Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias Económico Administrativas

Escuela Profesional de Ingeniería Comercial

Asociación entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024

Tesis presentada por:

Paredes Ocola, Bruno Fabrizio

ORCID: 0009-0003-3115-8601

Ponce Carpio, Jose Alejandro

ORCID: 0009-0004-1143-8144

para optar el Título Profesional de Ingeniero Comercial

Asesor (a):

Mg. Quintanilla Rodriguez, Martin Patricio

ORCID: 0000-0002-8034-983X

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA COMERCIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Julio del 2026

Dictamen: 017204-C-EPICO-2026

Visto el borrador del expediente 017204, presentado por:

2016200591 - PONCE CARPIO JOSE ALEJANDRO
2016222381 - PAREDES OCOLA BRUNO FABRIZIO

Titulado:

ASOCIACIÓN ENTRE EL NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN MYPES DEL SECTOR TRANSPORTE DE AREQUIPA, 2024

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO COMERCIAL

29652402 - AROQUIPA APAZA ORLANDO
DICTAMINADOR



29621879 - RIVERO FERNANDEZ RENZO RIMANETH
DICTAMINADOR



70756105 - HUERTA DELGADO JOSE
DICTAMINADOR



ASOCIACIÓN ENTRE EL NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN MYPES DEL SECTOR TRANSPORTE DE AREQUIPA, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	7%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	editorialjogb.com Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	lat.3com.com Fuente de Internet	<1%
14	Blas Rosso, Ibeth Mayra. "El control interno y su incidencia en los procesos de contratación de las municipalidades del Perú: Caso “Municipalidad Provincial del Santa”, 2018", Universidad Católica los Ángeles de Chimbote (Peru)	<1%

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a mis padres Julio y Rosa, a quienes les debo la vida y les estoy profundamente agradecido por su infinito amor y por hacer hasta lo imposible para verme realizado y hecho todo un profesional; a mi mamá Nelly, quien estoy seguro que está orgullosa viendo este logro desde el cielo y a quien siento en mi corazón todos los días; a mi esposa Sara, por ser mi apoyo incondicional, sobre todo en los momentos más difíciles, por amarme y porque gracias a ella, yo he sacado la mejor versión de mí; a mi hermana Anggie, por toda su ayuda en este proceso y por acompañarme a lo largo de mi vida y finalmente a mis 4 peluditos, quienes me alegran los días apenas llego a casa y demuestran que su lealtad y amor es puro y verdadero.

Bruno Fabrizio Paredes Ocola

A mis padres José María y María del Pilar por su esfuerzo, sacrificio y por darme la oportunidad de luchar por mis metas y sueños, hoy quiero decirles que todo este camino recorrido valió la pena. A María, por estar siempre a mi lado y procurando que siga el camino correcto. A mi hermano Rodrigo, por ser mi amigo, mi confidente y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudo. A Rubí, mis amigos y mi familia por acompañarme e impulsarme día a día a alcanzar mis metas

Jose Alejandro Ponce Carpio

Agradecimientos

A Dios por darme una nueva oportunidad cada día y guiarme hacia el camino correcto en cada paso que doy.

A toda mi familia en general, porque ellos son mi razón de existir y por mostrarme lo importante que soy para cada uno de ellos. Por saber guiarme, por sus consejos y por inculcarme que yo puedo llegar hasta donde me lo proponga, por más difícil que sea.

A la Universidad Católica de Santa María, por ser mi alma mater y por brindarme los conocimientos necesarios para triunfar en el campo laboral y ser un buen profesional.

Por último, a mi gran amigo y compañero de tesis José Ponce, por estar ahí desde el día uno y confiar en mi para realizar este trabajo juntos.

Bruno Fabrizio Paredes Ocola

A Dios, por darme la fortaleza y perseverancia para cumplir con este objetivo y superar cada desafío que se presente en mi camino.

A mis padres, mis abuelas, mi hermano y toda mi familia por la confianza, el apoyo que han depositado en mí, y por haber contribuido de distintas maneras a que pueda llegar hasta aquí.

A mi Universidad Católica de Santa María, por brindarme los conocimientos y herramientas que contribuyeron a mi formación, tanto profesional como personal.

Finalmente, agradezco a Bruno Paredes, por acompañarme durante toda mi etapa universitaria, siendo un gran compañero de clase y, sobre todo, un gran amigo. Gracias por confiar en mí para realizar este trabajo juntos.

Jose Alejandro Ponce Carpio

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo establecer la asociación entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo en las MYPES del sector transporte de Arequipa durante 2024, considerando la implementación, adopción y capacitación en IA, así como los principales indicadores de desempeño productivo.

El estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicado, diseño no experimental, corte transversal y nivel correlacional. La población estuvo conformada por 195 MYPES dedicadas al transporte terrestre y la muestra por 25 empresas, seleccionadas mediante muestreo probabilístico estratificado proporcional. Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario estructurado de 15 ítems a gerentes o responsables operativos y una ficha de recolección basada en registros contables, administrativos y operacionales. El análisis incluyó estadística descriptiva, prueba de Shapiro-Wilk y correlación Rho de Spearman.

Los resultados evidenciaron una baja adopción de inteligencia artificial: el 72 % de las empresas no había implementado sistemas de IA, el 68,0 % no utilizaba aplicaciones de IA en sus procesos y el 60,0 % no realizó capacitaciones específicas durante el último año. Asimismo, se identificó una asociación estadísticamente significativa entre automatización con IA y desempeño productivo (Rho = -0,740; $p < 0,001$). También se hallaron asociaciones significativas entre implementación de IA y estructura de costos (Rho = -0,682), adopción de aplicaciones de IA y optimización de recursos tecnológicos (Rho = -0,548), y capacitación tecnológica y eficiencia operacional (Rho = -0,667). Se concluye que una mayor automatización con IA se asocia con mejores indicadores de desempeño productivo.

Palabras clave: inteligencia artificial, automatización, desempeño productivo.

ABSTRACT

The present study aimed to establish the association between the level of automation with artificial intelligence and productive performance in MSMEs in the transportation sector of Arequipa during 2024, considering the implementation, adoption, and training in AI, as well as the main indicators of productive performance.

The study employed a quantitative approach, applied research, a non-experimental design, a cross-sectional approach, and a correlational level. The population consisted of 195 MSMEs engaged in land transportation, and the sample comprised 25 companies selected through proportional stratified probability sampling. For data collection, a structured 15-item questionnaire was administered to managers or operational personnel in charge, along with a data collection form based on accounting, administrative, and operational records. The analysis included descriptive statistics, the Shapiro-Wilk test, and Spearman's Rho correlation.

The results revealed a low level of artificial intelligence adoption: 72% of the companies had not implemented AI systems, 68.0% did not use AI applications in their processes, and 60.0% had not conducted specific training during the previous year. Likewise, a statistically significant association was identified between AI automation and productive performance (Rho = -0.740; $p < 0.001$). Significant associations were also found between AI implementation and cost structure (Rho = -0.682), adoption of AI applications and optimization of technological resources (Rho = -0.548), and technological training and operational efficiency (Rho = -0.667). It is concluded that greater AI automation is associated with better productive performance indicators.

Keywords: artificial intelligence, automation, productive performance.

ÍNDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
RESUMEN
ABSTRACT
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 2
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3
1.1. Descripción del problema 3
1.2. Interrogantes 7
1.2.1. Problema general 7
1.2.2. Problemas específicos 7
1.3. Objetivos de Investigación 8
1.3.1. Objetivo general 8
1.3.2. Objetivos específicos 8
1.4. Justificación de la investigación 8
1.5. Limitaciones de la investigación 11
CAPÍTULO II 12
2. BASES TEÓRICAS E HIPÓTESIS 13
2.1. Definiciones de las variables 13
2.1.1. Automatización con Inteligencia Artificial 13
2.1.2. Dimensiones de la automatización mediante Inteligencia Artificial 14
2.1.3. Desempeño Productivo 15
2.1.4. Dimensiones de Desempeño Productivo 16
2.2. Operacionalización de variables 18
2.3. Hipótesis de la investigación 21
2.3.1. Hipótesis general 21
2.3.2. Hipótesis especificas 21
CAPÍTULO III 22
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 23
3.1. Tipo, enfoque, diseño y nivel de investigación 23
3.2. Campo de verificación 24
3.2.1. Delimitación geográfica y temporal 24
3.2.2. Población y diseño muestral 24
3.3. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos 30

3.4. Estrategias de recolección de datos 31
CAPÍTULO IV 33
4. RESULTADOS 34
4.1. Resultados descriptivos 34
4.2. Resultados inferenciales 56
4.3. Discusión de resultados 61
CONCLUSIONES 65
RECOMENDACIONES 66
REFERENCIAS 67

Índice de tablas

Tabla 1. Detalle de MYPES por sector de transporte en Arequipa 6
Tabla 2. Operacionalización de las variables 18
Tabla 3. Distribución de empresas del sector transporte por tipo y distrito en el departamento de Arequipa 25
Tabla 4. Distribución de la muestra estratificada por distrito en el departamento de Arequipa 29
Tabla 5 *¿Cuántos sistemas de inteligencia artificial ha implementado su empresa actualmente?* 34
Tabla 6 *¿Cuántos tipos de tecnologías de IA ha adoptado su empresa?* 35
Tabla 7 *¿Cuál es el grado de integración de sistemas de IA en sus procesos operativos?* 36
Tabla 8 *¿Cuánto tiempo lleva su empresa utilizando continuamente sistemas de IA?* 37
Tabla 9 *¿Cuál es el nivel de inversión anual en tecnología de IA respecto a sus ingresos totales?* 38
Tabla 10 *¿Cuántos procesos logísticos de su empresa utilizan tecnologías basadas en inteligencia artificial (aprendizaje automático, optimización predictiva, visión artificial, chatbots inteligentes o algoritmos de decisión)?* 39
Tabla 11 *¿Cuál es el nivel de utilización de inteligencia artificial en los siguientes procesos operativos?* 41
Tabla 12 *¿Con qué frecuencia utiliza aplicaciones basadas específicamente en inteligencia artificial en sus operaciones?* 42
Tabla 13 *¿Qué porcentaje aproximado de sus operaciones recibe apoyo directo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial?* 44
Tabla 14 *¿Cuál es el nivel de sofisticación de las aplicaciones de IA utilizadas por su empresa?* 45
Tabla 15 *¿Cuántas capacitaciones específicas en inteligencia artificial realizó la empresa para su personal durante el último año?* 46
Tabla 16 *¿Qué porcentaje de su personal operativo ha sido capacitado en uso de tecnologías de IA?* 47
Tabla 17 *¿Cuántas horas promedio de formación en tecnologías de IA recibe cada empleado anualmente?* 48
Tabla 18 *¿Cómo calificaría el nivel de alfabetización digital y comprensión básica de aplicaciones de inteligencia artificial de su personal operativo?* 49
Tabla 19 *¿Cuál es el grado de adaptación de su personal a las aplicaciones basadas en inteligencia artificial implementadas por la empresa?* 50
Tabla 20 *Estadísticos descriptivos de la dimensión estructura de costos operacionales* 53
Tabla 21 *Estadísticos descriptivos de la dimensión optimización de recursos tecnológicos* 53
Tabla 22 *Estadísticos descriptivos de la dimensión eficiencia operacional* 54
Tabla 23 *Estadísticos descriptivos de la variable desempeño Productivo General* 55
Tabla 24 *Prueba de normalidad* 56
Tabla 25 *Asociación entre el nivel de automatización con IA y el desempeño productivo* 57
Tabla 26 *Asociación entre implementación de sistemas de IA y estructura de costos operacionales* 58
Tabla 27 *Asociación entre la adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial y la optimización de recursos tecnológicos* 59

Tabla 28 *Asociación entre la capacitación tecnológica de personal y la eficiencia operacional*..... 60

Índice de figuras

Figura 1 *¿Cuántos sistemas de inteligencia artificial ha implementado su empresa actualmente?* 34
Figura 2 *¿Cuántos tipos de tecnologías de IA ha adoptado su empresa?* 35
Figura 3 *¿Cuál es el grado de integración de sistemas de IA en sus procesos operativos?* ... 37
Figura 4 *¿Cuánto tiempo lleva su empresa utilizando continuamente sistemas de IA?* 37
Figura 5 *¿Cuál es el nivel de inversión anual en tecnología de IA respecto a sus ingresos totales?* 38
Figura 6 *¿Cuántos procesos logísticos de su empresa utilizan tecnologías basadas en inteligencia artificial (aprendizaje automático, optimización predictiva, visión artificial, chatbots inteligentes o algoritmos de decisión)?* 41
Figura 7 *¿ Con qué frecuencia utiliza aplicaciones basadas específicamente en inteligencia artificial en sus operaciones?* 43
Figura 8 *¿Qué porcentaje aproximado de sus operaciones recibe apoyo directo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial?* 44
Figura 9 *¿Cuál es el nivel de sofisticación de las aplicaciones de IA utilizadas por su empresa?* 45
Figura 10 *¿Cuántas capacitaciones específicas en inteligencia artificial realizó la empresa para su personal durante el último año?* 46
Figura 11 *¿Qué porcentaje de su personal operativo ha sido capacitado en uso de tecnologías de IA?* 47
Figura 12 *¿Cuántas horas promedio de formación en tecnologías de IA recibe cada empleado anualmente?* 48
Figura 13 *¿Cómo calificaría el nivel de alfabetización digital y comprensión básica de aplicaciones de inteligencia artificial de su personal operativo?* 49
Figura 14 *¿Cuál es el grado de adaptación de su personal a las aplicaciones basadas en inteligencia artificial implementadas por la empresa?* 52

Índice de anexos

Anexo 1. *Cuestionario para medir nivel de automatización con inteligencia artificial..... 76*
Anexo 2. *Ficha de recolección de datos - Desempeño Productivo..... 82*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la inteligencia artificial y la automatización vienen transformando los procesos empresariales al facilitar el análisis de datos, la optimización de recursos y la mejora de la eficiencia operativa. En el sector transporte, estas tecnologías pueden contribuir a reducir costos, mejorar la planificación de rutas y fortalecer el desempeño de las empresas; sin embargo, su adopción en las MYPES de Arequipa aún es limitada por factores económicos, tecnológicos y de capacitación.

La presente investigación analiza esta problemática desde un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, diseño no experimental, corte transversal y nivel correlacional, con el propósito de establecer la asociación entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo en las MYPES del sector transporte de Arequipa durante 2024. Para ello, se consideró una muestra de 25 empresas y se evaluaron tanto la adopción de IA como indicadores vinculados con costos, recursos tecnológicos y eficiencia operacional.

El primer capítulo desarrolla el problema de investigación, las interrogantes, los objetivos, la justificación y las limitaciones. El segundo capítulo presenta las bases teóricas, la operacionalización de las variables y las hipótesis. El tercer capítulo describe la metodología, la población, la muestra, los instrumentos y el procedimiento de recolección y análisis de datos. Finalmente, el cuarto capítulo expone los resultados descriptivos e inferenciales y su correspondiente discusión.

En conclusión, el estudio permite conocer el nivel de incorporación de inteligencia artificial en las MYPES del transporte arequipeño y su asociación con el desempeño productivo, aportando información útil para orientar decisiones relacionadas con la adopción tecnológica, la optimización de procesos y el fortalecimiento de las capacidades del personal.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En la actualidad la automatización y la inteligencia artificial (IA) configuran el núcleo de la innovación empresarial, redefiniendo la manera en que se diseñan, implementan y supervisan los procesos productivos; la automatización comprende la utilización de tecnologías y sistemas capaces de ejecutar tareas con mínima intervención humana, mientras que la IA añade facultades de aprendizaje, razonamiento y toma de decisiones basadas en datos (Reyes et al., 2024). Ambas variables dinámicas inciden directamente en la eficiencia operativa, la reducción de tiempos muertos y el aprovechamiento óptimo de recursos. En el ámbito de las MYPES, que suelen contar con recursos limitados y estructuras organizativas flexibles, estas tecnologías pueden representar una oportunidad para incrementar la productividad, mejorar la calidad de sus productos y servicios, y fortalecer su posición competitiva en mercados cada vez más globalizados (Gutarra & Valente, 2018).

