0.1212						
6	Capacidades	Cartera de clientes consolidada en sectores industriales clave					x					x	1.52%	2	0.0303						
7	Carencias	Ausencia de planificación de inventarios basada en la				x		x					12.12%	-2	-0.2424						
8	Carencias	Quiebres de stock en repuestos críticos				x		x					9.09%	-2	-0.1818						
9	Carencias	Altos tiempos de reposición en el abastecimiento debido a la				x			x				13.64%	-1	-0.1364						
10	Carencias	Baja integración entre sistemas comerciales y logísticos				x			x				15.15%	-1	-0.1515						
11	Carencias	Pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock					x	x					6.06%	-2	-0.1212						
12	Carencias	Falta de segmentación de inventarios según criticidad y rotación		x		x			x				6.06%	-1	-0.0606						

PRIORIZACIÓN DE FACTORES - MATRIZ DE IMPACTOS CRUZADOS

Suma Total: 66 | 100.00% (Datos de Verificación: deben ser iguales) 66

n	Factor	S	W	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Respaldo del grupo Atlas Copco a nivel global	6	9.09%		1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0							
2	Alto conocimiento técnico del personal	3	4.55%	0		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0							
3	Amplio portafolio de repuestos, que permite atender diversas necesidades de clientes industriales.	6	9.09%	0	0		1	0	1	1	1	0	0	1	1							
4	Experiencia y posicionamiento en el mercado peruano, con más de 75 años en el rubro.	1	1.52%	0	0	0		0	1	0	0	0	0	0	0							
5	Uso de sistemas ERP para gestión de inventarios y clientes y seguimiento de oportunidades	8	12.12%	0	1	1	1		1	1	1	0	0	1	1							
6	Cartera de clientes consolidada en sectores industriales clave	1	1.52%	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0							
7	Ausencia de planificación de	8	12.12%	1	1	0	1	0	1		1	0	1	1	1							
8	Quiebres de stock en repuestos	6	9.09%	1	1	0	1	0	1	0		0	0	1	1							
9	Altos tiempos de reposición en el	9	13.64%	0	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1							
10	Baja integración entre sistemas	10	15.15%	1	1	1	1	1	1	0	1	1		1	1							
11	Pérdida de oportunidades comerciales por falta de stock	4	6.06%	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0		1							
12	Falta de segmentación de inventarios según criticidad y rotación	4	6.06%	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0								

REPORTE FINAL DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO INTERNO

INDICADOR DE DIAGNOSTICO INTERNO: -0.35 **ORGANIZACIÓN EN CRISIS** *Fecha Actualización:* 24 de Abril de 2026

FORTALEZA: 0.55

DEBILIDAD: -0.89

Los 3 Factores que más afectan a la Organización:

N	Factores Importantes:	Valor	%	O/R
1	Ausencia de planificación de inventarios basada en la	-0.2424	27.24%	DEBILIDAD
2	Quiebres de stock en repuestos críticos	-0.1818	20.43%	DEBILIDAD
3	Respaldo del grupo Atlas Copco a nivel global	0.1818	33.06%	FORTALEZA

Muy Positivo	2
Positivo	1
Neutro	0
Negativo	-1
Muy negativo	-2

Las 3 Categoria interna que más afectan a la Organización:

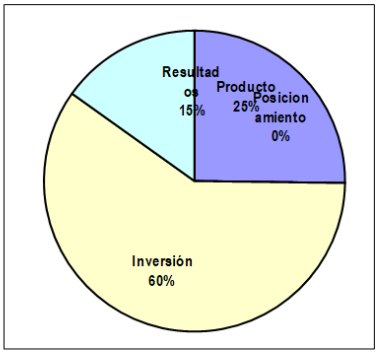
N	Categoria	Fortaleza	Debilidad	Valor Final
1	Carencias	0.0000	-0.89394	-0.8939
2	Recursos	0.3030	0	0.3030
3	Capacidades	0.3030	0	0.3030

Indicador	
Independencia:	(0, 0.7)
Dependencia:	(0.7, 1)

Efecto en las 4 P´s del Marketing:

N	Elementos	Fortaleza	%	Debilidad	%	Valor Final
1	Producto	0.3939	86.67%	-0.0606	13.33%	0.4545
2	Posicionamiento	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%	0.0000
3	Inversión	0.3030	28.17%	-0.7727	71.83%	1.0758
4	Resultados	0.1515	55.56%	-0.1212	44.44%	0.2727

Distribución del impacto:¿A quien afecta más?



