

# Ciencias e Ingeniería

PARA CIUDADANOS

Revista de investigación científica



Lima - Perú

# Ciencias e Ingeniería



Volumen II-N°4 Abril 2026

# Consejo Editorial

## Director

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas

## Editor, diseño y traducción

Lic. Carlos Alberto Vega Vidal

## Diagramador de texto y asistencia de diseño

Lic. Carlos Alberto Vega Vidal

## Comité Científico

Dra. Elena Rafaela Benavides Rivera  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
Lima-Perú

Dra. Ysabel Zevallos Parave  
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.  
Lima-Perú

Dr. Óscar Rafael Tinoco Gómez  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
Lima-Perú

# Reducción de los tiempos de entrega de suministros mediante la evaluación y redistribución de proveedores en una empresa metalmecánica

Ing. Eliete Mariel Bazán Panana  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo electrónico: eliete.bazan@unmsm.edu.pe

Ing. Luis Ángel Unocc Fernández  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo electrónico: luisunocc.f@unmsm.edu.pe

**Resumen:** En el presente artículo se plantea como objetivo reducir los tiempos de entrega de repuestos y componentes desde los proveedores hacia el almacén de repuestos (ARP) mediante un proceso de evaluación de proveedores. Actualmente, los retrasos en las entregas afectan significativamente la eficiencia operativa, debido a deficiencias en el proceso de compras, tales como la ausencia de evaluación sistemática de proveedores y una planificación inadecuada. Para identificar las causas raíz del problema, se aplicaron herramientas cualitativas y cuantitativas como el diagrama de Ishikawa y la matriz FACTIS. El análisis evidenció que los principales factores críticos eran: quiebre de stock, ausencia de stock de seguridad, ausencia de procedimientos estandarizados en el área de compras y los proveedores actuales no cumplen con los plazos de entrega. Como propuesta de mejora, se plantea la implementación del método de ponderación multicriterio para la selección y evaluación de proveedores, considerando su impacto en la reducción de los tiempos de entrega y la optimización de la cadena de suministro interna, especialmente en empresas del sector metalmecánico. Como resultado, se logró reducir el tiempo promedio de entrega, pasando de 23.94 días a 20.60 días, lo que representa una reducción de 3.34 días, equivalente al 13.94%. Esta mejora ha sido validada estadísticamente mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, confirmando que la disminución es significativa.

**Palabras clave:** Tiempos de entrega/ Evaluación de proveedores/ Compras/ Cadena de suministro/ Eficiencia operativa.

**Abstract:** This article aims to reduce the delivery times of spare parts and components from suppliers to the spare parts warehouse (ARP) through a structured supplier evaluation process. Currently, delivery delays significantly affect operational efficiency due to deficiencies in the purchasing process, such as the lack of systematic supplier evaluation and inadequate planning. To identify the root causes of the problem, both qualitative and quantitative tools were applied, such as the Ishikawa diagram and the FACTIS matrix. The analysis revealed that the main critical factors were: stockouts, lack of safety stock, absence of standardized procedures in the purchasing area, and current suppliers failing to meet delivery deadlines. As a proposed improvement, the imple-

mentation of the Multi-Criteria Decision-Making method is suggested for supplier selection and evaluation, given its potential to reduce delivery times and optimize the internal supply chain, especially in companies within the metalworking sector. As a result, the average delivery time was reduced from 23.94 days to 20.60 days, representing a reduction of 3.34 days or 13.94%. This improvement was statistically validated using the paired Student's t-test, confirming that the reduction is significant.

**Keywords:** Delivery time/ Supplier evaluation/ Purchasing/ Supply chain/ Operational efficiency.

**Résumé :** Cet article vise à réduire les délais de livraison des pièces de rechange et des composants depuis les fournisseurs vers le magasin de pièces de rechange (MPR), en mettant en œuvre un processus structuré d'évaluation des fournisseurs. Actuellement, les retards de livraison affectent de manière significative l'efficacité opérationnelle, en raison de lacunes dans le processus d'achat, telles que l'absence d'une évaluation systématique des fournisseurs et une planification inadéquate. Pour identifier les causes profondes du problème, des outils qualitatifs et quantitatifs ont été appliqués, tels que le diagramme d'Ishikawa et la matrice FACTIS. L'analyse a révélé que les principaux facteurs critiques étaient : les ruptures de stock, l'absence de stock de sécurité, l'absence de procédures standardisées dans le service des achats et le non-respect des délais de livraison par les fournisseurs actuels. Comme solution d'amélioration, la mise en œuvre de la méthode de pondération multicritère est proposée pour la sélection et l'évaluation des fournisseurs, en raison de son impact potentiel sur la réduction des délais de livraison et l'optimisation de la chaîne d'approvisionnement interne, en particulier dans les entreprises du secteur métallurgique. En conséquence, le délai moyen de livraison est passé de 23,94 jours à 20,60 jours, soit une réduction de 3,34 jours, équivalente à 13,94 %. Cette amélioration a été validée statistiquement au moyen du test t de Student pour échantillons appariés, confirmant que la réduction est significative.

**Mots-clés:** Délai de livraison/ Évaluation des fournisseurs/ Achats/ Chaîne d'approvisionnement/ Efficacité opérationnelle.

## 1. Introducción

En la era de la globalización, la optimización de la cadena de suministro es un factor determinante para la competitividad de las empresas manufactureras (Christopher, 2016). Países líderes en producción industrial, como Alemania, Japón y Estados Unidos, han logrado reducir significativamente sus tiempos de entrega mediante la integración de tecnologías avanzadas, modelos de evaluación de proveedores y estrategias de lean supply chain (Li & Dai, 2020). Sin embargo, en economías emergentes, como las de América Latina, muchas empresas aún enfrentan desafíos críticos en la gestión de sus procesos logísticos, lo que impacta directamente en su eficiencia operativa.