A nivel global, la IA ha sido catalogada como una Tecnología de Uso General (GPT) que, al igual que el vapor o la electricidad en revoluciones pasadas, posee un carácter transversal capaz de transformar sectores tan diversos como salud, transporte, finanzas y manufactura; sin embargo, pese a su potencial, la evidencia empírica sugiere que, por el momento, los impactos agregados en productividad son moderados: en Europa se estiman ganancias de productividad total de factores (PTF) de entre 3 % y 7 % durante la próxima década gracias a la IA, y en Japón rondan el 0.6% de incremento de la productividad. Esta brecha es un reflejo tanto de la diversidad entre los ecosistemas digitales como de los cuellos de botella en cuanto a adopción y gobernanza. Además, la tasa de penetración de la PYME de IA en las economías desarrolladas no sobrepasa el 30 %, lo que indica barreras de acceso a infraestructura, talento especializado y altos

costos iniciales. Como resultado, existe una división en aumento entre las 'mejores' empresas adoptantes de tecnología y aquellas que se quedan atrás, que continúa ampliando la brecha en productividad y riesgo de obsolescencia competitiva (Doménech et al., 2025). A esta desigualdad tecnológica se suma la concentración de la inversión en IA: sólo 100 empresas detentan más del 40 % de la inversión mundial en I+D empresarial, y se proyecta que la inversión en IA se duplique hasta alcanzar los 200 000 millones de dólares entre 2022 y 2025, concentrándose en países y conglomerados tecnológicamente avanzados. Además, barreras como la falta de habilidades especializadas, señalada por el 40 % de los empleadores en sectores clave, los elevados costos de implementación y la carencia de infraestructuras adecuadas limitan la difusión de la IA en el tejido de las MYPES del sector transporte. Este desequilibrio no sólo perpetúa disparidades en eficiencia y competitividad, sino que también pone en riesgo la sobrevivencia de numerosas MYPES del sector transporte frente a un entorno económico cada vez más digitalizado y dominado por empresas tecnológicamente robustas (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), 2025).

En Perú, las MYPES constituyen más del 93% del entramado empresarial y aportan alrededor del 20 % del PBI, aun cuando su capacidad de generar valor agregado es limitada (Ministerio de la Producción, 2024a). Un análisis reciente del BID y la OIT reporta que entre el 26 % y el 38 % de los empleos regionales se verán influenciados por la IA generativa, y solo entre el 8 % y el 14 % de los puestos mejorarán notablemente su productividad, mientras que entre el 2 % y el 5 % tendrán automatización total. No obstante, la mayoría de estos avances se concentran en empresas de mayor tamaño y en entornos urbanos consolidados; el Perú figura como 'explorador' en el Índice Latinoamericano de IA 2024, lo que indica un nivel incipiente de adopción en

comparación con pioneros como Chile o Brasil (Tejedor, 2025). Asimismo, el Estado peruano, a través de ProInnóvate, ha comprometido S/ 20.6 millones para cofinanciar proyectos de digitalización empresarial en 2024, beneficiando a más de 150 emprendimientos innovadores; sin embargo, la baja penetración de IA en las MYPES del sector transporte evidencia la necesidad de estudios diagnósticos que identifiquen barreras específicas, como la falta de infraestructura, limitaciones en capital humano calificado y escasez de incentivos financieros (Ministerio de la Producción, 2024b).

A nivel regional, en Arequipa con 1 578 244 habitantes y una PEA de 728 000 trabajadores, existen 132 668 empresas formales, de las cuales el 94.8 % son MYPES concentradas en comercio y servicios (85.1 %) pero con un 70.3 % de informalidad estructural; entre enero y abril de 2024 el PBI regional se contrajo en 1.7 % con relación al año anterior, mostrando cuellos de botella productivos en sectores estratégicos, como la minería y la agroindustria (Ministerio de la Producción, 2025). La alta informalidad, la escasa inversión en infraestructura digital y la falta de programas de capacitación especializados limitan la adopción de automatización e IA, dejando a las MYPES locales en procesos manuales, con elevados costos operativos y bajos niveles de productividad (Instituto Peruano de Economía (IPE), 2024). En el departamento de Arequipa actualmente hay 206 MYPES del sector de transporte que incluyen la modalidad de carga por carretera, de las cuales 195 se dedican exclusivamente al transporte terrestre (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT], 2025). Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Detalle de MYPES por sector de transporte en Arequipa

Tipo de transporte	Cuenta de N°
Carretera/Terrestre	195
Ferroviaria Carretera/Terrestre	8
Fluvial Carretera/Terrestre	1
Marítimo Aérea Carretera/Terrestre	1
Marítimo Carretera/Terrestre	1
Total general	**206**

Nota. Adaptado de *Padrón de empresas de servicio de transporte*, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2025. (https://www.sunat.gob.pe/padronesnotificaciones/controlBienesFiscalizados/empServTransporte/servicioTransporte.pdf)

Estas MYPES del sector transporte enfrentan un doble problema: la llegada de la automatización basada en inteligencia artificial promete aumentar la productividad, pero la adopción es baja por barreras de capacitación, costos y alta informalidad; además la infraestructura institucional y la fragmentación del sistema de transporte dificultan su implementación efectiva, lo que provoca brechas competitivas y riesgo de desplazamiento laboral sin políticas de apoyo técnico y financiero (Velásquez, 2025). Esta realidad demanda intervenciones públicas y capacitación determinada para que la automatización sea un factor de mejora en la eficiencia y no de aumento en la vulnerabilidad de las MYPES arequipeñas. (EuroClima, 2022).

Las 195 MYPES de transporte terrestre en Arequipa (Ver

Tabla 1) tienen una baja productividad en su operatividad: altos costos 30-40%, desperdician el 40% de su capacidad de carga, y fallan en el 25-30% de sus entregas debido a la gestión manual. El problema particular es que no existen sistemas de optimización de ruta y consolidación de carga basados en tecnología. Se desconoce si algoritmos de inteligencia artificial pueden reducir estos indicadores mediante optimización automática de rutas, asignación inteligente de carga y predicción de demanda para mejorar su competitividad.

1.2. Interrogantes

1.2.1. Problema general

¿Qué asociación existe entre el nivel de automatización con IA y el desempeño productivo en MYPES del sector transporte arequipeño, 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo se asocia la implementación de sistemas de IA con la estructura de costos operacionales en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024?
- ¿En qué medida se asocia la adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial con la optimización de recursos tecnológicos en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024?
- ¿Qué asociación existe entre la capacitación tecnológica del personal y la eficiencia operacional en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo general

Establecer la asociación entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo en MYPES del sector transporte arequipeño, 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Examinar cómo se asocia la implementación de sistemas de IA con la estructura de costos operacionales en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.
- Medir la vinculación entre adopción de aplicaciones operativas basadas en IA y la optimización de recursos tecnológicos en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.
- Describir la asociación entre capacitación tecnológica del personal y la eficiencia operacional en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.

1.4. Justificación de la investigación

El estudio es relevante para contribuir a cerrar la brecha de productividad dentro de las diferentes empresas del sector transporte ya que únicamente el 30% de ellas adopta los sistemas IA y de automatización para ayudar a su competitividad. Dicho análisis presenta de qué manera la integración tecnológica puede generar crecimiento y resiliencia en mercados digitalizados (Hokmabadi et al., 2024). Se establecen barreras y necesidades concretas para la región arequipeña y esto se oriente a programas de formación y políticas de apoyo lo que busca fortalecer la percepción de la utilidad de los sistemas IA y minimizar su complejidad para las empresas (Pedraza, 2023). La contribución teórica consiste en brindar pautas para una adopción tecnológica eficiente.

La investigación tiene justificación para su realización en cuanto a lo que contribuye en el mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad regional de las MYPES.

De forma práctica, la investigación permite determinar qué estrategias específicas podrían permitir a las MYPES de Arequipa enfrentar los retos de la automatización y la inteligencia artificial en sus procesos productivos (es decir, con qué estrategias podrían enfrentar los retos de la automatización y la inteligencia artificial en sus operaciones diarias). Estas estrategias permiten tratar problemas específicos en un entorno local considerando sus singulares condiciones (Alviry, 2022). Al proporcionar recomendaciones específicas para cada región se tiene un impacto directo en la mejora de los procesos internos lo que permite utilización eficaz de los recursos de una mejor organización. La implementación de tecnología puede facilitar la innovación y diferenciación competitiva, así como impulsar una cultura de perfeccionamiento en las compañías. La formación y el desarrollo de habilidades digitales en el personal se convierten en claves para factores como la sostenibilidad. La investigación por ello ofrece herramientas de trabajo prácticas para el crecimiento empresarial en Arequipa.

Desde la perspectiva económica el análisis planteado permitirá mostrar cómo la adopción de tecnologías inteligentes puede traducirse en la disminución de los costos de operación y por consiguiente una mayor rentabilidad. Esta perspectiva práctica económica ofrece claras justificaciones para la inversión en tecnología demostrando compañías un eventual retorno económico y un aporte a su desarrollo regional mediante la dinamización de los mercados y la generación de empleo. La disminución de costos junto con el aumento de eficiencia contribuye a fortalecer la posición competitiva de las MYPES. También la IA puede ayudar en la toma de mejora de decisiones por medio de un uso responsable de datos. Es por lo que la investigación resalta la necesidad de invertir en tecnología para lograr una sustentabilidad financiera ya que de este modo se

promueva un crecimiento económico inclusivo y sostenido para las empresas en la región.

Por último, desde el enfoque social, la investigación promueve el fortalecimiento de las competencias laborales y la adaptación del capital humano a entornos digitales, abriendo oportunidades de capacitación y reconversión profesional para las personas trabajadoras. Esto permite que el talento local se mantenga actualizado y competitivo. El desarrollo de habilidades tecnológicas mejora la empleabilidad y la movilidad laboral en la región. Además, incentiva la creación de nuevos perfiles profesionales acordes a las demandas de la economía digital. La integración de la inteligencia artificial puede contribuir a una inclusión más equitativa en el mercado laboral. El acceso a tecnología y formación reduce las brechas sociales y digitales existentes. Por ello el impacto social de la investigación favorecerá la mejora en la calidad de vida y la cohesión con la En conjunto con una transformación positiva y duradera en el aspecto empresarial y social dentro de la comunidad arequipeña.

La razón por la que la investigación se concentra en el año 2024 es que es el año más reciente para con datos consolidados y verificables para la estructura del estudio. Este periodo es un punto de inflexión en la consolidación de tecnologías de inteligencia artificial aplicada en transporte en MYPES latinoamericanas, considerando como información de base el padrón SUNAT actualizado al diciembre 2024. El análisis retrospectivo desde 2025 posibilita evaluar un ciclo completo anual, con lo que se evitan sesgos estacionales y se asegura contar con datos auditables para utilizar como línea base previa a políticas de digitalización.

1.5. Limitaciones de la investigación

- La investigación podría haberse obstaculizado también por limitado acceso a datos actualizados y precisos en relación con la adopción de las herramientas indicadas en la investigación.
- Por el tamaño del sector, el nivel de madurez digital y la capacidad de inmersión la variedad dificulta la generalización de resultados y pueda hacer que los lineamientos sólo sean útiles en casos concretos.
- Las continuas mejoras en los sistemas IA, así como su automatización pueden conducir al agotamiento de resultados y recomendaciones en un periodo corto de tiempo.
- Las personas encuestadas pueden verse inclinadas a dar respuestas según percepciones no tan acertadas afectando la objetividad de los datos.
- La cantidad de Recursos Humanos dinero y logística que endurecen el tamaño de la muestra y el alcance de la labor en el campo.
- La modificación de la regulación, políticas públicas o condiciones económicas regionales puede afectar la difusión tecnológica y hacer aún más difícil analizar la asociación de la IA y la automatización.

CAPÍTULO II

2. BASES TEÓRICAS E HIPÓTESIS

2.1. Definiciones de las variables

2.1.1. Automatización con Inteligencia Artificial

Se trata de la implementación de algoritmos que puedan ayudar en el desarrollo de las tareas que tradicionalmente serían ejecutadas por personas por medio de la inclusión de componentes de aprendizaje automático, visión artificial y procesamiento del lenguaje natural para analizar información y decidir cómo actuar. Conceptualmente, combina la lógica de automatización tradicional con capacidades cognitivas que permiten observación, predicción y adaptación continua, reconfigurando responsabilidades y niveles de supervisión humana de forma segura (Patrício et al., 2024). La automatización inteligente agrega capacidades predictivas y de toma de decisiones en tiempo real, utilizando modelos estadísticos y redes neuronales, que le permiten desde clasificar automáticamente documentos hasta controlar robots colaborativos. Este paradigma disminuye la variabilidad operativa, mejora la seguridad y facilita la escalabilidad en operaciones complejas, pero requiere gobernanza de datos, validación de modelos y protocolos de intervención humana para preservar la confiabilidad y ética (Barbar et al., 2022).

Desde un punto de vista conceptual, la automatización basada en IA implica la fusión de tres capas: la adquisición y preparación de datos, modelos analíticos para extraer patrones, y un plano de ejecución que convierte decisiones en acciones; estas capas están unidas por lazos de retroalimentación para la actualización de modelos y reglas, lo cual admite adaptaciones a cambios ambientales o en la demanda. La literatura señala que las capacidades verdaderas emergen cuando la automatización se conecta con los procesos de la organización y con las capacidades humanas, dirigiéndose hacia

la colaboración hombre-máquina en lugar de sustitución plena con adopción responsable por empresas (Esposito et al., 2024).

En la presente investigación se diferencia la automatización digital convencional de la automatización basada en inteligencia artificial. La automatización digital convencional comprende sistemas que ejecutan reglas previamente programadas sin aprender de los datos, como hojas de cálculo, software contable, sistemas ERP, facturación electrónica, GPS convencional, registros digitales y plataformas básicas de seguimiento. En cambio, la automatización con inteligencia artificial incorpora algoritmos capaces de reconocer patrones, generar predicciones, aprender a partir de datos o producir decisiones adaptativas. Por ello, únicamente se considerarán tecnologías de IA el aprendizaje automático, la analítica predictiva, la optimización dinámica de rutas, el mantenimiento predictivo, la visión artificial, el procesamiento del lenguaje natural y los asistentes o chatbots inteligentes. Los sistemas digitales que no posean estas capacidades serán clasificados como automatización convencional y no formarán parte del puntaje de la variable principal.

2.1.2. Dimensiones de la automatización mediante Inteligencia Artificial

2.1.2.1. Implementación de Sistemas de IA

Se define como el proceso de despliegue y uso de tecnologías de inteligencia artificial dentro de una organización, determinando su adopción, retorno de inversión y confianza (Peretz-Andersson et al., 2024). Esta dimensión se mide a través del número de sistemas puestos en práctica los tipos de tecnología aplicadas, el grado de integración de procesos operativos, la duración en el tiempo del uso continuo y el nivel de inversión de tecnología (Ångström et al., 2023; Nair et al., 2024), constituyendo elementos fundamentales para la transformación digital de las PYMES manufactureras.

2.1.2.2.Adopción de aplicaciones operativas basadas en IA

La adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial se refiere al grado en que la empresa utiliza algoritmos con capacidad de análisis predictivo, aprendizaje automático, reconocimiento de patrones o toma de decisiones adaptativa en sus procesos logísticos (Badghish & Soomro, 2024; Ghobakhloo et al., 2023). Esta dimensión excluye las herramientas digitales convencionales que funcionan mediante reglas fijas y se evalúa a partir del número de procesos que utilizan IA, su nivel de integración, frecuencia de uso, cobertura operacional y grado de sofisticación algorítmica (Russo, 2024).

2.1.2.3.Capacitación Tecnológica del Personal

Constituye el proceso sistemático de desarrollo de competencias digitales necesarias para la transformación organizacional abarcando habilidades técnicas y no técnicas esenciales para prosperar en entornos digitalizados (Bouwmans et al., 2024). Esta dimensión se evalúa mediante el número de capacitaciones realizadas, el porcentaje de personal capacitado en IA, las horas de formación por empleado, el nivel de alfabetización digital y el grado de adaptación a nuevas tecnologías (Labudova & Fodranova, 2024), considerando que el 60% de los empleados requerirán reentrenamiento debido a los avances tecnológicos (Bouwmans et al., 2024).

2.1.3. Desempeño Productivo

Representa la capacidad organizacional para utilizar eficientemente sus recursos con el fin de alcanzar objetivos estratégicos, maximizando la relación costo-beneficio y optimizando procesos operativos (Restrepo-Morales et al., 2023). Este constructo multidimensional integra aspectos financieros, operacionales y de eficiencia que determinan la competitividad empresarial (Abdul Wahab & Radmehr, 2024). En el

contexto de las PYMES, el desempeño productivo se manifiesta mediante la mejora en la estructura de costos, la optimización de recursos tecnológicos y la eficiencia operacional, elementos que conjuntamente configuran la sostenibilidad y crecimiento organizacional (Restrepo-Morales et al., 2023).