Dependencia e Independencia de las Fortalezas y Debilidades

	Total	20% Factores	I	
Fortaleza:	6	2	0.55	INDEPENDIENTE
Debilidad:	6	2	0.48	INDEPENDIENTE

Análisis de Resultados:

La matriz de análisis y diagnóstico interno (MADI) evidencia que Atlas Copco Perú presenta un indicador de -0.35, lo cual refleja que las carencias internas tienen mayor impacto que los recursos y capacidades de la organización. Si bien la empresa cuenta con fortalezas relevantes como el respaldo del grupo Atlas Copco, el conocimiento técnico especializado y su posicionamiento en el mercado, estas no logran compensar las debilidades identificadas en el ámbito operativo.

ORGANIZACIÓN ANALIZADA: Atlas Copco Perú LIMA, 24 de Abril de 2026

Nota. El reporte muestra los resultados del analisis interno, señalando que la organización presenta una situación interna desfavorable (-0.35), donde las carencias operativas tienen mayor impacto que los recursos y capacidades disponibles.

Anexo 3

Matriz de impacto cruzado para evaluación de alternativas

PRIORIZACIÓN DE FACTORES - MATRIZ DE IMPA

		Suma Total:	10	100.00%	(Datos de Verificación: del					
n	Factor	S	W	1	2	3	4	5	6	
1	Impacto en la reducción de quiebres de stock	3	30.00%		1	1	0	1	0	
2	Viabilidad de implementación	3	30.00%	0		1	1	1	0	
3	Costos y recursos requeridos	2	20.00%	0	0		1	1	0	
4	Tiempo de implementación	1	10.00%	1	0	0		0	0	
5	Riesgo de implementación	1	10.00%	0	0	0	1		0	

Nota. Criterios ponderados para la evaluación de alternativa

Anexo 4. Evaluación de las alternativas propuestas

Figura 21. Cálculo del COK

Modelo CAPM (Re = COK)
COK = RF + BETA x (RM - RF) + RPAIS

rf = Bonos de tesoro
rm - rf = Prima por riesgo
R. Pais = actual 4.23%

DATOS	
rm =	8.73%
rf =	4.50%
R. Pais =	1.09%
Beta despa =	96.00%
D/E =	41.14%

Deuda	S/	55,945,577
Patrimonio	S/	135,996,592

Beta Industria (despalancado)	96.00%	IR	29.50%
D/E de la empresa	41.14%		
Beta del proyecto	123.84%		

Calculo COK			
Bonos de tesoro	4.50%		
Prima histórica	4.23%		
Riesgo País	1.09%	COK (TEA)	9.65%
Beta proyecto	96.00%	COK (TEM)	0.77%

Figura 22. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 1: Machine Learning

Supuestos del flujo económico

Supuesto	Valor
Pérdida anual por quiebres de stock	S/ 7,699,713
Recuperación objetivo años 1 y 2	10.0%
Recuperación objetivo año 3	15.0%
Implementación (x mes)	25,875
COK anual	9.65%
COK mensual	0.8%
VAN económico	S/ 1,773,273
TIR	24.9%

Indicadores	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3
Beneficio		S/ 314,405	S/ 769,971	S/ 1,154,957
Costo		S/ 103,500	S/ -	S/ -
Flujo Neto	-S/ 103,500	S/ 210,905	S/ 769,971	S/ 1,154,957

Concepto	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Número de mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios													
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28
% adopción / uso del beneficio	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	25.0%	25.0%	50.0%	50.0%	75.0%	75.0%	90.0%	100.0%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 16,041.07	S/ 16,041.07	S/ 32,082.14	S/ 32,082.14	S/ 48,123.21	S/ 48,123.21	S/ 57,747.85	S/ 64,164.28
Egresos operativos													
Implementación	S/ -	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ 25,875.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ -	-S/ 25,875.00	-S/ 25,875.00	-S/ 25,875.00	-S/ 25,875.00	S/ 16,041.07	S/ 16,041.07	S/ 32,082.14	S/ 32,082.14	S/ 48,123.21	S/ 48,123.21	S/ 57,747.85	S/ 64,164.28
Evaluación económica													
Factor de descuento (para valor presente)	100.0%	99.2%	98.5%	97.7%	97.0%	96.2%	95.5%	94.8%	94.0%	93.3%	92.6%	91.9%	91.2%
Flujo neto descontado	S/ -	-S/ 25,677.10	-S/ 25,480.72	-S/ 25,285.84	-S/ 25,092.45	S/ 15,436.96	S/ 15,318.89	S/ 30,403.47	S/ 30,170.94	S/ 44,910.28	S/ 44,566.79	S/ 53,071.13	S/ 58,516.93
Flujo acumulado	S/ -	-S/ 25,875.00	-S/ 51,750.00	-S/ 77,625.00	-S/ 103,500.00	-S/ 87,458.93	-S/ 71,417.86	-S/ 39,335.72	-S/ 7,253.58	S/ 40,869.62	S/ 88,992.83	S/ 146,740.68	S/ 210,904.96