En el sector metalmecánico peruano, estos problemas se acentúan debido a la falta de estandarización en los procesos de compras, la escasa evaluación sistemática de proveedores y la ausencia de indicadores claros para medir el desempeño logístico

(ASIMET, 2023). Estas limitaciones generan retrasos recurrentes en el abastecimiento de insumos, incrementando los costos por paradas de producción y afectando la confiabilidad de la cadena de suministro interna. En sectores industriales como el metal-mecánico, donde la disponibilidad de repuestos y componentes es crítica para el mantenimiento y operación de maquinaria, cualquier retraso en la entrega puede generar paradas productivas costosas y pérdida de eficiencia.

Frente a esta problemática, se hace necesario adoptar un enfoque integral que permita mejorar la toma de decisiones en la selección de proveedores. Para ello, el uso de herramientas de diagnóstico como el diagrama de Ishikawa y la matriz FACTIS facilita la identificación de causas raíz, mientras que metodologías como el "método de decisión multicriterio" permiten priorizar y seleccionar proveedores más confiables y eficientes.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo optimizar los tiempos de entrega de repuestos y componentes mediante la evaluación y redistribución de proveedores en una empresa del sector metalmeccánico, logrando no solo una mejora significativa en el desempeño logístico, sino también una contribución directa a la eficiencia operativa de la organización. En este contexto, la empresa presenta una valoración promedio de los proveedores en 2.1 y un tiempo de entrega promedio de los proveedores hacia el almacén de repuestos (ARP) de 23.94 días.

## **2. Material y métodos**

### **2.1. Materiales**

- Registros históricos de las órdenes de compras.
- Listado de proveedores.
- Software de apoyo: Excel.
- Entrevista al analista de compras.

### **2.2. Métodos**

Para identificar, analizar y priorizar las causas que originan los problemas en el área de compras de entrega de repuestos y componentes desde los proveedores, se emplearon herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo, con el objetivo de proponer soluciones concretas y viables.

#### **2.2.1. Diagrama de Ishikawa**

La primera herramienta que se utilizó fue el diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto) como herramienta cualitativa para identificar las causas raíz del problema central. Las categorías consideradas fueron: Recursos humanos, stock, métodos, infraestructura, tecnología de la información (TI), equipos y medición. A partir de sesiones de análisis interno y revisión de procesos, se identificaron 20 causas raíz agrupadas en dichas categorías. (Torrejón, 2020)

Para priorizarlas sistemáticamente, se implementó una matriz de evaluación cuantitativa basada en dos dimensiones críticas: "impacto", cuya valoración está detallada en la tabla 1 y "prioridad", cuya valoración se encuentra especificada en tabla 2. Cada causa fue evaluada y recibió un puntaje compuesto (Impacto \* Prioridad), donde el máximo teórico era 15 puntos. Se estableció como umbral de atención prioritaria aquellas causas con puntuación más alta, lo que permitió enfocar recursos en los factores más críticos. (Silva, 2024)

**Tabla N° 1:** Puntaje de Impacto de las causas-raíz del diagrama de Ishikawa

Impacto	Puntaje
Muy Poco	1
Poco	2
No impacta	3
Alto	4
Muy Alto	5

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 2:** Puntaje de Prioridad de las causas-raíz del diagrama de Ishikawa

Prioridad	Puntaje
Baja	1
Media	2
Alta	3

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.2.2. Matriz FACTIS

Se aplicó la matriz FACTIS, para priorizar las propuestas, que se plantearon a partir de las cuatro causas cuyos puntajes fueron más altos. Esta es una herramienta cuantitativa que permite evaluar propuestas de mejora considerando seis criterios: Facilidad para implementarlo, afectación a otras áreas, calidad (nivel de mejora que aporta), tiempo requerido para implementar, inversión necesaria, seguridad que aporta al proceso. Cada criterio fue ponderado según su importancia relativa dentro del contexto del estudio, como se detalla a continuación en la tabla 3. (Torrejón, 2020)

**Tabla N° 3:** Criterios de selección de la Matriz FACTIS

Criterios		Calificación		
F	Facilidad para implementarlo	1: Muy difícil	2: Difícil	3: Fácil
A	Afecta a otras áreas	1: Sí	3: Algo	5: Nada
C	Mejora Calidad	1: Poco	3: Medio	5: Mucho
T	Tiempo que implica implementarlo	1: Largo	2: Medio	3: Corto
I	Nivel de Inversión	1: Alto	3: Medio	5: Poco
S	Mejora Seguridad	1: Poco	2: Medio	3: Mucho

**Fuente:** Elaboración propia

Luego, cada propuesta fue calificada según su nivel de cumplimiento en cada criterio, utilizando las escalas definidas en la matriz. El puntaje final de cada propuesta se obtuvo multiplicando su valoración por el peso asignado a cada criterio.

### 2.2.3. Matriz evaluación de proveedores

Para complementar el proceso de mejora del área de compras y asegurar la selección de proveedores que contribuyan a la reducción de los tiempos de entrega al cliente interno, se utilizó la "matriz de evaluación de proveedores" como herramienta de análisis cuantitativo y estratégico.

Esta matriz permite evaluar el desempeño de los proveedores actuales y potenciales bajo criterios previamente definidos, con el fin de identificar aquellos que ofrecen un mejor cumplimiento en función de las necesidades logísticas y operativas del almacén de repuestos (ARP) y su relación con la cadena de valor de la empresa.

### 2.2.4. Prueba de t student

Es una herramienta estadística que se utiliza para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Funciona comparando la diferencia observada entre las medias con la variabilidad dentro de los grupos. Si la diferencia es suficientemente grande en relación con la variabilidad, se puede concluir que no es producto del azar. Existen distintos tipos de esta prueba: t para muestras independientes: compara las medias de dos grupos distintos, t para muestras relacionadas (o pareadas): compara dos medidas del mismo grupo (por ejemplo, antes y después de un tratamiento) y t para una muestra: compara la media de un grupo con un valor conocido. En todos los casos, se calcula un estadístico t y se compara con un valor crítico (según el nivel de significancia y los grados de libertad) para decidir si se rechaza o no la hipótesis nula (que plantea que no hay diferencia). (Llauce et al., 2024)

### 3. Resultados

Para identificar las causas raíz del problema que afecta al área de materia prima, se utilizó el diagrama de Ishikawa o llamado diagrama de causa-efecto. Esta herramienta permitió descomponer las distintas posibles fuentes del problema: Retrasos en el tiempo de entrega de repuestos y componentes, como se observa en la figura 1.