La evaluación del desempeño productivo debe basarse en indicadores objetivos y cuantificables que den cuenta de resultados tangibles de la actividad empresarial. Estos son algunos ejemplos: métricas de costos operacionales (costo por kilómetro, costo por servicio), indicadores de optimización tecnológica (consumo de combustible, disponibilidad de sistemas, uso de flotas) y medidas de eficiencia operacional (tiempo de entrega, tasa de entrega a tiempo, productividad diaria) (Cammeraat et al., 2024). La literatura evidencia que el desempeño productivo está significativamente influenciado por la asimilación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, que impacta positivamente en la productividad organizacional mediante la transformación de procesos internos y externos (Costa et al., 2024).

2.1.4. Dimensiones de Desempeño Productivo

2.1.4.1. Estructura de Costos Operacionales

Representa la configuración sistemática de gastos necesarios para mantener operaciones empresariales, determinando la eficiencia económica y sostenibilidad financiera organizacional (Njoku & Lee, 2025). Esta medida se mide a través de indicadores particulares: gasto operativo mensual total, porcentaje de ahorro en combustible (Zhang & Huang, 2023), costo del servicio por kilómetro recorrido (McGuire et al., 2023), coste por servicio prestado y ratio coste-ingreso operacional, dimensiones que reflejan la habilidad para gestionar recursos, la eficiencia operacional y la competitividad empresarial en mercados dinámicos.

2.1.4.2.Optimización de Recursos Tecnológicos

Es el proceso estratégico donde se persigue hacer el uso más eficiente y efectivo de los activos tecnológicos de una organización a través de la aplicación de inteligencia artificial y sistemas integrados (Peretz-Andersson et al., 2024). Esta dimensión se mide con los siguientes indicadores específicos: porcentaje en la reducción de consumo de combustible (Sun & Jung, 2024), tasa de disponibilidad de los sistemas tecnológicos, porcentaje de utilización de la flota vehicular (Seo et al., 2024), nivel de integración de sistemas digitales y eficacia en mantenimiento preventivo, indicadores que representan la habilidad de una organización para administrar sus recursos tecnológicos de manera sostenible.

2.1.4.3.Eficiencia Operacional

Representa la capacidad organizacional para maximizar resultados mediante la optimización de procesos, recursos y tiempo en las operaciones empresariales (Angelopoulos et al., 2023). Esta dimensión se evalúa mediante indicadores específicos: tiempo promedio de entrega de servicios (Kumar et al., 2025) índice de puntualidad en cumplimiento de horarios establecidos (Zhihuang & yuchen, 2025), productividad diaria medida por servicios completados (Kim et al., 2024), tasa de utilización efectiva de recursos disponibles y nivel de satisfacción del cliente con servicios prestados (Liu & Lai, 2025), métricas que reflejan el desempeño operativo integral organizacional.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 2.

Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
VARIABLE INDEPENDIENTE: Nivel de Automatización con Inteligencia Artificial	Grado de integración de tecnologías de inteligencia artificial y sistemas automatizados en los procesos operativos de las empresas, que permite la ejecución de tareas con mínima intervención humana mediante algoritmos de aprendizaje automático y análisis predictivo (Fajri et al., 2025).	Se medirá a través de tres dimensiones: implementación de sistemas de IA, adopción de aplicaciones operativas basadas en IA, y capacitación tecnológica del personal, utilizando un cuestionario estructurado aplicado a gerentes/administradores de MYPES del sector transporte en Arequipa.	**Dimensión 1: Implementación de Sistemas de IA**	Número de sistemas de IA implementados en la empresa Tipos de tecnologías de IA adoptadas (reconocimiento de patrones, análisis predictivo, automatización de rutas, mantenimiento predictivo) Grado de integración de sistemas de IA en procesos operativos Tiempo de uso continuo de sistemas de IA Nivel de inversión en tecnología de IA	Ordinal
			Dimensión 2: Adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial	Número de procesos logísticos que utilizan IA Nivel de integración de IA en gestión de flotas Nivel de integración de IA en planificación de rutas Nivel de integración de IA en mantenimiento predictivo Nivel de integración de IA en control y predicción de demanda	

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
				Frecuencia de uso de aplicaciones basadas en IA Porcentaje de operaciones apoyadas específicamente por IA Nivel de sofisticación algorítmica	
			Dimensión 3: Capacitación Tecnológica del Personal	Número de capacitaciones en IA realizadas en el último año Porcentaje de personal capacitado en uso de tecnologías de IA Horas de formación en tecnologías de IA por empleado Nivel de alfabetización digital del personal operativo Grado de adaptación del personal a nuevas tecnologías	
VARIABLE DEPENDIENTE: Desempeño Productivo	Capacidad de una organización para utilizar eficientemente sus recursos (financieros, tecnológicos y operativos) con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos, maximizando la relación costo-beneficio y la	Se medirá a través de tres dimensiones: estructura de costos operacionales, optimización de recursos tecnológicos, y eficiencia operacional, mediante ficha de recolección de datos aplicada a registros documentales, sistemas de información y reportes operacionales de MYPES del sector transporte en Arequipa.	**Dimensión 1: Estructura de Costos Operacionales**	Costo operacional mensual promedio (en soles) Porcentaje de reducción de costos de combustible en el último año Costo por kilómetro recorrido (soles/km) Costo por servicio de transporte completado (soles/servicio) Relación costo-ingreso operacional (ratio)	Razón
			Dimensión 2: Optimización de Recursos Tecnológicos	Tiempo promedio de respuesta de sistemas tecnológicos (minutos) Porcentaje de disponibilidad de sistemas tecnológicos (uptime %)	

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
	optimización de procesos mediante indicadores objetivos y cuantificables (Goga et al., 2024).			Consumo de combustible por cada 100 km recorridos (litros/100km) Número de fallas técnicas registradas mensualmente Porcentaje de utilización de capacidad instalada de flota (%)	
			Dimensión 3: Eficiencia Operacional	Tiempo promedio de entrega de servicios (horas) Índice de puntualidad en entregas (% de entregas a tiempo) Lead time promedio de despacho (tiempo desde solicitud hasta entrega en horas) Número de errores en guías de remisión por mes Índice de productividad operacional (servicios completados/día)	

2.3. Hipótesis de la investigación

2.3.1. Hipótesis general

H_a: Existe una asociación significativa entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo en MYPES del sector transporte arequipeño, 2024.

2.3.2. Hipótesis especificas

- Existe una asociación significativa entre la implementación de sistemas de inteligencia artificial y la estructura de costos operacionales en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.
- Existe una asociación significativa entre la adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial y la optimización de recursos tecnológicos en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.
- Existe una asociación significativa entre la capacitación tecnológica del personal y la eficiencia operacional en MYPES del sector transporte de Arequipa, 2024.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1. Tipo, enfoque, diseño y nivel de investigación

La investigación aplicada genera conocimiento para resolver problemas concretos mediante soluciones prácticas (Arias et al., 2022). Esta investigación es aplicada porque busca resolver problemas específicos de implementación de IA en MYPES del sector transporte, generando conocimiento útil para mejorar desempeño productivo mediante optimización de recursos, reducción de costos y mejora de eficiencia operacional.

El método cuantitativo emplea la recopilación y análisis de datos numéricos para poner a prueba hipótesis a través de la medición estadística (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020). Esta investigación es de enfoque cuantitativo, ya que utiliza una ficha para la recolección de datos aplicada a registros documentales, para cuantificar de manera objetiva indicadores numéricos como son los costos operativos, porcentajes de reducción y tasas de eficiencia en MYPES del sector transporte arequipeño.

El nivel correlacional permite determinar el grado de asociación existente entre dos o más variables sin establecer relaciones causales directas (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2020). En ese sentido, la presente investigación es de nivel correlacional, debido a que busca analizar la asociación entre el nivel de automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo de las MYPES del sector transporte en Arequipa.

El alcance define límites espaciales, temporales y temáticos del estudio (Arias-Gómez et al., 2016). Esta investigación presenta alcance transversal recolectando datos en momento específico; alcance local-regional delimitado a MYPES del sector transporte en Arequipa; y alcance sectorial específico focalizándose exclusivamente en

sector transporte, permitiendo análisis detallado de particularidades operacionales y tecnológicas.

La investigación presentó un diseño no experimental de corte transversal, debido a que las variables fueron observadas en su contexto natural, sin manipulación deliberada, y la información correspondió al periodo 2024. Asimismo, fue de nivel correlacional, puesto que se analizó el grado de asociación entre la automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo, sin establecer relaciones de causalidad.

3.2. Campo de verificación

3.2.1. Delimitación geográfica y temporal

La presente investigación se circunscribe geográficamente al departamento de Arequipa, considerando su relevancia como segundo polo económico del Perú. Según el Censo Nacional 2017, el departamento cuenta con 1,382,730 habitantes, representando el 4.1% de la población nacional (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2018). Arequipa registró 132,185 MYPES formales, de las cuales el 95.1% son microempresas (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2025).

El estudio se desarrolló durante 2024, permitiendo analizar la implementación reciente de inteligencia artificial en las MYPES del área de transporte del departamento de Arequipa.

3.2.2. Población y diseño muestral

La población de investigación se define como el conjunto total de elementos, unidades de análisis o sujetos que comparten características comunes y específicas establecidas por los criterios de inclusión del estudio, constituyendo el universo de interés sobre el cual se pretende generalizar los resultados de la investigación y del cual

se extraerá la muestra representativa para la recolección de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2020). La población debe estar claramente delimitada en términos de contenido (características que deben cumplir las unidades), lugar (ubicación geográfica) y tiempo (periodo temporal de estudio), permitiendo identificar con precisión qué elementos forman parte del universo investigativo y cuáles quedan excluidos del mismo (Arias et al., 2022).

En coherencia con el objetivo general de establecer la asociación entre la automatización con inteligencia artificial y el desempeño productivo, así como con los objetivos específicos orientados a analizar la vinculación entre sus dimensiones, la población estuvo conformada por 195 MYPES dedicadas exclusivamente al transporte terrestre e inscritas en el Padrón de Empresas de Servicio de Transporte del departamento de Arequipa (SUNAT, 2025).

Estas empresas se distribuyen en diversos distritos y tipos de transporte, como se detalla a continuación:

Tabla 3.

Distribución de empresas del sector transporte por tipo y distrito en el departamento de Arequipa

Tipo de transporte	Distrito	N° Empresas
Carretera/Terrestre	Alto Selva Alegre	4
	Arequipa	9
	Callalli	1
	Caravelí	1
	Caylloma	1
	Cayma	10
	Cerro Colorado	57
	Chala	2
	Chiguata	2
	Cocachacra	1
	Islay	1
	Jacobo Hunter	4
	José Luis Bustamante y Rivero	14

Majes	1
Mariano Melgar	10
Miraflores	5
Paucarpata	27
Sachaca	8
Socabaya	4
Uchumayo	4
Uraca	1
Yanahuara	6
Yura	22
Total	195

Nota. Adaptado de *Padrón de empresas de servicio de transporte*, por Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2025. (https://www.sunat.gob.pe/padronesnotificaciones/controlBienesFiscalizados/empServTransporte/servicioTransporte.pdf)

La estimación del tamaño de muestra es un proceso metodológico clave que define la cantidad de unidades de análisis que deben seleccionarse de la población de interés para determinar resultados válidos, confiables y generalizables que balanceen los criterios de precisión estadística, recursos disponibles y factibilidad operativa de la investigación (Monti et al., 2024). En cuanto a este estudio, la muestra se compuso de 25 empresas del rubro transporte, elegidas entre un universo de 195 empresas inscritas en el Padrón de Empresas de Servicio de Transporte del departamento de Arequipa (SUNAT, 2025).

Para la determinación del tamaño muestral se aplicó la fórmula estadística para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), una proporción esperada del 50% ($p = 0.50$), que maximiza la varianza y proporciona el tamaño muestral más conservador cuando no se dispone de información previa sobre la proporción poblacional, y $e = 0.1835$, margen de error efectivo equivalente al 18.35 %, el cual resulta aceptable para estudios exploratorios-descriptivos en el ámbito de las micro y pequeñas empresas donde las limitaciones de accesibilidad, recursos y tiempo justifican márgenes de error más amplios sin comprometer la validez de las conclusiones (Lenberg et al., 2023). La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} = \frac{195 \cdot 1.96^2 \cdot 0.50 \cdot 0.50}{0.1835^2(195-1) + 1.96^2 \cdot 0.50 \cdot 0.50} = 24.99 \cong 25$$

Donde:

- **N** = 195 (tamaño de la población total de empresas de transporte terrestre en Arequipa)
- **Z** = 1.96 (valor correspondiente al nivel de confianza del 95%)
- **p** = 0.50 (proporción esperada de empresas que cumplen con la característica de interés)
- **q** = 0.50 (proporción complementaria, donde q = 1 - p)
- e = 0.1835, margen de error efectivo equivalente al 18,35 %

El cálculo determinó una muestra de 25 empresas, con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error efectivo de 18.35 %. A continuación, los criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión

- Registro oficial actualizado
- Localización geográfica claramente definida
- Estado operativo vigente y activo
- Cumplimiento de los requisitos mínimos de antigüedad
- Clasificación como Micro y Pequeña Empresa (MYPE)
- Disponibilidad transparente de información relevante

Criterios de Exclusión

- Situación legal no regularizada

- Empresas recientemente constituidas
- Ausencia de respuesta o colaboración
- Empresas con operaciones principalmente fuera de Arequipa

El tamaño muestral de 25 empresas representó el 12,82 % de la población total de 195 MYPES de transporte terrestre. Con un nivel de confianza del 95 %, la muestra presentó un margen de error efectivo de 18,35 %. En consecuencia, los resultados permiten analizar las asociaciones existentes en las unidades estudiadas, aunque deben interpretarse considerando la precisión muestral alcanzada y evitando generalizaciones absolutas a toda la población (Arias et al., 2022).

En este estudio, se utilizó un muestreo probabilístico estratificado proporcional, que implicaba dividir la población heterogénea en estratos homogéneos basados en características importantes y luego seleccionar proporcionalmente unidades muestrales de cada estrato, asegurando representatividad y reduciendo el error muestral en comparación con el muestreo aleatorio simple (Iqbal et al., 2024).

El estrato se determinó en función de la ubicación geográfica por distrito, debido a su impacto en los procesos operativos, acceso a tecnologías y dinámicas competitivas, que garantiza la validez y diversidad contextual del análisis (Sharma et al., 2024).

La asignación del tamaño muestral a cada estrato se realizó mediante el método de **afijación proporcional**, utilizando la siguiente fórmula:

$$n_i = n \cdot \frac{N_i}{N}$$

Donde:

- n_i = tamaño de la muestra del estrato i (número de empresas a seleccionar en cada distrito)

- n = tamaño total de la muestra (25 empresas)
- N_i= tamaño de la población del estrato i (número total de empresas en cada distrito)
- N = tamaño total de la población (195 empresas)

Esta asignación proporcional garantiza que cada distrito contribuya a la muestra en la misma proporción que representa en la población total, manteniendo la estructura poblacional y maximizando la representatividad estadística de los resultados (Pescott et al., 2025). La distribución resultante de la muestra por estratos como se muestra a continuación.

Tabla 4.

Distribución de la muestra estratificada por distrito en el departamento de Arequipa

Distrito	N° Empresas	Proporción	Muestra
Alto Selva Alegre	4	2.05%	1
Arequipa	9	4.62%	1
Cayma	10	5.13%	1
Cerro Colorado	57	29.23%	7
Jacobo Hunter	4	2.05%	1
José Luis Bustamante y Rivero	14	7.18%	2
Mariano Melgar	10	5.13%	1
Miraflores	5	2.56%	1
Paucarpata	27	13.85%	3
Sachaca	8	4.10%	1
Socabaya	4	2.05%	1
Uchumayo	4	2.05%	1
Yanahuara	6	3.08%	1
Yura	22	11.28%	3
*Otros distritos	11	5.64%	0
Total	**195**	**100.00%**	**25**

Nota. * Otros distritos incluye: Callalli, Caravelí, Caylloma, Chala, Chiguata, Cocachacra, Islay, Majes y Uraca, los cuales no fueron considerados en la muestra debido a que su afijación proporcional fue igual a 0. Elaboración propia basada en datos de SUNAT (2025).