Concepto	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
Número de mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28
% adopción / uso del beneficio	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28
Egresos operativos												
Implementación	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28	S/ 64,164.28
Préstamo												
Amortización	-S/ 13,012.77	-S/ 13,127.27	-S/ 13,242.78	-S/ 13,359.31	-S/ 13,476.86	-S/ 13,595.45	-S/ 13,715.08	-S/ 13,835.77	-S/ 13,957.51	-S/ 14,080.33	-S/ 14,204.23	-S/ 14,329.22
Intereses	-S/ 3,044.99	-S/ 2,930.48	-S/ 2,814.97	-S/ 2,698.44	-S/ 2,580.89	-S/ 2,462.30	-S/ 2,342.67	-S/ 2,221.99	-S/ 2,100.24	-S/ 1,977.42	-S/ 1,853.53	-S/ 1,728.54
Escudo Fiscal	S/ 898.27	S/ 864.49	S/ 830.42	S/ 796.04	S/ 761.36	S/ 726.38	S/ 691.09	S/ 655.49	S/ 619.57	S/ 583.34	S/ 546.79	S/ 509.92
FCA	S/ 49,004.80	S/ 48,971.02	S/ 48,936.94	S/ 48,902.57	S/ 48,867.89	S/ 48,832.90	S/ 48,797.61	S/ 48,762.01	S/ 48,726.10	S/ 48,689.86	S/ 48,653.31	S/ 48,616.44
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	90.5%	89.8%	89.1%	88.4%	87.8%	87.1%	86.4%	85.8%	85.1%	84.5%	83.8%	83.2%
Flujo neto descontado	S/ 58,069	S/ 57,625	S/ 57,185	S/ 56,747	S/ 56,313	S/ 55,882	S/ 55,455	S/ 55,031	S/ 54,610	S/ 54,192	S/ 53,778	S/ 53,367
Flujo acumulado	S/ 275,069	S/ 339,234	S/ 403,398	S/ 467,562	S/ 531,726	S/ 595,891	S/ 660,055	S/ 724,219	S/ 788,383	S/ 852,548	S/ 916,712	S/ 980,876

Concepto	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
Número de mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42
% adopción / uso del beneficio	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42
Egresos operativos												
Implementación	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42	S/ 96,246.42
Préstamo												
Amortización	-S/ 14,455.30	-S/ 14,582.50	-S/ 14,710.82	-S/ 14,840.26	-S/ 14,970.85	-S/ 15,102.58	-S/ 15,235.47	-S/ 15,369.54	-S/ 15,504.78	-S/ 15,641.21	-S/ 15,778.84	-S/ 15,917.69
Intereses	-S/ 1,602.45	-S/ 1,475.25	-S/ 1,346.94	-S/ 1,217.49	-S/ 1,086.91	-S/ 955.17	-S/ 822.28	-S/ 688.22	-S/ 552.97	-S/ 416.54	-S/ 278.91	-S/ 140.07
Escudo Fiscal	S/ 472.72	S/ 435.20	S/ 397.35	S/ 359.16	S/ 320.64	S/ 281.78	S/ 242.57	S/ 203.02	S/ 163.13	S/ 122.88	S/ 82.28	S/ 41.32
FCA	S/ 80,661.39	S/ 80,623.86	S/ 80,586.01	S/ 80,547.82	S/ 80,509.30	S/ 80,470.44	S/ 80,431.24	S/ 80,391.69	S/ 80,351.79	S/ 80,311.54	S/ 80,270.94	S/ 80,229.98
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	82.5%	81.9%	81.3%	80.7%	80.0%	79.4%	78.8%	78.2%	77.6%	77.0%	76.4%	75.9%
Flujo neto descontado	S/ 79,437.70	S/ 78,830.14	S/ 78,227.24	S/ 77,628.95	S/ 77,035.23	S/ 76,446.05	S/ 75,861.38	S/ 75,281.18	S/ 74,705.42	S/ 74,134.06	S/ 73,567.07	S/ 73,004.42
Flujo acumulado	S/ 1,077,123	S/ 1,173,369	S/ 1,269,616	S/ 1,365,862	S/ 1,462,108	S/ 1,558,355	S/ 1,654,601	S/ 1,750,848	S/ 1,847,094	S/ 1,943,340	S/ 2,039,587	S/ 2,135,833