**Figura N° 1:** Diagrama de Ishikawa del ARP de una empresa metalmecánica



Fuente: Elaboración propia

Después de determinarlas, se definieron las causas-raíz más relevantes, las cuales son valoradas en función de su "impacto" y "prioridad", teniendo en cuenta los objetivos estratégicos del área de compras del ARP de una empresa metalmecánica. Se obtuvo el puntaje de cada causa-raíz, encontrándose con cuatro causas principales, cuyo valor fue de 15 puntos, el máximo posible a obtener. En la figura 2 se visualiza la calificación de cada una de las causas-raíz.

**Figura N° 2:** Puntaje de cada causa-raíz del diagrama de Ishikawa

CAUSA RAÍZ	TIPO	IMPACTO	PRIORIDAD	PUNTAJE
Falta de capacitación del personal	PERSONAL	4	2	8
Alta rotación de personal	PERSONAL	3	1	3
Errores en el registro de entregas	PERSONAL	4	3	12
Falta de responsabilidad asignada al seguimiento de pedidos	PERSONAL	4	3	12
Quiebre de stock frecuente	STOCKS	5	3	15
Falta de codificación o identificación adecuada	STOCKS	4	2	8
Ausencia de stock de seguridad	STOCKS	5	3	15
Inventario desactualizado	STOCKS	4	2	8
Ausencia de procedimientos estandarizados en el Área de Compras	MÉTODOS	5	3	15
Retrasos en aprobación de ordenes de compra de los proveedores	MÉTODOS	4	3	12
Pedidos urgentes no planificados	MÉTODOS	4	3	12
Los proveedores actuales no cumplen con los plazos de entrega	MÉTODOS	5	3	15
Sistema ERP no integrado	MAQUINARIA	4	3	12
Falta de conectividad entre áreas	MAQUINARIA	4	2	8
Equipos antiguos o ineficientes	MAQUINARIA	3	2	6
Falta de automatización en el proceso	MAQUINARIA	4	3	12
Falta de KPI para tiempos de entrega	MEDICIÓN	4	2	8
Datos de entrega no actualizados a tiempo real	PERSONAL	4	3	12
Desconocimiento de tiempos estándar de entrega	PERSONAL	4	2	8
Reportes manuales y poco confiables	PERSONAL	3	2	6

**Fuente:** Elaboración propia

A cada una de estas causas se le asignó una propuesta de mejora respaldada por bibliografía especializada.

Las cuatro causas principales fueron: para el quiebre de stock frecuente, se plantea mejorar la gestión de inventarios de la empresa (Sánchez, 2021); para la ausencia de stock de seguridad, se propone la aplicación del modelo DDMRP (Demand Driven MRP) para el pronóstico de demanda, sustentado por León y Valverde (2024); para la ausencia de procedimientos estandarizados en el área de compras, se sugiere implementar una gestión de mejora continua del proceso de adquisiciones (Napuri et al., 2024); y finalmente, para la causa relacionada con que los proveedores actuales no cumplen con los tiempos de entrega, se propone implementar un método de evaluación de proveedores (Reyes, 2013).

**Figura N° 3:** Propuestas de mejora para causas-raíz más relevantes

Causa raíz	Propuesta de mejora
Quiebre de stock frecuente	Mejorar la gestión de inventarios de la empresa
Ausencia de stock de seguridad	Aplicación del DDMRP para el pronóstico de demanda
Ausencia de procedimientos estandarizados en el Área de Compras	Implementar gestión de mejora continua del proceso de compras
Los proveedores actuales no cumplen con los plazos de entrega	Implementar un método de evaluación de proveedores

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez definidas las propuestas de mejora, se procedió a analizar su viabilidad mediante la aplicación de la matriz FACTIS, herramienta que contempla seis criterios previamente ponderados según su relevancia para el proyecto. En primer lugar, se asignó un peso a cada criterio considerando su grado de importancia; por ejemplo, el criterio de "seguridad" obtuvo una ponderación media, ya que, en este caso, no tiene la misma relevancia que otros criterios como "inversión" o "calidad". Posteriormente, se evaluaron cada una de las propuestas de mejora en función de dichos criterios, utilizando las calificaciones establecidas en la tabla 3.

**Figura N° 4: Valoración de las propuestas**

		Ponderación					
		3	3	5	3	5	3
N°	Propuestas de mejora	Facilidad	Afecta	Calidad	Tiempo	Inversión	Seguridad
Propuesta 1	Mejorar la gestión de inventarios de la empresa	3	3	3	3	3	2
Propuesta 2	Aplicación del DDMRP para el pronóstico de demanda	2	5	5	2	1	2
Propuesta 3	Implementar gestión de mejora continua del proceso de compras	2	3	5	3	3	2
Propuesta 4	Implementar un método de evaluación de proveedores	3	3	5	3	5	2

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de este análisis, cada propuesta obtuvo un puntaje total. La propuesta "implementar un método de evaluación de proveedores" alcanzó el mayor puntaje con 83 puntos, por lo que fue seleccionada para su desarrollo. Esta elección se puede observar en la figura 5.

**Figura N° 5: Puntaje total de las propuestas**

		Puntaje Total						Puntaje Total
		F	A	C	T	I	S	
Propuesta 1	Mejorar la gestión de inventarios de la empresa	9	9	15	9	15	6	63
Propuesta 2	Aplicación del DDMRP para el pronóstico de demanda	6	15	25	6	5	6	63
Propuesta 3	Implementar gestión de mejora continua del proceso de compras	6	9	25	9	15	6	70
Propuesta 4	Implementar un método de evaluación de proveedores	9	9	25	9	25	6	83

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo esta propuesta, se evaluaron diferentes métodos existentes para la selección y evaluación de proveedores. De acuerdo con Naveen, Singh y Upadhyay (2020), en su artículo científico publicado en el International Journal of Sustainable Engineering, el método de ponderación multicriterio (MCDM) se presenta como el más adecuado debido a su simplicidad, flexibilidad y capacidad de incorporar múltiples criterios relevantes en la toma de decisiones. Por lo tanto, se trabajará con esta metodología para desarrollar e implementar la propuesta seleccionada.