3.3. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

Según Vizcaíno et al. (2023) un instrumento de recolección de datos puede definirse como una herramienta metodológica que permite al investigador obtener información sistemática, válida y confiable sobre las variables de estudio, facilitando la medición objetiva de los fenómenos investigados mediante un conjunto estructurado de preguntas o ítems que responden a indicadores previamente establecidos. Para la codificación del instrumento se consideraron aplicaciones de inteligencia artificial únicamente aquellas que incorporaban aprendizaje automático, analítica predictiva, reconocimiento de patrones, optimización dinámica, mantenimiento predictivo, visión artificial, procesamiento del lenguaje natural o decisiones adaptativas. El GPS convencional, las hojas de cálculo, los sistemas ERP básicos, el software contable y las plataformas que funcionaban mediante reglas fijas fueron clasificados como automatización digital convencional y no recibieron puntuación como IA. Cuando una empresa indicó que no utilizaba ninguna tecnología basada en IA, los ítems vinculados con número de procesos, frecuencia, cobertura operacional y sofisticación fueron codificados con valor cero.

Este primer instrumento es un cuestionario estructurado de 15 ítems que será dirigido a los gerentes generales o encargados operativos a una sola respuesta por empresa de las 25 MYPES de transporte terrestre que se encuentran registradas en SUNAT-Arequipa, conforme al enfoque metodológico de Hernández-Sampieri & Mendoza (2020). El instrumento tiene tres dimensiones: Implementación de Sistemas de IA (número, tipo, integración tecnológica), Adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial (procesos automatizados, nivel operativo) y Formación Tecnológica del Personal (formación, alfabetización digital). La recolección se realizó mediante encuestas presenciales en las instalaciones empresariales, requiriendo 15-20

minutos por encuesta, según estructura del Anexo 1. *Cuestionario para medir nivel de automatización con inteligencia artificial*.

El segundo instrumento corresponde a una ficha estructurada de 15 ítems que será completada mediante análisis documental de registros contables, operativos y administrativos de cada MYPE, siguiendo el método de recolección de datos secundarios propuesto por Arias (2021) y Guevara et al. (2020). La dimensión Estructura de Costos Operacionales se extrajo de estados financieros, facturas de combustible y registros contables mensuales. La dimensión Optimización de Recursos Tecnológicos se obtuvo de reportes de mantenimiento, bitácoras de operación vehicular y sistemas de control de flota. La dimensión Eficiencia Operacional se registró desde guías de remisión, órdenes de servicio, hojas de ruta y documentos de despacho. Como se evidencia en Anexo 2. *Ficha de recolección de datos - Desempeño Productivo*.

3.4. Estrategias de recolección de datos

La recolección de datos seguirá un procedimiento metódico, iniciando con la validación de los instrumentos por juicio de expertos y el cálculo del alfa de Cronbach para confiabilidad. Se gestionarán permisos y un cronograma adecuado. Los cuestionarios serán aplicados presencial o virtualmente, según preferencia organizacional, asegurando confidencialidad y consentimiento informado de los participantes en todo momento durante el proceso.

Se empleará el software estadístico SPSS v27 para el tratamiento y análisis de la información obtenida, con el fin de realizar análisis descriptivos e inferenciales. En el nivel descriptivo se realizarán los cálculos de frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, varianza) para cada variable y dimensión, con el fin de describirlas.

Para evaluar la distribución de los datos se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, considerando que la muestra estuvo conformada por 25 empresas. Cuando la significancia fue inferior a 0.05, se consideró que los datos no presentaban distribución normal. En consecuencia, para contrastar las hipótesis se empleó el coeficiente Rho de Spearman, con un nivel de confianza del 95 % y un nivel de significancia de 0.05.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados descriptivos

A continuación, se presentan los resultados descriptivos obtenidos mediante el cuestionario aplicado a las 25 MYPES del sector transporte arequipeño.

Tabla 5

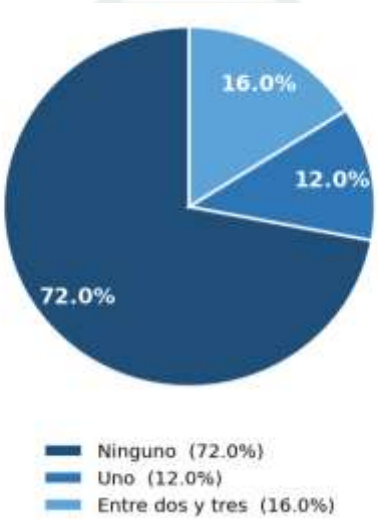
¿Cuántos sistemas de inteligencia artificial ha implementado su empresa actualmente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ninguno	18	72,00%	72,00%
Uno	3	12,00%	84,00%
Entre dos y tres	4	16,00%	100,00%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 1

¿Cuántos sistemas de inteligencia artificial ha implementado su empresa actualmente?



Nota. Elaboración propia

El 72,0% de las empresas encuestadas no ha implementado ningún sistema de inteligencia artificial, lo que revela una adopción tecnológica muy incipiente en el sector. Solo el 12,0% cuenta con un sistema y el 16,0% con entre dos y tres. En conjunto, apenas el 28,0% de las organizaciones ha dado pasos concretos hacia la incorporación de IA, evidenciando una brecha significativa en la transformación digital del sector logístico analizado.

Tabla 6

¿Cuántos tipos de tecnologías de IA ha adoptado su empresa?

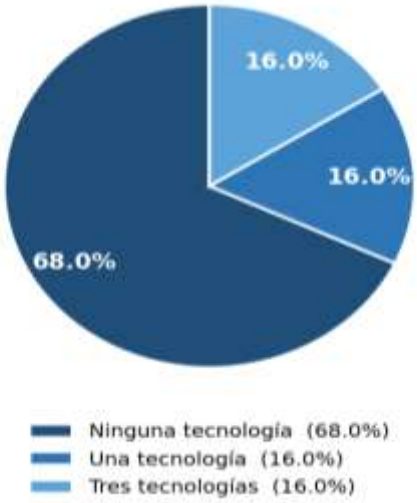
	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje acumulado**
Ninguna tecnología	17	68,0%	68,0%
Una tecnología	4	16,0%	84,0%
Tres tecnologías	4	16,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

La diferencia de cuatro puntos porcentuales respecto a la implementación de sistemas se explica porque una empresa manifestó utilizar una aplicación de IA en fase experimental, aunque todavía no la reconocía como un sistema completamente implementado dentro de su estructura operativa.

Figura 2

¿Cuántos tipos de tecnologías de IA ha adoptado su empresa?



Nota. Elaboración propia

El 68,0% de las empresas no ha adoptado ningún tipo de tecnología de inteligencia artificial, confirmando una tendencia generalizada de rezago tecnológico. El 16,0% utiliza una sola tecnología y otro 16,0% ha incorporado tres tipos distintos, mostrando una distribución polarizada. La ausencia de opciones intermedias sugiere que quienes inician la adopción de IA tienden a diversificar rápidamente sus herramientas tecnológicas.

Tabla 7

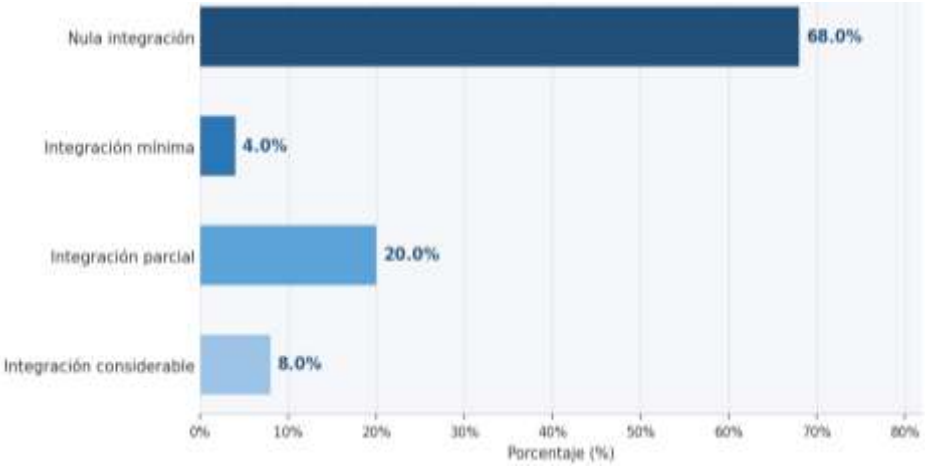
¿Cuál es el grado de integración de sistemas de IA en sus procesos operativos?

	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje acumulado**
Nula integración - No utilizamos IA	17	68,0%	68,0%
Integración mínima - Uso experimental aislado	1	4,0%	72,0%
Integración parcial - Algunos procesos específicos	5	20,0%	92,0%
Integración considerable - Mayoría de procesos principales	2	8,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 3

¿Cuál es el grado de integración de sistemas de IA en sus procesos operativos?



Nota. Elaboración propia

La mayoría absoluta, representada por el 68,0% de las empresas, reporta una nula integración de IA en sus procesos operativos. El 20,0% ha logrado una integración parcial en procesos específicos, mientras que apenas el 8,0% alcanza una integración considerable. Estos resultados evidencian que la inteligencia artificial aún no forma parte estructural de las operaciones en la mayor parte de las empresas del sector, permaneciendo como una herramienta marginal o inexistente.

Tabla 8

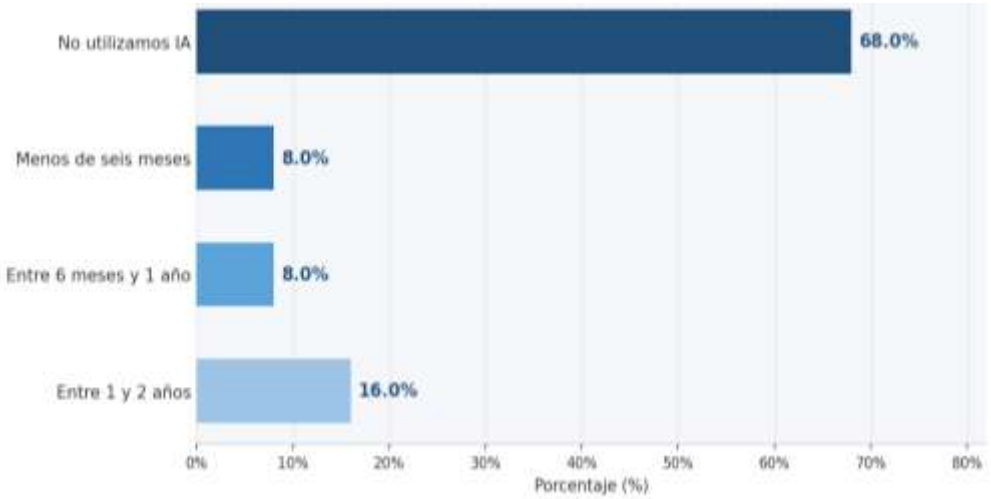
¿Cuánto tiempo lleva su empresa utilizando continuamente sistemas de IA?

	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje acumulado**
No utilizamos IA	17	68,0%	68,0%
Menos de seis meses	2	8,0%	76,0%
Entre seis meses y un año	2	8,0%	84,0%
Entre uno y dos años	4	16,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 4

¿Cuánto tiempo lleva su empresa utilizando continuamente sistemas de IA?



Nota. Elaboración propia

El 68,0% de las empresas no utiliza IA, lo cual es consistente con los hallazgos previos. Entre quienes sí la han adoptado, el 16,0% lleva entre uno y dos años de uso continuo, siendo el grupo más representativo dentro de los adoptantes. Los que llevan menos de seis meses y entre seis meses y un año representan el 8,0% cada uno. Esto indica que la adopción de IA en el sector es reciente y aún en etapas muy tempranas de maduración.

Tabla 9

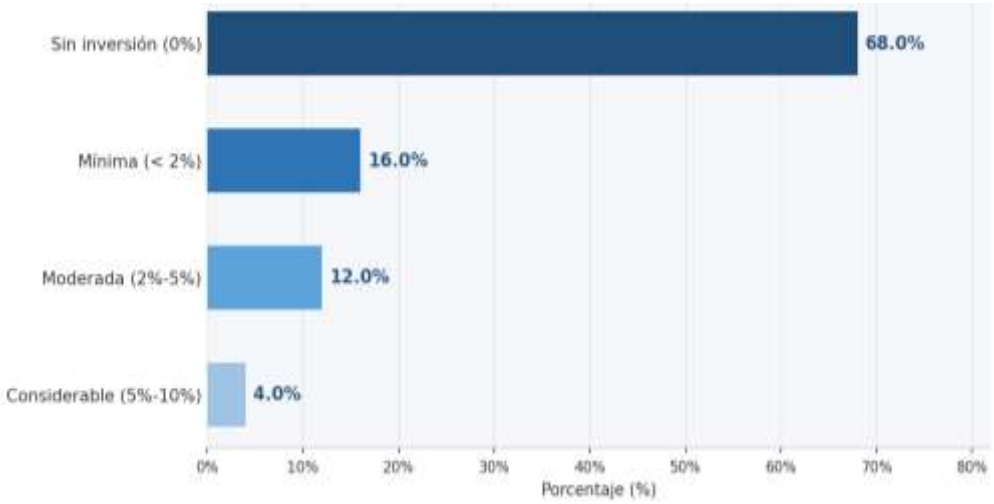
¿Cuál es el nivel de inversión anual en tecnología de IA respecto a sus ingresos totales?

	Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje acumulado**
Sin inversión (0%)	17	68,0%	68,0%
Mínima inversión (menos del 2%)	4	16,0%	84,0%
Inversión moderada (2% - 5%)	3	12,0%	96,0%
Inversión considerable (5% - 10%)	1	4,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 5

¿Cuál es el nivel de inversión anual en tecnología de IA respecto a sus ingresos totales?



Nota. Elaboración propia

El 68,0% de las empresas no destina ningún recurso económico a tecnología de inteligencia artificial, lo que refleja una prioridad presupuestaria muy baja hacia la innovación tecnológica. El 16,0% realiza una inversión mínima inferior al 2% y el 12,0% una inversión moderada. Únicamente el 4,0% invierte entre el 5% y 10% de sus ingresos, evidenciando que la IA aún no es considerada una inversión estratégica prioritaria en el sector.

Tabla 10

¿Cuántos procesos logísticos de su empresa utilizan tecnologías basadas en inteligencia artificial (aprendizaje automático, optimización predictiva, visión artificial, chatbots inteligentes o algoritmos de decisión)?

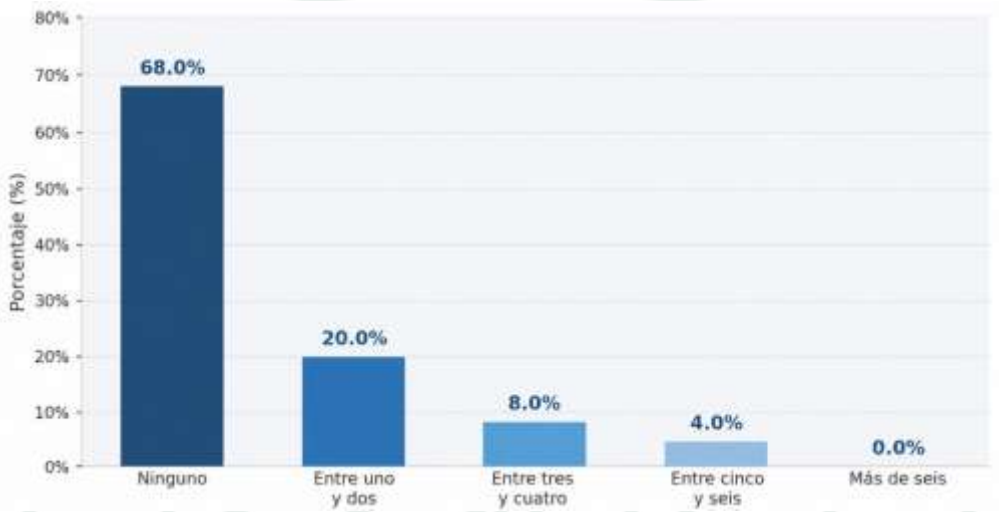
Número de procesos con IA	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ninguno	17	68,0 %	68,0 %
Entre uno y dos	5	20,0 %	88,0 %
Entre tres y cuatro	2	8,0 %	96,0 %
Entre cinco y seis	1	4,0 %	100,0 %
Más de seis	0	0,0 %	100,0 %

Total	**25**	**100,0 %**

Nota. Se consideraron únicamente procesos que utilizan aprendizaje automático, analítica predictiva, reconocimiento de patrones, mantenimiento predictivo, visión artificial, procesamiento del lenguaje natural o algoritmos adaptativos. No se incluyeron GPS convencional, hojas de cálculo, software contable ni sistemas digitales basados únicamente en reglas programadas.