Figura 23. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 2: Forecasting TKF

Supuestos del flujo económico

Supuesto	Valor
Pérdida anual por quiebres de stock	S/ 7,699,713
Recuperación objetivo años 1 y 2	S/ 0.10
Recuperación objetivo año 3	S/ 0.15
Implementación (x mes)	S/ 29,166.67
COK anual	9.7%
COK mensual	0.8%
VAN económico	S/ 1,837,572
TIR	29.40%

Indicadores	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3
Beneficio		S/ 365,736	S/ 769,971	S/ 1,154,957
Costo		S/ 87,500	S/ 0	S/ 0
Flujo Neto	-S/ 87,500	S/ 278,236	S/ 769,971	S/ 1,154,957

Concepto	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Número de mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios													
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
% adopción / uso del beneficio	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	80%	90%	100%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 16,041	S/ 16,041	S/ 32,082	S/ 32,082	S/ 48,123	S/ 48,123	S/ 51,331	S/ 57,748	S/ 64,164
Egresos operativos													
Implementación	S/ 0	S/ 29,167	S/ 29,167	S/ 29,167	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Total egresos	S/ 0	S/ 29,167	S/ 29,167	S/ 29,167	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Flujo neto económico	S/ 0	-S/ 29,167	-S/ 29,167	-S/ 29,167	S/ 16,041	S/ 16,041	S/ 32,082	S/ 32,082	S/ 48,123	S/ 48,123	S/ 51,331	S/ 57,748	S/ 64,164
Evaluación económica													
Factor de descuento (para valor presente)	100%	99%	98%	98%	97%	96%	95%	95%	94%	93%	93%	92%	91%
Flujo neto descontado	S/ 0	-S/ 28,944	-S/ 28,722	-S/ 28,503	S/ 15,556	S/ 15,437	S/ 30,638	S/ 30,403	S/ 45,256	S/ 44,910	S/ 47,538	S/ 53,071	S/ 58,517
Flujo acumulado	S/ 0	-S/ 29,167	-S/ 58,333	-S/ 87,500	-S/ 71,459	-S/ 55,418	-S/ 23,336	S/ 8,746	S/ 56,870	S/ 104,993	S/ 156,324	S/ 214,072	S/ 278,236

Concepto	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
Número de mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
% adopción / uso del beneficio	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
Egresos operativos												
Implementación	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Total egresos	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Flujo neto económico	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
Préstamo												
Amortización	-S/ 13,013	-S/ 13,127	-S/ 13,243	-S/ 13,359	-S/ 13,477	-S/ 13,595	-S/ 13,715	-S/ 13,836	-S/ 13,958	-S/ 14,080	-S/ 14,204	-S/ 14,329
Intereses	-S/ 3,045	-S/ 2,930	-S/ 2,815	-S/ 2,698	-S/ 2,581	-S/ 2,462	-S/ 2,343	-S/ 2,222	-S/ 2,100	-S/ 1,977	-S/ 1,854	-S/ 1,729
Escudo Fiscal	S/ 898	S/ 864	S/ 830	S/ 796	S/ 761	S/ 726	S/ 691	S/ 655	S/ 620	S/ 583	S/ 547	S/ 510
FCA	S/ 49,005	S/ 48,971	S/ 48,937	S/ 48,903	S/ 48,868	S/ 48,833	S/ 48,798	S/ 48,762	S/ 48,726	S/ 48,690	S/ 48,653	S/ 48,616
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	91%	90%	89%	88%	88%	87%	86%	86%	85%	84%	84%	83%
Flujo neto descontado	S/ 58,069	S/ 57,625	S/ 57,185	S/ 56,747	S/ 56,313	S/ 55,882	S/ 55,455	S/ 55,031	S/ 54,610	S/ 54,192	S/ 53,778	S/ 53,367
Flujo acumulado	S/ 342,401	S/ 406,565	S/ 470,729	S/ 534,893	S/ 599,058	S/ 663,222	S/ 727,386	S/ 791,551	S/ 855,715	S/ 919,879	S/ 984,043	S/ 1,048,208