En la empresa se cuenta con un total de 29 proveedores, los cuales serán evaluados mediante una matriz de evaluación basada en cinco criterios clave que son relevantes para los objetivos estratégicos del área de compras de la empresa.

En cumplimiento de las entregas, se considera como óptima una entrega menor a 7 días y así, cada rango está valorado de acuerdo a su tiempo de espera. Además, en la

quinta categoría se considera lo más beneficioso para la empresa, el cual es un pago a 90 días. De igual manera, los demás criterios fueron asignados a un valor de acorde a lo relevante para la empresa. Estos criterios, sus pesos y sus calificaciones se visualizan en la figura 6.

**Figura N°6:** Criterios de evaluación de proveedores de la empresa

Ítem	Valor Fijo	Concepto	Valor Variable	Criterios
1	15%	Certificaciones o cumplimiento normativo	0	Sin referencias comerciales
			1	Pocas referencias comerciales
			2	Buenas referencias comerciales
			3	Excelentes referencias comerciales
2	25%	Cumplimiento en los tiempos de entrega	0	Entregas mayor a 1 mes
			1	Entregas entre 14 y 30 días
			2	Entregas entre 7 y 14 días
			3	Cumple con los plazos de entrega
3	15%	Comunicación y gestión postventa	0	No brinda servicio post-venta
			1	Cobra adicional servicio post-venta
			2	Respuesta de atención no muy rápida
			3	Brinda una rápida y eficaz respuesta de atención
4	25%	Calidad del producto entregado	0	No emite certificado de calidad
			1	Da garantía
			2	Da calidad por lote de producción y da garantía
			3	Emite certificado de calidad por cada envío y garantía
5	20%	Condiciones comerciales (precios, formas de pago)	0	Forma de pago al contado, contraentrega, etc
			1	Mantiene los precios, y forma de pago de 15 a 30 días
			2	Buenos precios y forma de pago de 45 a 60 días
			3	Mejora precios del mercado, y forma de pago a 90 días

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de las características previamente definidas para la evaluación, se procede a aplicar el proceso de calificación a cada uno de los proveedores seleccionados.

Esta evaluación permite asignar un puntaje o valor representativo del desempeño de cada proveedor en función de los criterios establecidos. Los resultados obtenidos de este análisis se presentan de manera detallada en la tabla 4, donde se visualiza la calificación final asignada a cada proveedor.

**Tabla N° 4:** Calificación de cada proveedor

<b>PROVEEDOR</b>	<b>VALORACIÓN</b>
CORONEL IMPORT SAC	1.95
EDIPESA	1.3
FUNDICION FAYCONAPI	1.85
FUNDICION FERROSA	2
FUNDICION WISSE	1.55
HIDME PERU	1.45
HIDRO SUPPLY EIRL	2.4
HIDROSTAL	1.8
HIGH TECH SERVICE	1.75
IFLUTECH	1.3
IMDIPSA	2.75
INDUCOM	1
INGESH	1.5
INTECH	2.8
JOPCO	1
LEXACAUCHOS	1.8
METAL MECANICA JBC	1.05
METALMECANICA CAMACHO	0.55
METALMECANICA PULAN	1.75
PEMS SAC	2.75
PERU BOMBAS E.I.R.L.	2.25

RDH SOLUTIONS	1.95
RECOLSA	1.25
REMAVISA S.A.	1.05
RPE SAC	1.55
SEALCO SA	2.2
SIHI PERU	2.25
SSI FLUIDOS	2.5
WDM PUMPS	2

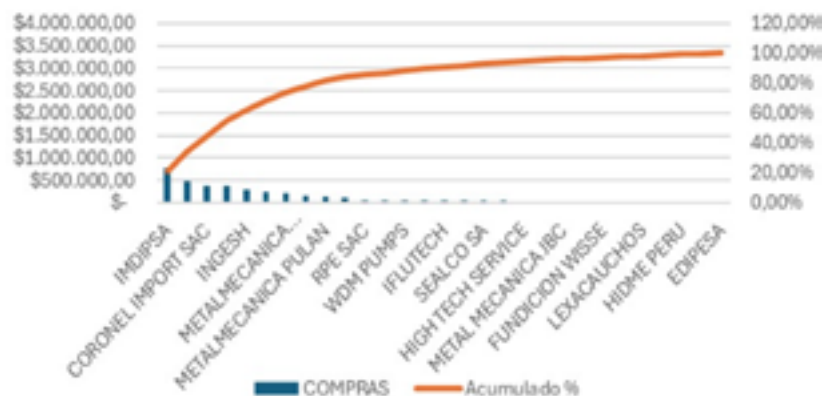
**Fuente:** Elaboración propia

Además de la evaluación cualitativa de desempeño, se procede a realizar un análisis de Pareto de los proveedores, tomando como base la facturación total acumulada de cada uno durante el periodo evaluado. Este análisis permite identificar a los proveedores más relevantes en términos de volumen económico, es decir, aquellos que concentran el mayor porcentaje del valor total de compras. Al aplicar el principio 80/20, se busca determinar qué porcentaje reducido de proveedores representa la mayor parte de la facturación, permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora y evaluación continua en este grupo prioritario. De esta manera, se obtiene una visión integral y estratégica que combina el desempeño cualitativo con la importancia económica de cada proveedor dentro del portafolio de abastecimiento de la empresa.