Figura 6

¿Cuántos procesos logísticos de su empresa utilizan tecnologías basadas en inteligencia artificial (aprendizaje automático, optimización predictiva, visión artificial, chatbots inteligentes o algoritmos de decisión)?



Nota. Elaboración propia

El 68,0 % de las MYPES no utiliza aplicaciones basadas en inteligencia artificial en sus procesos logísticos, resultado coherente con la baja adopción observada en las preguntas precedentes. El 20% emplea IA en uno o dos procesos, mientras que solo el 12,0 % la utiliza en tres o más procesos. Estos resultados evidencian que la incorporación de IA todavía es incipiente y se concentra en actividades específicas.

Tabla 11

¿Cuál es el nivel de utilización de inteligencia artificial en los siguientes procesos operativos?

Proceso operativo	No utiliza IA	Uso experimental	Uso parcial	Uso frecuente	IA integrada	Total
Gestión y asignación de flotas	17 (68,0 %)	3 (12,0 %)	3 (12,0 %)	2 (8,0 %)	0 (0,0 %)	25

Optimización dinámica de rutas	17 (68,0 %)	2 (8,0 %)	4 (16,0 %)	2 (8,0 %)	0 (0,0 %)	25
Mantenimiento predictivo de vehículos	19 (76,0 %)	3 (12,0 %)	2 (8,0 %)	1 (4,0 %)	0 (0,0 %)	25
Predicción de demanda o carga	20 (80,0 %)	3 (12,0 %)	2 (8,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	25
Detección automática de fallas o anomalías	18 (72,0 %)	3 (12,0 %)	3 (12,0 %)	1 (4,0 %)	0 (0,0 %)	25

Nota. Los niveles fueron codificados como: no utiliza IA = 0; uso experimental = 1; uso parcial = 2; uso frecuente = 3; IA integrada = 4.

La utilización de inteligencia artificial se concentra principalmente en los niveles nulo y experimental. La optimización dinámica de rutas y la gestión de flotas presentan los mayores niveles relativos de adopción, aunque únicamente el 8,0 % de las empresas reporta un uso frecuente en cada proceso. La predicción de demanda registra el menor grado de incorporación, debido a que el 80,0 % no utiliza IA en esta actividad.

Tabla 12

¿Con qué frecuencia utiliza aplicaciones basadas específicamente en inteligencia artificial en sus operaciones?

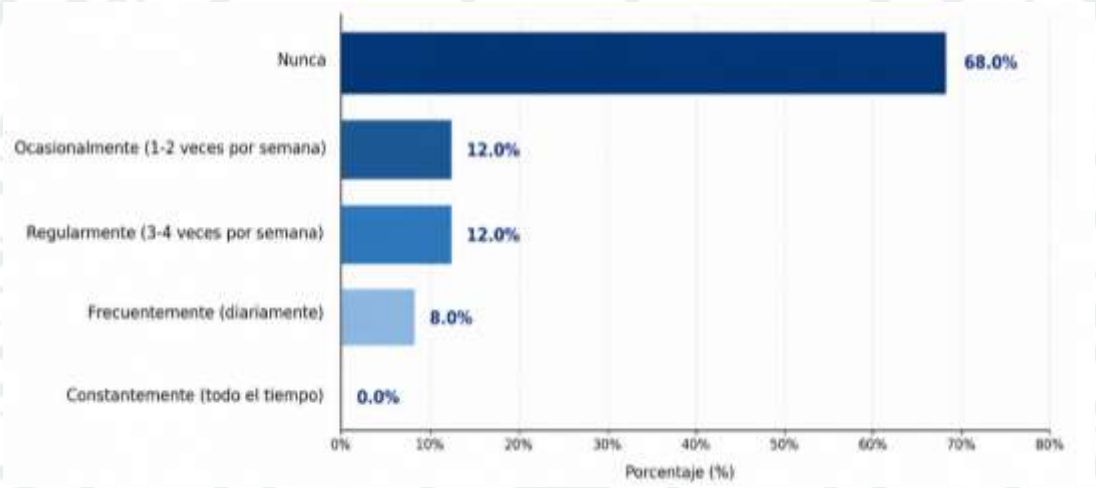
Frecuencia de uso	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Nunca	17	68,0 %	68,0 %
Ocasionalmente (1-2 veces por semana)	3	12,0 %	80,0 %
Regularmente (3-4 veces por semana)	3	12,0 %	92,0 %

Frecuentemente (diariamente)	2	8,0 %	100,0 %
Constantemente (todo el tiempo)	0	0,0 %	100,0 %
Total	**25**	**100,0 %**	

Nota. Elaboración propia

Figura 7

¿ Con qué frecuencia utiliza aplicaciones basadas específicamente en inteligencia artificial en sus operaciones?



Nota. Elaboración propia

El 68,0 % de las empresas nunca utiliza aplicaciones basadas en inteligencia artificial. El 24,0 % las emplea de manera ocasional o regular, mientras que únicamente el 8,0 % reporta un uso diario. Ninguna empresa presenta una utilización continua e integrada, lo que confirma que la IA aún no forma parte estructural de las operaciones del sector.

Tabla 13

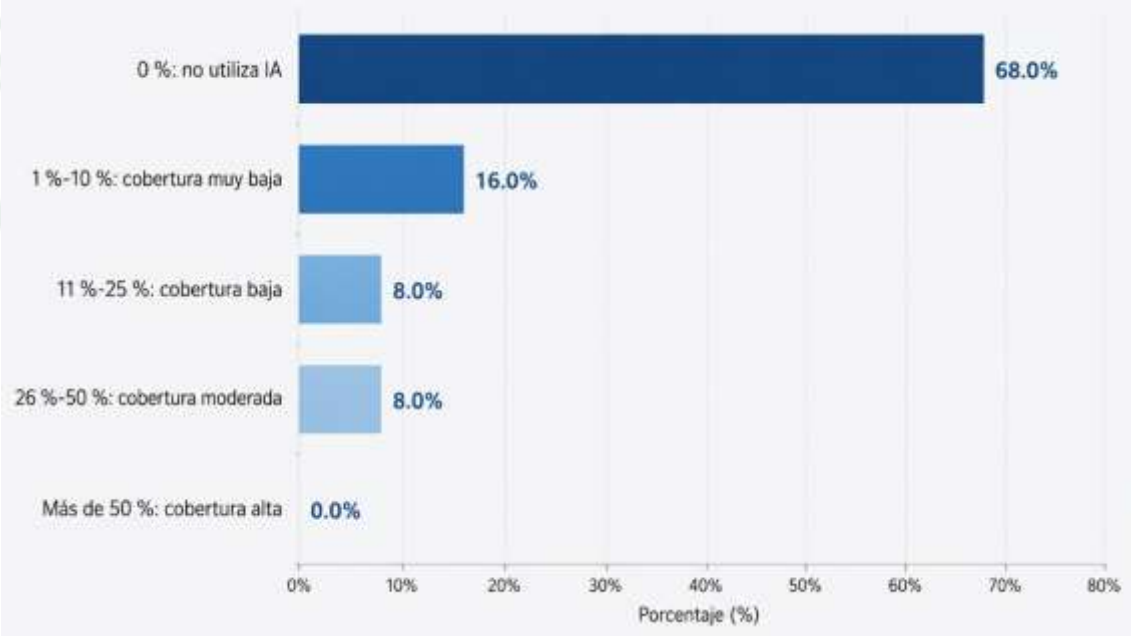
¿Qué porcentaje aproximado de sus operaciones recibe apoyo directo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial?

Operaciones apoyadas por IA	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0 %: no utiliza IA	17	68,0 %	68,0 %
1 %–10 %: cobertura muy baja	4	16,0 %	84,0 %
11 %–25 %: cobertura baja	2	8,0 %	92,0 %
26 %–50 %: cobertura moderada	2	8,0 %	100,0 %
Más de 50 %: cobertura alta	0	0,0 %	100,0 %
Total	**25**	**100,0 %**	

Nota. Elaboración propia

Figura 8

¿Qué porcentaje aproximado de sus operaciones recibe apoyo directo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial?



Nota. Elaboración propia

El 68,0 % de las empresas no recibe apoyo directo de aplicaciones de inteligencia artificial en sus operaciones. Entre las organizaciones que sí utilizan estas tecnologías,

predomina una cobertura muy baja, representada por el 16,0 %. Solo el 8,0 % alcanza una cobertura moderada y ninguna empresa supera el 50,0 % de operaciones asistidas por IA.

Tabla 14

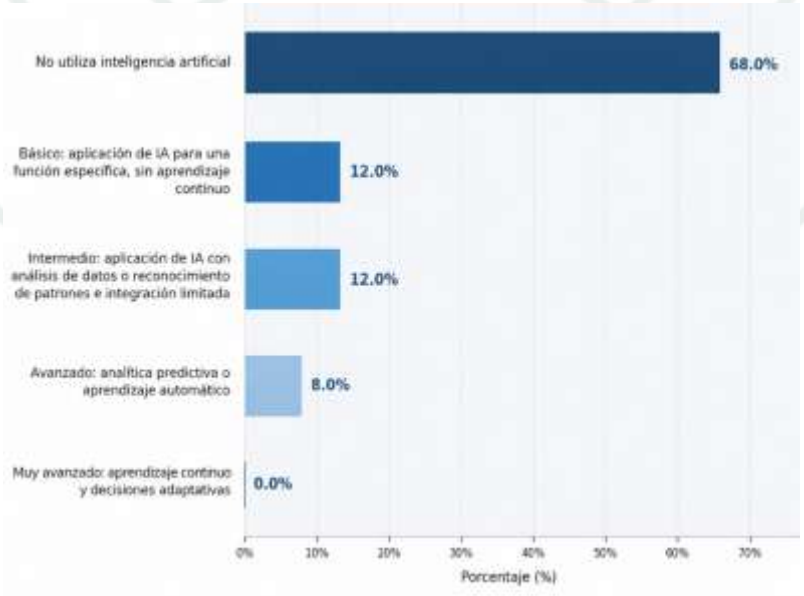
¿Cuál es el nivel de sofisticación de las aplicaciones de IA utilizadas por su empresa?

Nivel de sofisticación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No utiliza inteligencia artificial	17	68,0 %	68,0 %
Básico: aplicación de IA para una función específica, sin aprendizaje continuo	3	12,0 %	80,0 %
Intermedio: aplicación de IA con análisis de datos o reconocimiento de patrones e integración limitada	3	12,0 %	92,0 %
Avanzado: analítica predictiva o aprendizaje automático	2	8,0 %	100,0 %
Muy avanzado: aprendizaje continuo y decisiones adaptativas	0	0,0 %	100,0 %
Total	**25**	**100,0 %**	

Nota. Elaboración propia.

Figura 9

¿Cuál es el nivel de sofisticación de las aplicaciones de IA utilizadas por su empresa?



Nota. Elaboración propia

El 68,0 % de las MYPES no utiliza aplicaciones de inteligencia artificial. Entre las empresas adoptantes predominan los niveles básico e intermedio, con 12,0 % cada uno. Solo el 8,0 % emplea aplicaciones avanzadas con analítica predictiva o aprendizaje automático, y ninguna organización reporta sistemas con aprendizaje continuo y decisiones plenamente adaptativas.

Tabla 15

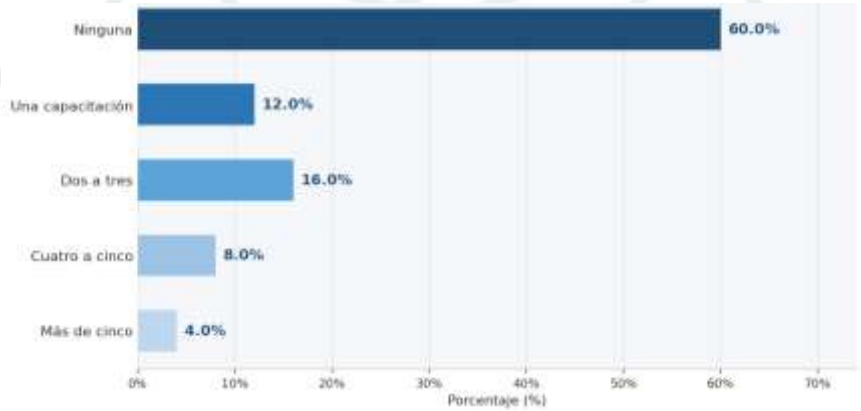
¿Cuántas capacitaciones específicas en inteligencia artificial realizó la empresa para su personal durante el último año?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ninguna (0)	15	60,0%	60,0%
Una capacitación (1)	3	12,0%	72,0%
Entre dos y tres capacitaciones (2-3)	4	16,0%	88,0%
Entre cuatro y cinco capacitaciones (4-5)	2	8,0%	96,0%
Más de cinco capacitaciones (>5)	1	4,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 10

¿Cuántas capacitaciones específicas en inteligencia artificial realizó la empresa para su personal durante el último año?



Nota. Elaboración propia

El 60,0% de las empresas no realizó ninguna capacitación en IA y automatización durante el último año, lo que refleja una inversión en capital humano tecnológico prácticamente nula en la mayoría del sector. El 16,0% realizó entre dos y tres capacitaciones y el 12,0% solo una. Únicamente el 4,0% superó las cinco capacitaciones anuales. La escasa formación del personal constituye uno de los principales obstáculos para una adopción sostenida y efectiva de tecnologías inteligentes.

Tabla 16

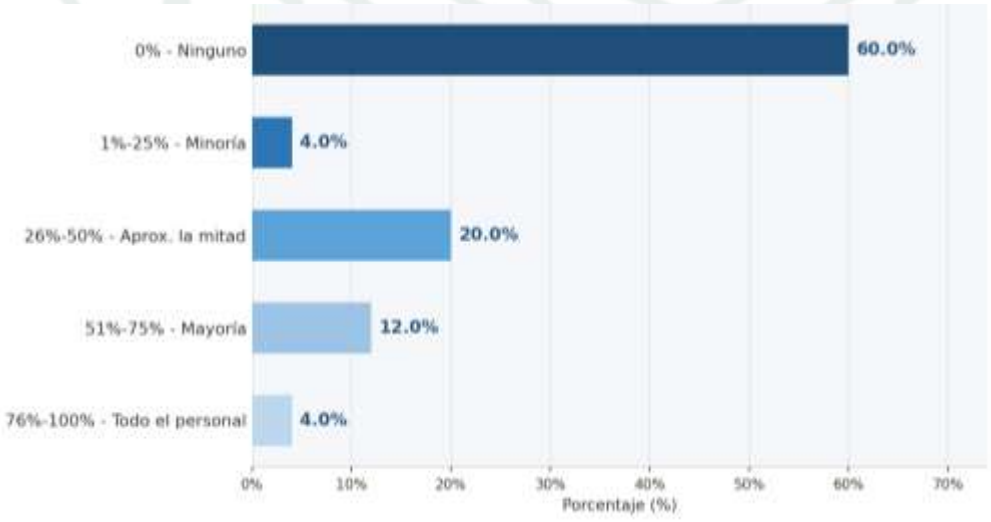
¿Qué porcentaje de su personal operativo ha sido capacitado en uso de tecnologías de IA?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0% - Ninguno capacitado	15	60,0%	60,0%
1% - 25% - Minoría capacitada	1	4,0%	64,0%
26% - 50% - Aproximadamente la mitad	5	20,0%	84,0%
51% - 75% - Mayoría capacitada	3	12,0%	96,0%
76% - 100% - Casi todo o todo el personal	1	4,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 11

¿Qué porcentaje de su personal operativo ha sido capacitado en uso de tecnologías de IA?



Nota. Elaboración propia

El 60,0% de las empresas no ha capacitado a ningún miembro de su personal operativo en tecnologías de IA, cifra que resulta crítica para cualquier proceso de transformación digital sostenible. El 20,0% ha formado a aproximadamente la mitad de su personal y el 12,0% a la mayoría. Solo el 4,0% ha capacitado a casi la totalidad de su plantilla. La concentración en el nivel cero de capacitación representa el principal cuello de botella para la adopción efectiva de inteligencia artificial en las operaciones.