Concepto	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
Número de mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
% adopción / uso del beneficio	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
Egresos operativos												
Implementación	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Total egresos	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0	S/ 0
Flujo neto económico	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
Préstamo												
Amortización	-S/ 14,455	-S/ 14,583	-S/ 14,711	-S/ 14,840	-S/ 14,971	-S/ 15,103	-S/ 15,235	-S/ 15,370	-S/ 15,505	-S/ 15,641	-S/ 15,779	-S/ 15,918
Intereses	-S/ 1,602	-S/ 1,475	-S/ 1,347	-S/ 1,217	-S/ 1,087	-S/ 955	-S/ 822	-S/ 688	-S/ 553	-S/ 417	-S/ 279	-S/ 140
Escudo Fiscal	S/ 473	S/ 435	S/ 397	S/ 359	S/ 321	S/ 282	S/ 243	S/ 203	S/ 163	S/ 123	S/ 82	S/ 41
FCA	S/ 80,661	S/ 80,624	S/ 80,586	S/ 80,548	S/ 80,509	S/ 80,470	S/ 80,431	S/ 80,392	S/ 80,352	S/ 80,312	S/ 80,271	S/ 80,230
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	83%	82%	81%	81%	80%	79%	79%	78%	78%	77%	76%	76%
Flujo neto descontado	S/ 79,438	S/ 78,830	S/ 78,227	S/ 77,629	S/ 77,035	S/ 76,446	S/ 75,861	S/ 75,281	S/ 74,705	S/ 74,134	S/ 73,567	S/ 73,004
Flujo acumulado	S/ 1,144,454	S/ 1,240,701	S/ 1,336,947	S/ 1,433,193	S/ 1,529,440	S/ 1,625,686	S/ 1,721,933	S/ 1,818,179	S/ 1,914,425	S/ 2,010,672	S/ 2,106,918	S/ 2,203,165

Figura 24. Flujo de Caja Económico mensual - Alternativa 3: Políticas de inventario (s,S)

Supuestos del flujo económico

Supuesto	Valor
Pérdida anual por quiebres de stock	S/ 7,699,713
Recuperación objetivo años 1 y 2	10.0%
Recuperación objetivo año 3	15.0%
Implementación (x mes)	51,100.00
COK anual	9.65%
COK mensual	0.8%
VAN económico	S/ 1,553,148
TIR	13.6%

Indicadores	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3
Beneficio		S/ 243,824	S/ 763,555	S/ 1,154,957
Costo		S/ 255,500	S/ -	S/ -
Flujo Neto	-S/ 255,500	-S/ 11,676	S/ 763,555	S/ 1,154,957

Concepto	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Número de mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Beneficios													
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
% adopción / uso del beneficio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	80%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 16,041	S/ 16,041	S/ 32,082	S/ 32,082	S/ 48,123	S/ 48,123	S/ 51,331
Egresos operativos													
Implementación	S/ -	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 51,100	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ -	-S/ 51,100	-S/ 51,100	-S/ 51,100	-S/ 51,100	S/ 51,100	S/ 16,041	S/ 16,041	S/ 32,082	S/ 32,082	S/ 48,123	S/ 48,123	S/ 51,331
Evaluación económica													
Factor de descuento (para valor presente)	100%	99%	98%	98%	97%	96%	95%	95%	94%	93%	93%	92%	91%
Flujo neto descontado	S/ -	-S/ 50,709	-S/ 50,321	-S/ 49,936	-S/ 49,555	-S/ 49,176	S/ 15,319	S/ 15,202	S/ 30,171	S/ 29,940	S/ 44,567	S/ 44,226	S/ 46,814
Flujo acumulado	S/ -	-S/ 51,100	-S/ 102,200	-S/ 153,300	-S/ 204,400	-S/ 255,500	-S/ 239,459	-S/ 223,418	-S/ 191,336	-S/ 159,254	-S/ 111,130	-S/ 63,007	-S/ 11,676