**Figura N° 7:** Total de factura por proveedor en el año 2024

Proveedor	Total Facturación
CORONEL IMPORT SAC	\$ 369,948.60
EDIPEA	\$ 12,510.00
FUNDICION FAYCONAPI	\$ 38,051.00
FUNDICION FERROSA	\$ 94,774.40
FUNDICION WISSE	\$ 19,840.00
HIDME PERU	\$ 17,130.00
HIDRO SUPPLY EIRL	\$ 22,813.54
HIDROSTAL	\$ 19,525.50
HIGH TECH SERVICE	\$ 30,728.00
IFLUTECH	\$ 43,780.50
IMDIPSA	\$ 769,071.92
INDUCOM	\$ 26,765.20
INGESH	\$ 277,340.00
INTECH	\$ 224,043.13
JOPCO	\$ 17,976.80
LEXACAUCHOS	\$ 19,354.67
METAL MECANICA JBC	\$ 24,690.00
METALMECANICA CAMACHO	\$ 193,410.00
METALMECANICA PULAN	\$ 125,012.00
PEMS SAC	\$ 472,423.22
PERU BOMBAS E.I.R.L	\$ 367,559.71
RDH SOLUTIONS	\$ 164,940.33
RECOLSA	\$ 33,500.00
REMAVISA S.A	\$ 16,380.00
RPE SAC	\$ 53,270.10
SEALCO SA	\$ 36,068.00
SIHI PERU	\$ 51,017.88
SSI FLUIDOS	\$ 45,401.00
WDM PUMPS	\$ 50,598.00
<b>Total general</b>	<b>\$ 3,637,923.50</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 8:** Pareto de los proveedores con relación a su valor de compra 2024

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, se procede a determinar un KPI clave basado en la distribución de compras por proveedor, con el objetivo de analizar el desempeño conjunto en términos de cumplimiento y relevancia económica. A partir de los datos recopilados, se obtiene un valor en el KPI de valoración de 2.155 y en tiempo de entrega de repuestos y componentes de 23.94 días, el cual está relacionado con el porcentaje acumulado de participación de los proveedores.

**Figura N° 9: Métrica de valoración de cada proveedor**

PROVEEDOR	PARTICIPACIÓN	TIEMPO DE ENTREGA	VALORACIÓN
METALMECANICA CAMACHO	5.316%	28.98	0.55
METALMECANICA PULAN	3.436%	10.17	1.75
LEXACAUCHOS	0.532%	19.16	1.80
CORONEL IMPORT SAC	10.168%	22.07	1.95
INGESH	7.824%	27.44	1.50
RDH SOLUTIONS	4.534%	25.74	1.95
FUNDICION FERROSA	2.605%	9.32	2.00
HIDRO SUPPLY EIRL	0.627%	6.46	2.40
EDIPESA	0.344%	1.00	1.30
IMDIPSA	21.140%	20.06	2.75
RPE SAC	1.464%	13.47	1.55
WDM PUMPS	1.391%	14.00	2.00
PERU BOMBAS E.I.R.L	10.104%	31.46	2.25
INTECH	6.159%	25.16	2.80
SIHI PERU	1.402%	28.27	2.25
SSI FLUIDOS	1.248%	27.75	2.50
FUNDICION FAYCONAPI	1.046%	19.59	1.85
SEALCO SA	0.991%	13.71	2.20
RECOLSA	0.921%	18.00	1.25
HIGH TECH SERVICE	0.845%	26.18	1.75
JOPCO	0.494%	22.88	1.00
REMAVISA S.A	0.450%	26.50	1.05
PEMS SAC	12.986%	31.14	2.75
HIDROSTAL	0.537%	22.56	1.80
IFLUTECH	1.203%	28.18	1.30
INDUCOM	0.736%	32.00	1.00
FUNDICION WISSE	0.545%	15.71	1.55
METAL MECANICA JBC	0.679%	14.00	1.05
HIDME PERU	0.471%	32.83	1.45
<b>KPI ACTUAL</b>		<b>23.94</b>	<b>2.155</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Con base en la valoración obtenida por cada proveedor, se procede a clasificarlos en cuatro categorías: A, B, C y D. Esta categorización se realiza según el puntaje total alcanzado por cada uno, en función del porcentaje respecto al puntaje máximo posible. La categoría A (Excelente) agrupa a los proveedores que obtuvieron un puntaje mayor o igual a 2.55, lo que equivale al 85% o más del total. La categoría B (Bueno) incluye a aquellos con puntajes entre 2.10 y 2.54, correspondientes a un rango del 70% al 84%. La categoría C (Regular) considera a los proveedores con puntuaciones entre 1.50 y 2.09, lo que representa entre el 50% y el 69%. Finalmente, la categoría D (Deficiente) comprende a los proveedores que obtuvieron un puntaje inferior a 1.50, es decir, por debajo del 50%. Esta clasificación permite identificar el nivel de desempeño de cada proveedor y orientar acciones estratégicas en función de los resultados obtenidos.

**Figura N° 10:** Clasificación de cada proveedor

PROVEEDOR	CALIFICACION
METALMECANICA CAMACHO	D
METALMECANICA PULAN	C
LEXACAUCHOS	C
CORONEL IMPORT SAC	C
INGESH	C
RDH SOLUTIONS	C
FUNDICION FERROSA	C
HIDRO SUPPLY EIRL	B
EDIPESA	D
IMDIPSA	A
RPE SAC	C
WDM PUMPS	C
PERU BOMBAS E.I.R.L	B
INTECH	A
SIHI PERU	B
SSI FLUIDOS	B
FUNDICION FAYCONAPI	C
SEALCO SA	B
RECOLSA	D
HIGH TECH SERVICE	C
JOPCO	D
REMAMISA S.A	D
PEMS SAC	A
HIDROSTAL	C
IFLUTECH	D
INDUCOM	D
FUNDICION WISSE	C
METAL MECANICA JBC	D
HIDME PERU	D

**Fuente:** Elaboración propia

Se realiza una validación estadística para determinar si existe una diferencia significativa entre las valoraciones promedio de dos grupos: proveedores A/B y proveedores C/D. Queremos comprobar si las valoraciones promedio de los proveedores categorizados como A o B (alta valoración) son estadísticamente diferentes de las valoraciones de los proveedores C o D (baja valoración).