Tabla 17

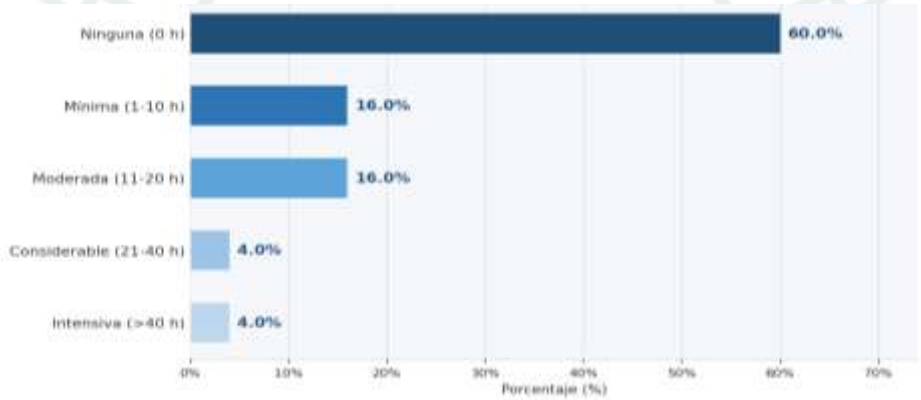
¿Cuántas horas promedio de formación en tecnologías de IA recibe cada empleado anualmente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Ninguna (0 horas)	15	60,0%	60,0%
Mínima (1-10 horas)	4	16,0%	76,0%
Moderada (11-20 horas)	4	16,0%	92,0%
Considerable (21-40 horas)	1	4,0%	96,0%
Intensiva (más de 40 horas)	1	4,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 12

¿Cuántas horas promedio de formación en tecnologías de IA recibe cada empleado anualmente?



Nota. Elaboración propia

Consistente con los datos anteriores, el 60,0% de las empresas no ofrece ninguna hora de formación en IA a sus empleados. El 16,0% proporciona entre 1 y 10 horas anuales y otro 16,0% entre 11 y 20 horas. Solo el 8,0% supera las 20 horas anuales por empleado. Estos valores son marcadamente bajos si se comparan con estándares internacionales de formación tecnológica, donde se recomienda un mínimo de 40 horas anuales para una adopción efectiva.

Tabla 18

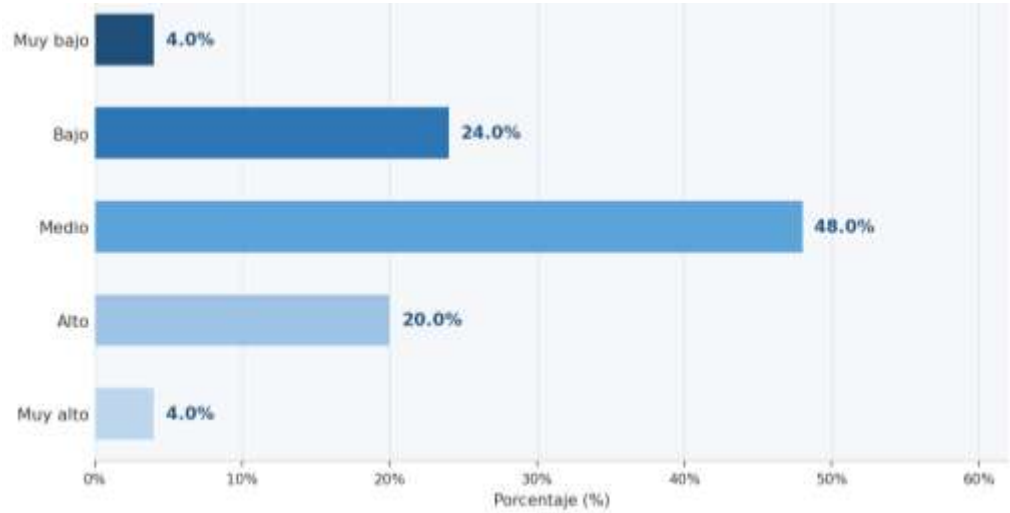
¿Cómo calificaría el nivel de alfabetización digital y comprensión básica de aplicaciones de inteligencia artificial de su personal operativo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Muy bajo - Dificultades con tecnología básica	1	4,0%	4,0%
Bajo - Manejo limitado de herramientas digitales	6	24,0%	28,0%
Medio - Competencia digital aceptable	12	48,0%	76,0%
Alto - Buen dominio de tecnologías digitales	5	20,0%	96,0%
Muy alto - Experticia en tecnologías avanzadas	1	4,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 13

¿Cómo calificaría el nivel de alfabetización digital y comprensión básica de aplicaciones de inteligencia artificial de su personal operativo?



Nota. Elaboración propia

El nivel de alfabetización digital del personal operativo se concentra principalmente en el nivel medio, con el 48,0% de las empresas calificando así a sus trabajadores. El 24,0% lo considera bajo y el 4,0% muy bajo, acumulando el 28,0% en rangos deficientes. El 20,0% reporta un nivel alto y el 4,0% muy alto. Si bien el nivel medio predominante es un punto de partida aceptable, resulta insuficiente para gestionar tecnologías de IA de manera autónoma y eficiente en el corto plazo.

Tabla 19

¿Cuál es el grado de adaptación de su personal a las aplicaciones basadas en inteligencia artificial implementadas por la empresa?

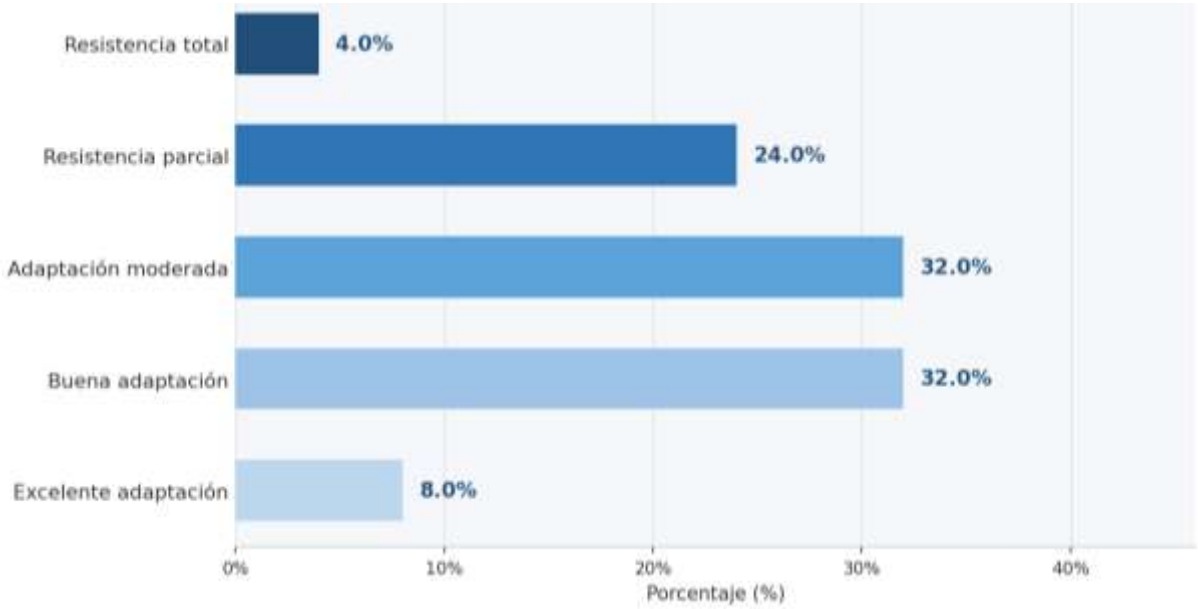
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Resistencia total - Rechazo a cambios tecnológicos	1	4,0%	4,0%
Resistencia parcial - Aceptación limitada y lenta	6	24,0%	28,0%
Adaptación moderada - Aceptación gradual con dificultades	8	32,0%	60,0%
Buena adaptación - Adopción positiva con apoyo	8	32,0%	92,0%

Excelente adaptación - Adopción rápida y entusiasta	2	8,0%	100,0%
Total	**25**	**100,00%**	

Nota. Elaboración propia

Figura 14

¿Cuál es el grado de adaptación de su personal a las aplicaciones basadas en inteligencia artificial implementadas por la empresa?



Nota. Elaboración propia

El grado de adaptación del personal presenta una distribución relativamente equilibrada en los niveles intermedios. El 32,0% muestra adaptación moderada con dificultades y otro 32,0% reporta buena adaptación con apoyo institucional. El 24,0% presenta resistencia parcial y solo el 4,0% resistencia total. El 8,0% logra una excelente adaptación. En términos generales, el 72,0% del personal muestra disposición positiva o neutral hacia los cambios tecnológicos, lo cual representa un activo favorable para futuras implementaciones de IA.

A continuación, se presentan los estadísticos descriptivos de la variable Desempeño Productivo calculados mediante puntuaciones Z por dimensión dado que sus indicadores presentan unidades de medida heterogéneas.

Tabla 20

Estadísticos descriptivos de la dimensión estructura de costos operacionales

		Estructura de costos operacionales
Estadístico	N	25
	Mínimo	-1,84
	Máximo	1,15
	Media	,0000
	Mediana	0,1879
	Desviación	,78185
	Varianza	,611
	Asimetría	-0,905
	Curtosis	,004

Nota. Elaboración propia

La distribución de esta dimensión presenta una media estandarizada de cero con una desviación de 0.78 que es la más amplia de las tres dimensiones lo cual refleja que las MYPES del sector transporte de Arequipa muestran diferencias sustanciales entre sí en cuanto a su estructura de costos operacionales. La mediana positiva de 0.19 junto a una asimetría negativa de -0.905 indica que la mayoría de empresas se ubica por encima del promedio, pero unas pocas concentran costos especialmente elevados que jalan la distribución hacia la izquierda.

Tabla 21

Estadísticos descriptivos de la dimensión optimización de recursos tecnológicos

		Optimización de recursos tecnológicos
Estadístico	N	25
	Mínimo	-1,13

		Optimización de recursos tecnológicos
	Máximo	,54
	Media	,0000
	Mediana	0,1784
	Desviación	,47581
	Varianza	,226
	Asimetría	-0,980
	Curtosis	-0,018

Nota. Elaboración propia

Con una desviación estándar de 0.48 y un rango intercuartílico de 0.70 esta dimensión muestra una dispersión considerablemente menor que la anterior lo que sugiere que las empresas tienden a comportarse de manera más homogénea en el aprovechamiento de sus recursos tecnológicos. Sin embargo, la asimetría negativa de -0.980 es la más pronunciada del conjunto lo que evidencia que, aunque la mayoría optimiza razonablemente sus recursos hay un grupo reducido con desempeño notoriamente bajo que arrastra la distribución.

Tabla 22

Estadísticos descriptivos de la dimensión eficiencia operacional

		Eficiencia operacional
	N	25
	Mínimo	-0,72
	Máximo	,69
	Media	,0000
Estadístico	Mediana	0,0889
	Desviación	,37329
	Varianza	,139
	Asimetría	-0,429
	Curtosis	-0,612

Nota. Elaboración propia

De las tres dimensiones esta es la que presenta mayor concentración de valores dado que su desviación estándar es apenas 0.37 y el rango total alcanza solo 1.41 unidades

estandarizadas. La asimetría de -0.429 es moderada y la curtosis negativa de -0.612 indica una distribución algo más aplanada que la normal sugiriendo que los valores se dispersan de forma relativamente uniforme a ambos lados de la mediana de 0.09 sin concentrarse fuertemente en el centro.

Tabla 23

Estadísticos descriptivos de la variable desempeño Productivo General

		Desempeño Productivo General
Estadístico	N	25
	Mínimo	-1,12
	Máximo	,62
	Media	,0000
	Mediana	0,2252
	Desviación	,49486
	Varianza	,245
	Asimetría	-0,918
	Curtosis	-0,131

Nota. Elaboración propia

El desempeño productivo agregado de las MYPES evaluadas muestra una distribución con media cero y desviación de 0.49 que refleja adecuadamente la variabilidad del conjunto una vez controladas las diferencias de unidades entre indicadores. La mediana de 0.23 siendo mayor que la media y la asimetría negativa de -0.918 coinciden en señalar que la distribución no es simétrica y que existe un grupo de empresas con desempeño claramente inferior al resto lo cual deberá tenerse en cuenta al interpretar las correlaciones con la variable de automatización.

4.2. Resultados inferenciales

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de correlación aplicadas para contrastar la hipótesis general y las tres hipótesis específicas del estudio.

Tabla 24
Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
Dimensión implementación de sistemas IA	,656	25	,000
Dimensión adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial	,923	25	,061
Dimensión capacitación tecnológica del personal	,896	25	,015
Variable nivel de automatización con IA	,872	25	,005
Dimensión estructura de costos operacionales	,908	25	,027
Dimensión optimización de recursos tecnológicos	,880	25	,007
Dimensión eficiencia operacional	,947	25	,215
Variable desempeño productivo	,892	25	,012

Nota. Elaboración propia

Con el propósito de seleccionar el estadístico inferencial más adecuado se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk a una muestra de 25 empresas. Los resultados evidenciaron que la mayoría de las variables y dimensiones presentaron valores de significancia por debajo de 0,05 lo cual indica que los datos no siguen una distribución normal. Ante ello resultó pertinente emplear la correlación de Rho de Spearman para el análisis inferencial del estudio.

Tabla 25

Asociación entre el nivel de automatización con IA y el desempeño productivo

			Nivel de automatización con IA	Desempeño productivo
Rho de Spearman	**Nivel de automatización con IA**	Coeficiente de correlación	1	-0,740
		Sig. (bilateral)		,000
		N	25	25
	Desempeño productivo	Coeficiente de correlación	-0,740	1
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	25	25

Nota. Elaboración propia

Los resultados obtenidos para la hipótesis general revelan que entre el nivel de automatización con IA y el desempeño productivo existe una correlación negativa alta con un coeficiente Rho de Spearman de -0,740 y una significancia bilateral de ,000 siendo este valor inferior al umbral de 0,05. Esto permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existe una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables dentro de la muestra analizada compuesta por 25 unidades de análisis.

El signo negativo obtenido no implica necesariamente un deterioro del desempeño productivo. Ello se debe a que varios indicadores empleados para medir el desempeño productivo fueron construidos bajo una lógica de reducción, tales como costos operativos, tiempos de entrega, fallas técnicas y errores operacionales. En consecuencia, a medida que aumenta el nivel de automatización inteligente, dichos indicadores disminuyen, reflejando una mejora en el desempeño productivo de las empresas analizadas.

Tabla 26

Asociación entre implementación de sistemas de IA y estructura de costos operacionales

			Implementación de sistemas de IA	Estructura de costos operacionales
Rho de Spearman	**Implementación de sistemas de IA**	Coeficiente de correlación	1	-0,682
		Sig. (bilateral)		,000
		N	25	25
	Estructura de costos operacionales	Coeficiente de correlación	-0,682	1
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	25	25

Nota. Elaboración propia

En lo que respecta a la primera hipótesis específica el coeficiente Rho de Spearman entre la implementación de sistemas de IA y la estructura de costos operacionales alcanzó un valor de -0,682 con una significancia de ,000. La dirección negativa de esta asociación sugiere que a mayor implementación de sistemas de inteligencia artificial se tiende a registrar una reducción en la estructura de costos operacionales siendo esta relación estadísticamente significativa al nivel 0,01 para los 25 casos evaluados.

Tabla 27

Asociación entre la adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial y la optimización de recursos tecnológicos

			Adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial	**Optimización de recursos tecnológicos**
Rho de Spearman	**Adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial**	Coeficiente de correlación	1	-0,548
		Sig. (bilateral)		,005
		N	25	25
	Optimización de recursos tecnológicos	Coeficiente de correlación	-0,548	1
		Sig. (bilateral)	,005	
		N	25	25

Nota. Elaboración propia

Para la segunda hipótesis específica se encontró que la adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial y la optimización de recursos tecnológicos presentan un coeficiente de correlación de -0,548 con una significancia bilateral de ,005 lo que confirma la existencia de una asociación inversa de magnitud moderada. Aunque la fuerza de esta relación es menor en comparación con las demás hipótesis el nivel de significancia obtenido sigue siendo suficiente para rechazar la hipótesis nula con las 25 empresas del estudio.

Tabla 28

Asociación entre la capacitación tecnológica de personal y la eficiencia operacional

			Capacitación tecnológica de personal	Eficiencia operacional
Rho de Spearman	**Capacitación tecnológica de personal**	Coeficiente de correlación	1	-0,667
		Sig. (bilateral)		,000
		N	25	25
	Eficiencia operacional	Coeficiente de correlación	-0,667	1
		Sig. (bilateral)	,000	
		N	25	25

Nota. Elaboración propia

Finalmente, la tercera hipótesis específica muestra que la capacitación tecnológica del personal se asocia de manera negativa y significativa con la eficiencia operacional obteniendo un Rho de Spearman de -0,667 y una significancia de ,000. Este hallazgo indica que conforme se incrementan los niveles de capacitación tecnológica en el personal se observa una transformación en los indicadores de eficiencia operacional siendo esta correlación estadísticamente robusta al nivel 0,01 para la totalidad de los 25 casos analizados.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten contrastar empíricamente las hipótesis planteadas y establecer convergencias con la literatura especializada respecto a la asociación entre automatización con inteligencia artificial y desempeño productivo en MYPES del sector transporte arequipeño.