Concepto	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24
Número de mes	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
% adopción / uso del beneficio	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 57,748	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
Egresos operativos												
Implementación	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ 57,748	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164	S/ 64,164
Préstamo												
Amortización	-S/ 13,013	-S/ 13,127	-S/ 13,243	-S/ 13,359	-S/ 13,477	-S/ 13,595	-S/ 13,715	-S/ 13,836	-S/ 13,958	-S/ 14,080	-S/ 14,204	-S/ 14,329
Intereses	-S/ 3,045	-S/ 2,930	-S/ 2,815	-S/ 2,698	-S/ 2,581	-S/ 2,462	-S/ 2,343	-S/ 2,222	-S/ 2,100	-S/ 1,977	-S/ 1,854	-S/ 1,729
Escudo Fiscal	S/ 898	S/ 864	S/ 830	S/ 796	S/ 761	S/ 726	S/ 691	S/ 655	S/ 620	S/ 583	S/ 547	S/ 510
FCA	S/ 42,588	S/ 48,971	S/ 48,937	S/ 48,903	S/ 48,868	S/ 48,833	S/ 48,798	S/ 48,762	S/ 48,726	S/ 48,690	S/ 48,653	S/ 48,616
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	91%	90%	89%	88%	88%	87%	86%	86%	85%	84%	84%	83%
Flujo neto descontado	S/ 52,262	S/ 57,625	S/ 57,185	S/ 56,747	S/ 56,313	S/ 55,882	S/ 55,455	S/ 55,031	S/ 54,610	S/ 54,192	S/ 53,778	S/ 53,367
Flujo acumulado	S/ 46,072	S/ 110,236	S/ 174,401	S/ 238,565	S/ 302,729	S/ 366,893	S/ 431,058	S/ 495,222	S/ 559,386	S/ 623,551	S/ 687,715	S/ 751,879

Concepto	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36
Número de mes	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Beneficios												
Beneficio potencial mensual	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
% adopción / uso del beneficio	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Beneficio por recuperación de ventas perdidas	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
Egresos operativos												
Implementación	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Total egresos	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo neto económico	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246	S/ 96,246
Préstamo												
Amortización	-S/ 14,455	-S/ 14,583	-S/ 14,711	-S/ 14,840	-S/ 14,971	-S/ 15,103	-S/ 15,235	-S/ 15,370	-S/ 15,505	-S/ 15,641	-S/ 15,779	-S/ 15,918
Intereses	-S/ 1,602	-S/ 1,475	-S/ 1,347	-S/ 1,217	-S/ 1,087	-S/ 955	-S/ 822	-S/ 688	-S/ 553	-S/ 417	-S/ 279	-S/ 140
Escudo Fiscal	S/ 473	S/ 435	S/ 397	S/ 359	S/ 321	S/ 282	S/ 243	S/ 203	S/ 163	S/ 123	S/ 82	S/ 41
FCA	S/ 80,661	S/ 80,624	S/ 80,586	S/ 80,548	S/ 80,509	S/ 80,470	S/ 80,431	S/ 80,392	S/ 80,352	S/ 80,312	S/ 80,271	S/ 80,230
Evaluación económica												
Factor de descuento (para valor presente)	83%	82%	81%	81%	80%	79%	79%	78%	78%	77%	76%	76%
Flujo neto descontado	S/ 79,438	S/ 78,830	S/ 78,227	S/ 77,629	S/ 77,035	S/ 76,446	S/ 75,861	S/ 75,281	S/ 74,705	S/ 74,134	S/ 73,567	S/ 73,004
Flujo acumulado	S/ 848,126	S/ 944,372	S/ 1,040,618	S/ 1,136,865	S/ 1,233,111	S/ 1,329,358	S/ 1,425,604	S/ 1,521,850	S/ 1,618,097	S/ 1,714,343	S/ 1,810,590	S/ 1,906,836

Figura 25. Comparación entre alternativas

Alternativas	Timpo de implementación	Meses de evaluación del proyecto	Mes en el que se recupera la inversión	Inversión	VAN	TIR	COK
Alternativa 1: Machine Learning basado en Random Forest	4 meses	36 meses	M9	S/ 103.500	S/ 1.773.273	24.90%	9,7%
Alternativa 2: Forecasting TKF	3 meses	36 meses	M7	S/ 87.500,00	S/ 1.837.572	29.40%	
Alternativa 3: Políticas de inventario (s,S)	5 meses	36 meses	M13	S/ 255.500	S/ 1.553.148	13.59%	