**Figura N° 11:** Agrupación de los proveedores según sus categorías y sus KPI's

CATEGORÍA	N° Proveedores	% Participación	Valoración Promedio
A	3	40.29%	2.77
B	5	14.37%	2.32
C	12	34.73%	1.79
D	9	10.61%	1.11

Categoría	N° Proveedores	% Participación	Valoración
A/B	8	54.66%	2.49
C/D	21	45.34%	1.50

**Fuente:** Elaboración propia

Para la validación estadística de los resultados obtenidos, se aplicó la “prueba t de student” para dos muestras suponiendo varianzas desiguales. En este análisis se plantea como hipótesis nula (Ho) que no existe una diferencia significativa entre las medias de ambos grupos, es decir, que sus valoraciones promedio son estadísticamente similares. De rechazarse esta hipótesis, se podría concluir que las diferencias observadas entre los grupos no son producto del azar, sino que reflejan una verdadera brecha en el desempeño de los proveedores evaluados.

**Figura N° 12: Valoración de los proveedores de acuerdo a su categoría**

Valores A/B	Valores C/D
2.4	0.55
2.75	1.75
2.25	1.8
2.8	1.95
2.25	1.5
2.5	1.95
2.2	2
2.75	1.3
	1.55
	2
	1.85
	1.25
	1.75
	1
	1.05
	1.8
	1.3
	1
	1.55
	1.05
	1.45

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 13:** Resultado de la prueba estadística.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	Valores A/B	Valores C/D
Media	2.4875	1.4952381
Varianza	0.062678571	0.16447619
Observaciones	8	21
Diferencia hipotética $\mu$	0	
Grados de libertad		21
Estadístico t	7.927442592	
P(T<=t) una cola	4.76376E-08	
Valor crítico de t (una c)	1.720742903	
P(T<=t) dos colas	9.52752E-08	
Valor crítico de t (dos c)	2.079613645	

HERRAMIENTA	1.04083E-07 < 0.05
-------------	--------------------

**Fuente:** Elaboración propia

Posteriormente, se procede a simular un escenario de redistribución de compras, con el propósito de mejorar el desempeño global del portafolio de proveedores. En esta simulación, se plantea re-asignar el volumen de compras actualmente gestionado por proveedores con baja calificación (según la matriz de evaluación) hacia aquellos proveedores que obtuvieron una alta puntuación y han demostrado un mayor nivel de cumplimiento y confiabilidad.

A través de este análisis, se proyecta cómo cambiaría la participación porcentual de los proveedores en la distribución total de compras, permitiendo así tomar decisiones estratégicas basadas en datos objetivos y alineadas con los objetivos del área de compras.

La mayor parte de los proveedores clasificados en la categoría D fueron reasignados al proveedor HIDRO SUPPLY EIRL, debido a que presenta una baja participación en el volumen total de compras y destaca por tener el menor tiempo de entrega entre todos los proveedores evaluados. Del mismo modo, el proveedor clasificado en la categoría C, Coronel Import SAC, fue reasignado a SEACOLSA, ya que este último representa la segunda menor participación y cuenta con el segundo mejor tiempo de entrega, lo que lo posiciona como una alternativa viable y eficiente para asumir dicha redistribución.

**Figura N° 14:** Redistribución de proveedores

HIGH TECH SERVICE	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
FUNDICION WISSE	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
HIDROSTAL	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
LEXACAUCHOS	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
METALMECANICA CAMACHO	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
IFLUTECH	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
RECOLSA	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
INDUCOM	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
METAL MECANICA JBC	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
JOPCO	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
HIDME PERU	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
REMAVISAS.A	-->	HIDRO SUPPLY EIRL
CORONEL IMPORT SAC	-->	SEALCO SA

**Fuente:** elaboración propia

#### 4. Discusión

La validación estadística nos permite establecer que el resultado no es producto del azar, es decir que se tiene un efecto estadísticamente significativo y que la redistribución tuvo un efecto real; ya que el valor obtenido del valor crítico ( $p$ ) para dos colas  $9.52752 \times 10^{-8}$  es menor que el estándar de 0.05.

Como resultado de la redistribución de los proveedores, se logró una mejora significativa tanto en la calificación general como en el desempeño logístico. La calificación promedio de los proveedores se incrementó de 2.155 a 2.356, reflejando una mejora en los criterios de evaluación como calidad, cumplimiento y confiabilidad.

Igualmente, el tiempo promedio de entrega se redujo de 23.94 días a 20.59 días, lo que representa una mejora del 13.94%. Esta reducción contribuye directamente a una mayor eficiencia operativa.

**Figura N° 15:** Distribución actual de los proveedores

PROVEEDOR	PARTICIPACIÓN	VALORACIÓN	TIEMPO	CALIFICACIÓN
IMDIPSA	21.140%	2.75	20.06	A
PEMS SAC	12.986%	2.75	31.14	A
INTECH	6.159%	2.80	25.16	A
PERU BOMBAS E.I.R.L	10.104%	2.25	31.46	B
SIHI PERU	1.402%	2.25	28.27	B
SSI FLUIDOS	1.248%	2.50	27.75	B
SEALCO SA	0.991%	2.20	13.71	B
HIDRO SUPPLY EIRL	0.627%	2.40	6.46	B
CORONEL IMPORT SAC	10.169%	1.95	22.07	C
INGESH	7.624%	1.50	27.44	C
RDH SOLUTIONS	4.534%	1.95	25.74	C
METALMECANICA PULAN	3.436%	1.75	10.17	C
FUNDICION FERROSA	2.605%	2.00	9.32	C
RPE SAC	1.464%	1.55	13.47	C
WDM PUMPS	1.391%	2.00	14.00	C
FUNDICION FAYCONAPI	1.046%	1.85	19.59	C
HIGH TECH SERVICE	0.845%	1.75	28.18	C
FUNDICION WISSE	0.545%	1.55	15.71	C
HIDROSTAL	0.537%	1.80	22.56	C
LEXACAUCHOS	0.532%	1.80	19.18	C
METALMECANICA CAMACHO	5.316%	0.55	28.98	D
IFLUTECH	1.203%	1.30	28.18	D
RECOLSA	0.921%	1.25	18.00	D
INDUCOM	0.738%	1.00	32.00	D
METAL MECANICA JBC	0.679%	1.05	14.00	D
JORCO	0.494%	1.00	22.88	D
HIDME PERU	0.471%	1.45	32.83	D
RENAVISA S.A	0.450%	1.05	29.50	D
EDIPESA	0.344%	1.30	1.00	D
<b>KPI ACTUAL</b>		<b>2.155</b>	<b>23.907</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 16:** Panorama después de la redistribución