La depuración conceptual del instrumento permitió distinguir la automatización digital convencional de la automatización basada en inteligencia artificial. En consecuencia, el uso de GPS convencional, hojas de cálculo, sistemas contables, ERP básicos y plataformas que funcionan mediante reglas fijas no fue considerado evidencia de adopción de IA. Esta diferenciación explica que el 68,0 % de las empresas no registre aplicaciones de inteligencia artificial en sus procesos, aun cuando algunas utilicen herramientas digitales para el control administrativo o logístico. De este modo, los resultados reflejan exclusivamente aplicaciones con capacidad predictiva, reconocimiento de patrones, aprendizaje automático o toma de decisiones adaptativa.

El coeficiente Rho de Spearman de -0.740 con una significancia bilateral de 0.000 confirma que el nivel de automatización con inteligencia artificial se asocia de manera significativa con el desempeño productivo en las MYPES del sector transporte arequipeño. Aunque la correlación presenta una dirección negativa, ello no implica que la automatización afecte desfavorablemente el desempeño empresarial. Por el contrario, esta relación se explica porque diversos indicadores utilizados para medir el desempeño productivo, como los costos operativos, los tiempos de ejecución, las fallas en los procesos y los errores operacionales, fueron evaluados bajo una lógica de reducción, donde valores menores representan mejores resultados organizacionales. En este sentido, a medida que aumenta el nivel de automatización inteligente, dichos indicadores tienden a disminuir, reflejando una mejora en la eficiencia operativa. Esta interpretación resulta coherente con lo planteado por Goga et al. (2024), quienes

sostienen que el desempeño productivo se expresa en la capacidad de optimizar recursos y maximizar resultados mediante indicadores cuantificables de eficiencia y productividad.

Los hallazgos del presente estudio convergen con la evidencia internacional documentada por Reyes et al. (2024) quienes señalan que la automatización e IA impactan directamente sobre la eficiencia operativa y la reducción de tiempos muertos lo cual encuentra correspondencia empírica en los resultados obtenidos. De forma similar Abdul Wahab y Radmehr (2024) identificaron que la asimilación de IA genera mejoras multidimensionales en el desempeño financiero y operacional de organizaciones siendo este constructo el que fundamenta teóricamente la fuerza de la correlación encontrada en el sector transporte analizado.

No obstante, la magnitud de la asociación encontrada contrasta con proyecciones más moderadas reportadas por Doménech et al. (2025) quienes estimaron ganancias de productividad total de factores de entre 3% y 7% para economías europeas durante la próxima década. Esta discrepancia puede explicarse por el diseño metodológico adoptado puesto que al estandarizar mediante Z-scores indicadores con unidades heterogéneas y correlacionar con una escala ordinal de automatización se amplifica la sensibilidad estadística de la relación siendo el contexto de MYPES con adopción incipiente especialmente propicio para detectar diferencias marcadas entre adoptantes y no adoptantes.

La correlación negativa de -0.682 entre la implementación de sistemas de IA y la estructura de costos operacionales es consistente con los postulados de Njoku y Lee (2025) quienes vinculan la gestión eficiente de la estructura de costos con la sostenibilidad financiera organizacional y con Zhang y Huang (2023) quienes documentaron reducciones en costos de combustible asociadas a la aplicación tecnológica en flotas de transporte. Que el 72% de las empresas encuestadas no haya implementado ningún sistema de IA mientras registran

simultáneamente estructuras de costos relativamente elevadas refuerza empíricamente esta asociación en el contexto local estudiado.

La relación inversa de -0.548 es la de menor magnitud entre las tres hipótesis específicas, aunque mantiene significancia estadística con p = 0.005. Este resultado guarda correspondencia parcial con Peretz-Andersson et al. (2024) quienes documentaron que la adopción tecnológica genera retornos progresivos en la disponibilidad y eficiencia de los activos tecnológicos siendo este proceso gradual el que explica la menor fuerza relativa de la asociación encontrada. Sun y Jung (2024) y Seo et al. (2024) reportaron mejoras en consumo de combustible y utilización de flota vehicular vinculadas a la adopción de machine learning e IoT lo cual coincide con la dirección de los hallazgos, aunque con magnitudes superiores posiblemente por contextos de adopción más maduros.

El coeficiente de -0.667 con significancia de 0.000 entre capacitación tecnológica y eficiencia operacional es el segundo más fuerte del conjunto y encuentra respaldo en los planteamientos de Bouwmans et al. (2024) sobre la importancia de las competencias digitales del personal para sostener operaciones en entornos digitalizados. Kumar et al. (2025) y Kim et al. (2024) documentaron que el tiempo de entrega y la productividad diaria mejoran cuando el personal cuenta con formación adecuada para gestionar sistemas integrados lo que resulta especialmente relevante dado que el 60% de las empresas de la muestra no realizó ninguna capacitación en IA durante el último año constituyendo este déficit formativo el principal moderador de la eficiencia operacional observada.

Una contribución diferencial del presente estudio reside en haber operacionalizado el desempeño productivo mediante indicadores objetivos extraídos de registros documentales y estandarizados con Z-scores en lugar de escalas perceptuales lo cual responde a la demanda metodológica planteada por Cammeraat et al. (2024) respecto a la necesidad de medir el

desempeño productivo con datos cuantificables y tangibles. Esto permite superar la limitación frecuente en investigaciones sobre MYPES de depender exclusivamente de autorreportes y ofrece una aproximación más robusta epistemológicamente al vínculo entre automatización y productividad en contextos de economías emergentes con baja penetración tecnológica como el sector transporte arequipeño analizado.

CONCLUSIONES

- Existe una relación estadísticamente significativa entre la automatización inteligente y el desempeño productivo de las MYPES del sector transporte terrestre de Arequipa (Rho = -0.740; $p < 0.05$). Aunque la correlación presenta signo negativo, esta debe interpretarse como una mejora del desempeño productivo, debido a que los indicadores evaluados estuvieron asociados a la reducción de costos, tiempos, errores y fallas operativas. Por tanto, un mayor nivel de automatización inteligente se relaciona con niveles superiores de eficiencia y productividad empresarial.
- La implementación de sistemas de IA se vincula negativamente con la estructura de costos operacionales con un coeficiente de -0.682 y p de 0.000 evidenciando que las empresas con mayor adopción tecnológica registran estructuras de costos más eficientes y competitivas.
- La adopción de aplicaciones operativas basadas en inteligencia artificial presenta una asociación inversa moderada con la optimización de recursos tecnológicos con Rho de -0.548 y p de 0.005 indicando que mayor automatización se corresponde con mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos disponibles.
- La capacitación tecnológica del personal se asocia negativamente con la eficiencia operacional con un coeficiente de -0.667 y p de 0.000 señalando que las empresas que invierten en formación tecnológica logran indicadores operacionales significativamente más favorables.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las MYPES diseñen una hoja de ruta progresiva para la adopción de aplicaciones basadas en IA, comenzando con soluciones de analítica predictiva, optimización dinámica de rutas y mantenimiento predictivo ajustadas a su capacidad financiera y operativa.
- Se recomienda implementar sistemas de monitoreo de costos operacionales en tiempo real dado que la automatización del registro contable y de combustible permite identificar ineficiencias y reducir gastos operativos de manera sostenida.
- Las MYPES deben iniciar la digitalización por los indicadores de mayor impacto económico como el costo por kilómetro recorrido aprovechando plataformas de bajo costo ya disponibles en el mercado peruano.
- Se recomienda priorizar aplicaciones de optimización dinámica de rutas, mantenimiento predictivo y detección automática de anomalías basadas en algoritmos de inteligencia artificial. El GPS convencional debe considerarse una infraestructura digital de apoyo y no una aplicación de IA, salvo que incorpore funciones predictivas o adaptativas.
- Las empresas deben establecer protocolos de mantenimiento preventivo apoyados en herramientas digitales de seguimiento dado que la disponibilidad de sistemas tecnológicos es el indicador más directamente afectado por la ausencia de automatización.
- Se recomienda establecer un programa mínimo de 20 horas anuales de capacitación en herramientas digitales operativas para el personal dado que el 60% de las empresas no ofrece ninguna formación actualmente lo cual limita la eficiencia operacional.

REFERENCIAS

Ángström, R. C., Björn, M., Dahlander, L., Mähring, M., & Wallin, M. W. (2023). Getting AI implementation right: Insights from a global survey. *California Management Review*, *66*(1), 5–22. https://doi.org/10.1177/00081256231190430

Abdul Wahab, M. D., & Radmehr, M. (2024). The impact of AI assimilation on firm performance in small and medium-sized enterprises: A moderated multi-mediation model. *Heliyon*, *10*(8), Artículo e29580. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29580

Alviry, M. (2022). *Implementación de una metodología para diseñar un plan estratégico como instrumento para mejorar el desempeño y organización en MYPES y start-ups utilizando herramientas tecnológicas* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM. https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fb2a0fa0-0fce-4087-a212-893251bf6fbd/content

Angelopoulos, S., Bendoly, E., Fransoo, J., Hoberg, K., Ou, C., & Tenhiälä, A. (2023). Digital transformation in operations management: Fundamental change through agency reversal. *Journal of Operations Management*, *69*(6), 876–889. https://doi.org/10.1002/joom.1271

Arias, J. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf

Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.016

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, *63*(2), 201–206. https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf

Badghish, S., & Soomro, Y. A. (2024). Artificial intelligence adoption by SMEs to achieve sustainable business performance: Application of technology–organization–environment framework. *Sustainability*, *16*(5), Artículo 1864. https://doi.org/10.3390/su16051864

Banco Central de Reserva del Perú. (2025). *Caracterización del departamento de Arequipa*. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/arequipa-caracterizacion.pdf

Barbar, C., Bass, P. D., Barbar, R., Bader, J., & Wondercheck, B. (2022). Artificial intelligence-driven automation is how we achieve the next level of efficiency in meat processing. *Animal Frontiers*, *12*(2), 56–63. https://doi.org/10.1093/af/vfac017

Bouwmans, M., Lub, X., Orlowski, M., & Nguyen, T. V. (2024). Developing the digital transformation skills framework: A systematic literature review approach. *PLoS ONE*, *19*(7), Artículo e0304127. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304127

Cammeraat, E., Samek, L., & Squicciarini, M. (2024). Organizational capital, skills, and productivity. *Review of Income and Wealth*, *70*(4), 886–913. https://doi.org/10.1111/roiw.12663

Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. (2025). *Technology and innovation report 2025: Inclusive artificial intelligence for development*. Organización de las Naciones Unidas. https://unctad.org/system/files/official-document/tir2025_en.pdf

Costa, N., Ferreira, P., & Oliveira, C. M. (2024). A bibliometric approach to the thesis of the happy-productive worker—A journey through the concepts and measurement. *SAGE Open*, *14*(2). https://doi.org/10.1177/21582440241249549

Doménech, R., Neut, A., & Ramírez, D. (2025). *El impacto de la IA en el empleo y la productividad*. BBVA Research. https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2025/01/El_impacto_de_la_IA_en_el_empleo_y_la_productividad.pdf

Esposito, M., Sarbazvatan, S., Tse, T., & Silva, G. (2024). The use of artificial intelligence for automatic analysis and reporting of software defects. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *7*, Artículo 1443956. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11668792/pdf/frai-07-1443956.pdf

EuroClima. (2022). *Plan de movilidad urbana sostenible de Arequipa 2022-2042*. Mobilise Your City. https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2024-04/2022-10-23_Documento_PMUS-AQP_VFinal%28Word97%29.pdf

Fajri, F., Perdana, K. A., Manurung, D. U., Dharmawan, P. K. N., & Dewi, N. G. (2025). The role of early adoption of artificial intelligence in supporting the growth of micro and ultra-micro enterprises in Indonesia: Challenges and opportunities. *Jurnal Akuntansi dan Bisnis*, *10*(2), 133–148. https://doi.org/10.47686/jab.v10i02.744

Ghobakhloo, M., Asadi, S., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Mubarak, M. F., & Yadegaridehkordi, E. (2023). Intelligent automation implementation and corporate sustainability performance: The enabling role of corporate social responsibility strategy. *Technology in Society*, *74*, Artículo 102301. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102301

Goga, A. S., Toth, Z., Meclea, M. A., Puiu, I. R., & Boșcoianu, M. (2024). The proliferation of artificial intelligence in the forklift industry—An analysis for the case of Romania. *Sustainability*, *16*(21), Artículo 9306. https://doi.org/10.3390/su16219306

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, *4*(3), 163–173. https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173

Gutarra, R. J., & Valente, A. G. (2018). Las Mipymes tecnológicas peruanas al 2030. Estrategias para su inserción a la industria 4.0. *Nova Scientia*, *10*(20), 754–778. https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1329

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Hokmabadi, H., Rezvani, S. M. H. S., & de Matos, C. A. (2024). Business resilience for small and medium enterprises and startups by digital transformation and the role of marketing capabilities—A systematic review. *Systems*, *12*(6), Artículo 220. https://doi.org/10.3390/systems12060220

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

Instituto Peruano de Economía. (2024). Arequipa enfrenta grandes retos para volver a crecer sostenidamente. *El Pueblo*. https://ipe.org.pe/wp-content/uploads/2024/12/2024-10-13-Arequipa-enfrenta-grandes-retos-para-volver-a-crecer-sostenidamente-El-Pueblo.pdf

Iqbal, K., Raza, S. M. M., Mahmood, T., & Riaz, M. (2024). Exploring mixture estimators in stratified random sampling. *PLoS ONE*, *19*(9), Artículo e0307607. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307607

Kumar, R., Singh, A., Kassar, A. S. A., Humaida, M. I., Joshi, S., & Sharma, M. (2025). Impact of an artificial intelligence-driven operational management system on operational efficiency in health care organization in Saudi Arabia: A mediating role of staff attitude. *Frontiers in Public Health*, *13*, Artículo 1558644. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1558644

Labudova, V., & Fodranova, I. (2024). The impact of socio-economic factors on digital skills in the population of the EU 27 countries. *Virtual Economics*, *7*(3), 81–101. https://doi.org/10.34021/ve.2024.07.03(5)

Lenberg, P., Feldt, R., Gren, L., Tengberg, L. G. W., Tidefors, I., & Graziotin, D. (2023). Qualitative software engineering research—Reflections and guidelines. *Journal of Software: Evolution and Process*, *35*(11), Artículo e2508. http://arxiv.org/abs/1712.08341

Liu, W., & Lai, X. (2025). Integrating decision tools for efficient operations management through innovative approaches. *Scientific Reports*, *15*(1), Artículo 99022. https://doi.org/10.1038/s41598-025-99022-8

McGuire, S. T., Rane, S. G., & Weaver, C. D. (2023). Cost structure and tax-motivated income shifting. *The Accounting Review*, *98*(7), 435–456. https://doi.org/10.2308/TAR-2020-0190

Ministerio de la Producción. (2024a). *Anuario estadístico industrial, Mipyme y comercio interno 2023*. https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oee-documentos-

publicaciones/publicaciones-anuales/item/1216-anuario-estadistico-industrial-mipyme-y-comercio-interno-2023

Ministerio de la Producción. (2024b). *Impulsando empresas innovadoras, productivas y sostenibles (ProInnóvate)*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7776647/6568807-memoria-2024.pdf

Ministerio de la Producción. (2025). *Diagnóstico productivo regional Arequipa*. https://www.producempresarial.pe/wp-content/uploads/2024/08/Ficha_Diagnostico_Arequipa_Ene-Abr-2024_05.07.24.pdf

Monti, C. B., Ambrogi, F., & Sardanelli, F. (2024). Sample size calculation for data reliability and diagnostic performance: A go-to review. *European Radiology Experimental*, *8*(1), Artículo 74. https://doi.org/10.1186/s41747-024-00474-w

Nair, M., Svedberg, P., Larsson, I., & Nygren, J. M. (2024). A comprehensive overview of barriers and strategies for AI implementation in healthcare: Mixed-method design. *PLoS ONE*, *19*(8), Artículo e0305949. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305949

Njoku, O. E., & Lee, Y. (2025). Agency costs, ownership structure, and cost stickiness: Implications for sustainable corporate governance. *Sustainability*, *17*(11), Artículo 5144. https://doi.org/10.3390/su17115144

Patrício, L., Varela, L., & Silveira, Z. (2024). Integration of artificial intelligence and robotic process automation: Literature review and proposal for a sustainable model. *Applied Sciences*, *14*(21), Artículo 9648. https://doi.org/10.3390/app14219648

Pedraza, J. (2023). *La inteligencia artificial en la sociedad: Explorando su impacto actual y los desafíos futuros* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid].

Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/75068/1/TFG_JAROD_DAVID_PEDRAZA_CARO.pdf

Peretz-Andersson, E., Tabares, S., Mikalef, P., & Parida, V. (2024). Artificial intelligence implementation in manufacturing SMEs: A resource orchestration approach. *International Journal of Information Management*, *77*, Artículo 102781. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2024.102781

Pescott, O. L., Powney, G. D., & Boyd, R. J. (2025). Adaptive sampling for ecological monitoring using biased data: A stratum-based approach. *Oikos*, *2025*(10), Artículo e11115. https://doi.org/10.1002/oik.11115

Restrepo-Morales, J. A., Giraldo-Betancur, E. A., López-Cadavid, D. A., Grados-Vásquez, M. M., & Olórtiga-Cóndor, L. W. (2023). Enhanced organizational performance: Integrating dimensions for sustainable growth. *Sustainability*, *15*(21), Artículo 15186. https://doi.org/10.3390/su152115186

Reyes, J., Silva, N., & Vargas, F. (2024). *El impacto de la inteligencia artificial en las empresas: Una revisión de la literatura* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Perú]. Repositorio Institucional UAP. https://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13067/3424/Reyes%20Flores%2c%20J.%20J.%2c%20Silva%20Hurtado%2c%20N.%20S.%2c%20%26%20Vargas%20Garcia%2c%20F.%20R..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Russo, D. (2024). Navigating the complexity of generative AI adoption in software engineering. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *33*(5), Artículo 3652154. https://doi.org/10.1145/3652154

Seo, C., Yoo, D., & Lee, Y. (2024). Empowering sustainable industrial and service systems through AI-enhanced cloud resource optimization. *Sustainability*, *16*(12), Artículo 5095. https://doi.org/10.3390/su16125095

Sharma, T., Schmitt, P., Bronzino, F., Feamster, N., & Marwell, N. P. (2024). Beyond data points: Regionalizing crowdsourced latency measurements. *Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems*, *8*(3), Artículo 3700416. https://doi.org/10.1145/3700416

Sun, Y., & Jung, H. (2024). Machine learning (ML) modeling, IoT, and optimizing organizational operations through integrated strategies: The role of technology and human resource management. *Sustainability*, *16*(16), Artículo 6751. https://doi.org/10.3390/su16166751

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2025). *Padrón de empresas de servicio de transporte*. https://www.sunat.gob.pe/padronesnotificaciones/controlBienesFiscalizados/empServTransporte/servicioTransporte.pdf

Tejedor, J. (2025). Impacto de la inteligencia artificial en la producción, la productividad y el aumento de la desigualdad en América Latina. *Revista Finanzas y Política Económica*, *17*, 1–3. https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v17.n.2025.6779

Velásquez, E. (2025). Adopción digital en micro y pequeñas empresas post pandemia en Arequipa, Perú. *European Public & Social Innovation Review*, *10*, 1–18. https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1849

Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(4), 9723–9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

Zhang, J., & Huang, X. (2023). Investigation on the application of cost management in operational efficiency and performance evaluation. *Manufacturing and Service Operations Management*, *4*(5), 12–20. https://doi.org/10.23977/msom.2023.040502

Zhihuang, L., & Yuchen, Z. (2025). The impact of organizational change on firm performance—Analysis based on SCM modeling. *SAGE Open*, *15*(3). https://doi.org/10.1177/21582440251358973

ANEXOS

Anexo 1. *Cuestionario para medir nivel de automatización con inteligencia artificial*

INSTRUCCIONES: Marque con una X la alternativa que mejor refleje la situación actual de su empresa. La información proporcionada será tratada confidencialmente con fines exclusivamente académicos.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Código de empresa: _____

Distrito: _____

Antigüedad (años): _____

Número de unidades vehiculares: _____

Número de empleados: _____

DIMENSIÓN 1: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE IA

1. **¿Cuántos sistemas de inteligencia artificial ha implementado su empresa actualmente?**
   - ( ) Ninguno (0)
   - ( ) Uno (1)
   - ( ) Entre dos y tres (2-3)
   - ( ) Entre cuatro y cinco (4-5)
   - ( ) Más de cinco (>5)
2. **¿ Qué tecnologías basadas específicamente en inteligencia artificial utiliza actualmente su empresa? Puede marcar más de una opción (Puede marcar múltiples opciones)**
   - ( ) Analítica predictiva de demanda
   - ( ) Optimización dinámica de rutas mediante algoritmos
   - ( ) Mantenimiento predictivo de vehículos

- ( ) Reconocimiento automático de patrones de tráfico
- ( ) Chatbot o asistente virtual basado en IA
- ( ) Visión artificial o reconocimiento de imágenes
- ( ) Procesamiento automático de documentos mediante IA
- ( ) Ninguna tecnología basada en IA.

Nota. La opción "Ninguna tecnología basada en IA" es excluyente y no puede marcarse junto con otra alternativa. No se consideran IA el GPS convencional, Excel, la facturación electrónica, el software contable ni los sistemas que funcionan solamente mediante reglas programadas.

3. ¿Cuál es el grado de integración de sistemas de IA en sus procesos operativos?

- ( ) Nula integración - No utilizamos IA
- ( ) Integración mínima - Uso experimental aislado
- ( ) Integración parcial - Algunos procesos específicos
- ( ) Integración considerable - Mayoría de procesos principales
- ( ) Integración total - Todos los procesos operativos

4. ¿Cuánto tiempo lleva su empresa utilizando continuamente sistemas de IA?

- ( ) No utilizamos IA
- ( ) Menos de seis meses
- ( ) Entre seis meses y un año
- ( ) Entre uno y dos años
- ( ) Más de dos años

5. ¿Cuál es el nivel de inversión anual en tecnología de IA respecto a sus ingresos totales?

- ( ) Sin inversión (0%)
- ( ) Mínima inversión (menos del 2%)

- ( ) Inversión moderada (2% - 5%)
- ( ) Inversión considerable (5% - 10%)
- ( ) Inversión alta (más del 10%)

DIMENSIÓN 2: ADOPCIÓN DE APLICACIONES OPERATIVAS BASADAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

6. **¿ Cuántos procesos logísticos de su empresa utilizan tecnologías basadas en inteligencia artificial (aprendizaje automático, optimización predictiva, visión artificial, chatbots inteligentes o algoritmos de decisión)?**
   - ( ) Ninguno (0)
   - ( ) Entre uno y dos (1-2)
   - ( ) Entre tres y cuatro (3-4)
   - ( ) Entre cinco y seis (5-6)
   - ( ) Más de seis (>6)
7. **¿ Cuál es el nivel de utilización de inteligencia artificial en los siguientes procesos operativos?**

Proceso	No utiliza IA	Uso experimental	Uso parcial	Uso frecuente	IA integrada
Gestión y asignación de flotas mediante algoritmos	( )	( )	( )	( )	( )
Optimización dinámica de rutas	( )	( )	( )	( )	( )
Mantenimiento predictivo de vehículos	( )	( )	( )	( )	( )
Predicción de demanda o carga	( )	( )	( )	( )	( )

Detección automática de fallas o anomalías	( )	( )	( )	( )	( )

8. ¿ Con qué frecuencia utiliza aplicaciones basadas específicamente en inteligencia artificial en sus operaciones?

- ( ) Nunca
- ( ) Ocasionalmente (1-2 veces por semana)
- ( ) Regularmente (3-4 veces por semana)
- ( ) Frecuentemente (diariamente)
- ( ) Constantemente (todo el tiempo)

9. ¿ Qué porcentaje aproximado de sus operaciones recibe apoyo directo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial?

- ( ) 0 %: no utiliza IA
- ( ) 1 %–10 %: cobertura muy baja
- ( ) 11 %–25 %: cobertura baja
- ( ) 26 %–50 %: cobertura moderada
- ( ) Más de 50 %: cobertura alta

10. ¿Cuál es el nivel de sofisticación de las aplicaciones de IA utilizadas por su empresa?

- ( ) No utiliza inteligencia artificial
- ( ) Básico: aplicación de IA para una función específica, sin aprendizaje continuo
- ( ) Intermedio: aplicación de IA con análisis de datos o reconocimiento de patrones e integración limitada
- ( ) Avanzado: analítica predictiva o aprendizaje automático
- ( ) Muy avanzado: aprendizaje continuo y decisiones adaptativas

DIMENSIÓN 3: CAPACITACIÓN TECNOLÓGICA DEL PERSONAL

11. ¿Cuántas capacitaciones específicas en inteligencia artificial realizó la empresa para su personal durante el último año?

- ( ) Ninguna (0)
- ( ) Una capacitación (1)
- ( ) Entre dos y tres capacitaciones (2-3)
- ( ) Entre cuatro y cinco capacitaciones (4-5)
- ( ) Más de cinco capacitaciones (>5)

12. ¿Qué porcentaje de su personal operativo ha sido capacitado en uso de tecnologías de IA?

- ( ) 0% - Ninguno capacitado
- ( ) 1% - 25% - Minoría capacitada
- ( ) 26% - 50% - Aproximadamente la mitad
- ( ) 51% - 75% - Mayoría capacitada
- ( ) 76% - 100% - Casi todo o todo el personal

13. ¿Cuántas horas promedio de formación en tecnologías de IA recibe cada empleado anualmente?

- ( ) Ninguna (0 horas)
- ( ) Mínima (1-10 horas)
- ( ) Moderada (11-20 horas)
- ( ) Considerable (21-40 horas)
- ( ) Intensiva (más de 40 horas)

14. ¿Cómo calificaría el nivel de alfabetización digital y comprensión básica de aplicaciones de inteligencia artificial de su personal operativo?

- ( ) Muy bajo - Dificultades con tecnología básica

- ( ) Bajo - Manejo limitado de herramientas digitales
- ( ) Medio - Competencia digital aceptable
- ( ) Alto - Buen dominio de tecnologías digitales
- ( ) Muy alto - Experticia en tecnologías avanzadas

15. ¿Cuál es el grado de adaptación de su personal a las aplicaciones basadas en inteligencia artificial implementadas por la empresa?

- ( ) Resistencia total - Rechazo a cambios tecnológicos
- ( ) Resistencia parcial - Aceptación limitada y lenta
- ( ) Adaptación moderada - Aceptación gradual con dificultades
- ( ) Buena adaptación - Adopción positiva con apoyo
- ( ) Excelente adaptación - Adopción rápida y entusiasta

Fecha de aplicación: / /2024

Firma del encuestado: _____

Firma del encuestador: _____

Anexo 2. *Ficha de recolección de datos - Desempeño Productivo*

INSTRUCCIONES: Complete la información solicitada con base en los registros contables, sistemas de información y reportes operacionales de la empresa. Los datos deben corresponder al período especificado.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Código de empresa: _____

Razón social: _____

Distrito: _____

Período de evaluación: Desde / /2024 hasta / /2024

Responsable de información: _____

Cargo: _____

DIMENSIÓN 1: ESTRUCTURA DE COSTOS OPERACIONALES

INSTRUCCIÓN: Extraiga los datos de estados financieros, libros contables y registros de gastos operacionales.

1. Costo operacional mensual promedio (últimos 6 meses)

Mes	Costo Total Operacional (S/.)
Mes 1: ____/2024	S/. _____
Mes 2: ____/2024	S/. _____
Mes 3: ____/2024	S/. _____
Mes 4: ____/2024	S/. _____
Mes 5: ____/2024	S/. _____
Mes 6: ____/2024	S/. _____

PROMEDIO MENSUAL	**S/. _____**

2. Porcentaje de reducción de costos de combustible en el último año

- Costo combustible año anterior (2023): S/. _____
- Costo combustible año actual (2024): S/. _____
- **Porcentaje de reducción/aumento:** _____ %

3. Costo por kilómetro recorrido

- Total kilómetros recorridos (mes actual): _____ km
- Costo operacional total (mes actual): S/. _____
- **Costo por km (S/./km):** S/. _____

4. Costo por servicio de transporte completado

- Número de servicios completados (mes actual): _____
- Costo operacional total (mes actual): S/. _____
- **Costo por servicio (S/ servicio):** S/. _____

5. Relación costo-ingreso operacional (ratio)

- Ingresos operacionales totales (mes actual): S/. _____
- Costos operacionales totales (mes actual): S/. _____
- **Ratio costo-ingreso:** _____ (Costo/Ingreso)

DIMENSIÓN 2: OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS TECNOLÓGICOS

INSTRUCCIÓN: Consulte reportes de sistemas informáticos, registros de mantenimiento y controles operacionales.

6. Tiempo promedio de respuesta de sistemas tecnológicos

Sistema/Proceso	Tiempo Respuesta Promedio (minutos)
Sistema de gestión de flotas	_____ min
Sistema de planificación de rutas	_____ min
Sistema de seguimiento GPS	_____ min
Sistema de facturación	_____ min
PROMEDIO GENERAL	**_____ min**

7. Porcentaje de disponibilidad de sistemas tecnológicos (uptime %)

- Total horas operativas del mes: _____ horas
- Total horas de caída de sistemas: _____ horas
- **Porcentaje de disponibilidad (uptime %):** _____ %

8. Consumo de combustible por cada 100 km recorridos

Unidad Vehicular	Litros consumidos	Km recorridos	Litros/100km
Vehículo 1	_____ L	_____ km	_____ L/100km
Vehículo 2	_____ L	_____ km	_____ L/100km
Vehículo 3	_____ L	_____ km	_____ L/100km
Vehículo 4	_____ L	_____ km	_____ L/100km
Vehículo 5	_____ L	_____ km	_____ L/100km
PROMEDIO FLOTA		**_____ L/100km**	

9. Número de fallas técnicas registradas mensualmente

Tipo de falla	Cantidad (mes actual)
Fallas mecánicas de vehículos	_____
Fallas de sistemas informáticos	_____
Fallas de equipos GPS/comunicación	_____
Otras fallas técnicas	_____
TOTAL FALLAS MENSUALES	**_____**

10. Porcentaje de utilización de capacidad instalada de flota

- Total unidades vehiculares disponibles: _____
- Unidades vehiculares operativas promedio/día: _____
- Total días operativos del mes: _____
- **Porcentaje de utilización (%):** _____ %

DIMENSIÓN 3: EFICIENCIA OPERACIONAL

INSTRUCCIÓN: Revise registros de servicios, guías de remisión y reportes de operaciones diarias.

11. Tiempo promedio de entrega de servicios (últimos 30 servicios)

N° Servicio	Tiempo de entrega (horas)	N° Servicio	Tiempo de entrega (horas)
1	_____ h	16	_____ h
2	_____ h	17	_____ h
3	_____ h	18	_____ h
4	_____ h	19	_____ h
5	_____ h	20	_____ h
6	_____ h	21	_____ h
7	_____ h	22	_____ h
8	_____ h	23	_____ h
9	_____ h	24	_____ h
10	_____ h	25	_____ h
11	_____ h	26	_____ h
12	_____ h	27	_____ h
13	_____ h	28	_____ h
14	_____ h	29	_____ h
15	_____ h	30	_____ h
PROMEDIO:			**_____ horas**

12. Índice de puntualidad en entregas

- Total servicios realizados (mes actual): _____
- Servicios entregados a tiempo: _____
- **Índice de puntualidad (%):** _____ %

13. Lead time promedio de despacho

N° Despacho	Hora solicitud	Hora entrega	Lead time (horas)
1	:	:	_____ h
2	:	:	_____ h
3	:	:	_____ h
4	:	:	_____ h
5	:	:	_____ h
6	:	:	_____ h
7	:	:	_____ h
8	:	:	_____ h
9	:	:	_____ h
10	:	:	_____ h
LEAD TIME PROMEDIO:			**_____ horas**

14. Número de errores en guías de remisión por mes

Tipo de error	Cantidad
Datos incorrectos del destinatario	_____
Errores en cantidades/pesos	_____
Errores en direcciones	_____
Documentación incompleta	_____
Otros errores	_____
TOTAL ERRORES MENSUALES	**_____**

15. Índice de productividad operacional

- Total servicios completados (mes actual): _____
- Total días operativos del mes: _____
- **Servicios completados/día:** _____

Fecha de aplicación: / /2024

Firma del encuestado: _____

Firma del encuestador: _____