PROVEEDOR	PARTICIPACIÓN	VALORACIÓN	TIEMPO	CALIFICACIÓN
IMDIPSA	21.140%	2.75	20.06	A
PEMS SAC	12.986%	2.75	31.14	A
INTECH	6.159%	2.80	25.16	A
PERU BOMBAS E.I.R.L	10.104%	2.25	31.46	B
SIHI PERU	1.402%	2.25	28.27	B
SSI FLUIDOS	1.248%	2.50	27.75	B
SEALCO SA	11.161%	2.20	13.71	B
HIDRO SUPPLY EIRL	13.356%	2.40	6.46	B
INGESH	7.624%	1.50	27.44	C
RDH SOLUTIONS	4.534%	1.95	25.74	C
METALMECANICA PULAN	3.436%	1.75	10.17	C
FUNDICION FERROSA	2.605%	2.00	9.32	C
RPE SAC	1.464%	1.55	13.47	C
WDM PUMPS	1.391%	2.00	14.00	C
FUNDICION FAYCONAPI	1.046%	1.85	19.59	C
EDIPESA	0.344%	1.30	1.00	C
<b>KPI ACTUAL</b>		<b>2.356</b>	<b>20.599</b>	

Fuente: Elaboración propia

## 5. Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Revista de investigación científica Ciencias e Ingeniería, por facilitar el proceso de revisión y publicación de este trabajo científico.

A nuestros padres y familiares, por su apoyo incondicional y constante, que ha sido fundamental en nuestro crecimiento académico y desarrollo personal.

Agradecemos a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por brindarnos la oportunidad de desarrollar este artículo científico, contribuyendo así al fortalecimiento de nuestros conocimientos y competencias académicas."

## 6. Conclusiones

El uso del diagrama de Ishikawa y la matriz FACTIS permitió identificar las principales causas de los retrasos, como el quiebre de stock, la falta de stock de seguridad y la ausencia de procedimientos estandarizados en el área de compras. Las propuestas de mejora, como la implementación de modelos de pronóstico (DDMRP) y la estandarización de procesos, fueron clave para abordar estos problemas.

Los KPI's claves son el tiempo de entrega y la valoración de cada proveedor. Estas métricas permiten evaluar la eficiencia del abastecimiento, identificando si la mayor parte de las adquisiciones provienen de proveedores confiables. Esta información facilita la toma de decisiones en cuanto a la gestión y optimización del portafolio de proveedores.

La redistribución estratégica de proveedores no solo mejoró los tiempos de entrega, sino que también optimizó la valoración de los proveedores, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa en la empresa metalmecánica.

La calificación promedio de los proveedores aumentó de 2.155 a 2.356, lo que refleja una mejor selección basada en criterios como calidad, cumplimiento y confiabilidad. Esto demuestra que la metodología de evaluación de proveedores es efectiva para optimizar la cadena de suministro.

La implementación del método de ponderación multicriterio para la evaluación y redistribución de proveedores permitió reducir el tiempo promedio de entrega de 23.94 días a 20.60 días, lo que representa una mejora del 13.94%. Esta reducción fue validada estadísticamente mediante la prueba t de student, confirmando su significancia.

Los resultados destacan la importancia de adoptar herramientas cuantitativas y cualitativas en la gestión de proveedores, especialmente en sectores industriales donde la disponibilidad de repuestos es crítica. Este enfoque puede ser replicado en otras empresas del sector para mejorar su competitividad.

## 7. Literatura Citada

- ASIMET. (2023). INFORME ANUAL DEL SECTOR METALMECÁNICO EN PERÚ: INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD Y LOGÍSTICA. ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES METALÚRGICOS Y METALMECÁNICOS.
- CHRISTOPHER, M. (2016). LOGISTICS & SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (5TH ED.). PEARSON.
- LEÓN QUISPE, R. M., & VALVERDE GASPAR, D. O. (2024). MODELO DE MEJORA EN LOS NIVELES DE INVENTARIOS PARA REDUCIR LAS ROTURAS DE STOCK APLICANDO PRONÓSTICOS Y DDMRP EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA [TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. REPOSITORIO ACADÉMICO UPC. [HTTPS://REPOSITORIOACADEMICO.UPC.EDU.PE/HANDLE/10757/675595](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/675595)
- LI, L., WANG, Y., & DAI, J. (2020). SUPPLIER SELECTION AND EVALUATION IN LEAN SUPPLY CHAINS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMOTIVE INDUSTRIES IN GERMANY AND CHINA. INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS, 222, 107498. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.IJPE.2019.09.022](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.09.022)
- LLAUCE SANTAMARIA, R. Y., SALDAÑA MIRANDA, M. Y., OLIVERA ALDANA, M. F. (2024, DICIEMBRE 30). MONOGRAFÍA PRUEBAS DE HIPÓTESIS T STUDENT [MONOGRAFÍA]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN. [HTTPS://REPOSITORIO.UNJ.EDU.PE/BITSTREAM/UNJ/791/1/MONOGRAF%C3%A9DA%20PRUEBAS%20DE%20HIP%C3%B3TESIS\\_T%20STUDENT.PDF](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/unj/791/1/MONOGRAF%C3%A9DA%20PRUEBAS%20DE%20HIP%C3%B3TESIS_T%20STUDENT.PDF)
- LOGÍSTICA360. (2025, 8 DE ENERO). DESAFÍOS EN LA INDUSTRIA LOGÍSTICA EN AMÉRICA LATINA 2025. [HTTPS://LOGISTICA360.PE/DESAFIOS-EN-LA-INDUSTRIA-LOGISTICA-EN-AMERICA-LATINA-2025/](https://logistica360.pe/desafios-en-la-industria-logistica-en-america-latina-2025/)
- NAPURI ROSAS, C. P., MÁRQUEZ-MARES PINTO, L. A., ALCA PALOMINO, M. A., & ROCCA ROJAS, E. A. (2024). MEJORA EN LA GESTIÓN DE COMPRAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO SOSTENIBLE PARA PAPELERA NACIONAL [TESIS DE MAESTRÍA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. REPOSITORIO DE TESIS PUCP. [HTTPS://TESIS.PUCP.EDU.PE/ITEMS/4A1F2124-44DB-457E-B7F0-AE66DA577D7C](https://tesis.pucp.edu.pe/items/4a1f2124-44db-457e-b7f0-ae66da577d7c)
- NAVEEN JAIN, A. R. SINGH & R. K. UPADHYAY (2020) SUSTAINABLE SUPPLIER SELECTION UNDER ATTRACTIVE CRITERIA THROUGH FIS AND INTEGRATED FUZZY MCDM TECHNIQUES, INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE ENGINEERING, 13:6, 441-462, E: DOI:10.1080/19397038.2020.1737751
- REYES ROJAS, V. R. (2022). PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE UNA EMPRESA DEL SECTOR TEXTIL [TESIS DE LICENCIATURA, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. REPOSITORIO ACADÉMICO UPC. [HTTPS://REPOSITORIOACADEMICO.UPC.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/10757/315028/REYES\\_VR-REST-TESIS.PDF](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315028/REYES_VR-REST-TESIS.PDF)
- SÁNCHEZ VERAMENDI, T. R. (2021). MEJORA DE LA GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA REDUCIR QUIEBRES DE STOCK EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PRENDAS DE VESTIR Y CALZADO [TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. REPOSITORIO DE TESIS PUCP. [HTTPS://TESIS.PUCP.EDU.PE/ITEMS/91D84817-2808-48C4-8F0F-838CF04C0AA2](https://tesis.pucp.edu.pe/items/91d84817-2808-48c4-8f0f-838cf04c0aa2)

- SILVA FUENTES, A. E. (2024). INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DE LA ROTACIÓN DEL PERSONAL DE UN CALL CENTER UTILIZANDO DESIGN THINKING Y EL ENFOQUE SOCIOTÉCNICO [TESIS DE MAESTRÍA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. REPOSITORIO PUCP. [HTTPS://TESIS.PUCP.EDU.PE/SERVER/API/CORE/BITSTREAMS/FC5F87E0-2C16-40FF-AD65-AB-867F5A4389/CONTENT](https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/FC5F87E0-2C16-40FF-AD65-AB-867F5A4389/content)
- TORREJÓN MAGUIÑA, G. A. (2020). DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA CONTRATACIÓN Y GESTIÓN DE NUEVOS COLABORADORES DE UN BANCO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN OFFICE [TESIS DE BACHILLERADO, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. REPOSITORIO PUCP. [HTTPS://TESIS.PUCP.EDU.PE/SERVER/API/CORE/BITSTREAMS/EC4E77E0-C55C-4502-9460-E39F2B6F1F60/CONTENT](https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/EC4E77E0-C55C-4502-9460-E39F2B6F1F60/content)

# ÍNDICE DE IMÁGENES



De izquierda a derecha

1. [https://www.vectorizados.com/vector/12952\\_pez-mecanico/#google\\_vignette](https://www.vectorizados.com/vector/12952_pez-mecanico/#google_vignette)
2. [https://www.rawpixel.com/image/2828388/free-illustration-png-shopping-social-media-shop?utm\\_medium=organic&utm\\_source=Pinterest](https://www.rawpixel.com/image/2828388/free-illustration-png-shopping-social-media-shop?utm_medium=organic&utm_source=Pinterest)
3. [https://cgworld.jp/interview/images/201612\\_Aiming/201612\\_Aiming\\_a3.jpg](https://cgworld.jp/interview/images/201612_Aiming/201612_Aiming_a3.jpg)
4. [https://stock.adobe.com/pe/stock-photo/id/1057997516?utm\\_source=Pinterest&utm\\_medium=organic&epik=djoyJnUgZ3lZbmNiTDhxUDl-jaiZRaXEyZE1LamFrMDh4TXVrTlcmcDowJm49VkhadGJkdExMaVM-2cXV5SkZkUopyQSZoPUFBQUFBR255Tks4https://es.pinterest.com/priyankaminnu/](https://stock.adobe.com/pe/stock-photo/id/1057997516?utm_source=Pinterest&utm_medium=organic&epik=djoyJnUgZ3lZbmNiTDhxUDl-jaiZRaXEyZE1LamFrMDh4TXVrTlcmcDowJm49VkhadGJkdExMaVM-2cXV5SkZkUopyQSZoPUFBQUFBR255Tks4https://es.pinterest.com/priyankaminnu/)
5. [https://es.pngtree.com/freepng/cleaning-service-eco-wiper-business-logo-design-template-vector\\_5101197.html?utm\\_source=Pinterest&utm\\_medium=organic](https://es.pngtree.com/freepng/cleaning-service-eco-wiper-business-logo-design-template-vector_5101197.html?utm_source=Pinterest&utm_medium=organic)

# Ciencias e Ingeniería



<https://ctscafe.pe/index.php/cienciaingenieria>  
Volumen II- N° 4 Abril 2026

Contáctenos en nuestro correo electrónico  
**[cienciaseingenierias@ctscafe.pe](mailto:cienciaseingenierias@ctscafe.pe)**

Página Web:  
**<https://ctscafe.pe/index.php/cienciaingenieria>**