

ERP OPEN SOURCE PARA PYMES: UN ENLACE ENTRE LA GESTIÓN DEL RECURSO HUMANO Y LOGÍSTICA INTELIGENTE

OPEN SOURCE ERP FOR SMES: A LINK BETWEEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AND INTELLIGENT LOGISTICS

Arriaga Gómez Verónica

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0009-8259-1089>

veronica.ag1@pachuca.tecnm.mx

Mohedano Torres Enrique de Jesús

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0000-0002-0219-5038>

enrique.mt@pachuca.tecnm.mx

Ruiz Orozco Marla Itzel

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0000-3480-5462>

l21200726@pachuca.tecnm.mx

Pérez Antonio Dayra Paola

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0006-0262-8231>

l21200559@pachuca.tecnm.mx

Romo Pérez Fernanda Enid

Tecnológico Nacional de México/I.T. De Pachuca

<https://orcid.org/0009-0008-6616-2519>

l20200937@pachuca.tecnm.mx

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v4i1.166>

| Recibido: 05/12/2025 | Aceptado: 09/02/2026 | Publicado: 13/03/2026

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.





Resumen-- El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un *Enterprise Resource Planning* (ERP) *Open Source* para pequeñas y medianas empresas (PyMES), las cuales representan en América Latina el 99 % de las unidades productivas y generan entre el 60 % y 70 % del empleo formal (CEPAL, 2023). Existen PyMES que enfrentan limitaciones tecnológicas y presupuestarias que dificultan la integración de procesos esenciales como la gestión de Recursos Humanos y la logística, reduciendo su eficiencia operativa y la calidad de la toma de decisiones (Heizer, Render & Munson, 2020).

La metodología empleada se basó en el enfoque Protocol, Search, Appraisal, Synthesis, Analysis and Report (PSALSAR), y un enfoque de investigación mixto. Esto permitió analizar evidencia científica y tecnológica internacional, así como la realidad operativa de una empresa mexicana del sector logístico. Se realizaron búsquedas documentales, análisis en bases de datos, observación directa y recopilación de datos cualitativos y cuantitativos del personal involucrado. A través del proceso PSALSAR se depuraron 45 referencias iniciales hasta obtener 17 estudios altamente relevantes, de los cuales surgieron categorías como tecnologías implementadas, KPIs operativos y principales problemáticas, destacando la falta de integración, baja trazabilidad y sobrecarga de trabajo.

El análisis en campo confirmó que los ERPs tradicionales no se ajustan con suficiente flexibilidad a las demandas dinámicas de la logística de última milla y recursos humanos, lo que justificó el diseño de una propuesta personalizada. El pilotaje permitió configurar permisos diferenciados por rol, asegurando confidencialidad y trazabilidad de la información. Se definieron requerimientos funcionales clave para optimizar rutas, medir asistencias, automatizar procesos, mejorar la disponibilidad de datos y fortalecer la toma de decisiones estratégicas.

Palabras clave-- Diseño, empresa, investigación, planificación del transporte, recursos humanos y software de código abierto.

Abstract --The present study aimed to design an Open Source ERP for small and medium-sized enterprises (SMEs), which in Latin America represent 99% of productive units and generate between 60% and 70% of formal employment (CEPAL, 2023). Many SMEs face technological and budget limitations that hinder the integration of essential processes such as human resource management and logistics, reducing their operational efficiency and the quality of decision-making (Heizer, Render & Munson, 2020).

The methodology used was based on the Protocol, Search, Appraisal, Synthesis, Analysis and Report (PSALSAR) approach. This allowed for the analysis of international scientific and technological evidence, as well as the operational reality of a Mexican company in the logistics sector. Documentary searches, database analyses, direct observation, and the collection of qualitative and quantitative data from involved personnel were conducted. Through the PSALSAR process, 45 initial references were refined to 17 highly relevant studies, from which categories such as implemented technologies, operational KPIs, and key challenges emerged, highlighting the lack of integration, low traceability, and workload overload.

Field analysis confirmed that traditional ERPs do not adapt flexibly enough to the dynamic demands of last-mile logistics and human resources, justifying the design of a customized solution. The pilot program enabled the configuration of role-based, differentiated permissions, ensuring confidentiality and traceability of information. Key functional requirements were defined to optimize routes, measure attendance, automate processes, improve data availability, and strengthen strategic decision-making.

Keywords-- Company, design, human resources, open source software, research and transportation planning.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad, diseñar un *Enterprise Resource Planning* (ERP) *Open Source* para las PyMES que integre la gestión de Recursos Humanos y logística,

personalizándolo para una empresa real y comparándolo con un sistema privado mediante la metodología PSALSAR. La investigación se justifica en el papel estratégico de las PyMES en México, donde existen alrededor de 350,000 unidades (82.5% pequeñas y 17.5% medianas) (INEGI, 2024), pero enfrentan limitaciones financieras para adoptar ERP comerciales. Por ello, los sistemas de código abierto representan una alternativa sostenible, flexible y económica para mejorar la integración de procesos, reducir costos y fortalecer su competitividad en entornos globalizados.

Con base a lo anterior, se desarrolla una propuesta de implementación de un sistema ERP *Open Source* para una empresa PYME que integre la gestión de Recursos Humanos y logística de última milla, tomando como base una metodología sólida que combina la revisión sistemática PSALSAR y un enfoque de investigación mixto. Esta combinación metodológica permitió analizar tanto la evidencia científica y tecnológica disponible a nivel internacional como la realidad operativa de una empresa mexicana del sector, generando información integral para adaptar el ERP a sus necesidades reales. Para ello, se aplicaron búsquedas rigurosas en bases de datos académicas, análisis documental, observación directa y recolección de datos cualitativos y cuantitativos del personal involucrado.

Como herramienta principal se empleó la metodología PSALSAR, la cual se desarrolló en fases que incluyeron definición de objetivos, búsqueda sistemática, evaluación crítica y síntesis de la literatura (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballé, 2023). Estos hallazgos se organizaron en categorías como *Key Performance Indicators* (KPIs) operativos, tecnologías utilizadas (*Representational State Transfer*) API REST, (*Global Positioning System /Internet of Things*) GPS/IoT, aprendizaje automático, bases NoSQL, (plataformas *open source*) y principales necesidades detectadas en el sector, como falta de integración, baja trazabilidad y saturación de personal. científico.

El desarrollo del estudio se complementó con la aplicación de un enfoque mixto en campo, integrando datos cuantitativos como volúmenes de entrega, tiempos, rutas y niveles de carga laboral con información cualitativa obtenida mediante entrevistas, observación directa y análisis documental. La muestra por conveniencia permitiendo contrastar la realidad con los hallazgos teóricos confirmando que los ERPs tradicionales no responden con suficiente flexibilidad a las

necesidades cambiantes de la última milla, justificando la creación de un ERP personalizado y adaptable.

El diseño del ERP *Open Source* se desarrolló mediante un pilotaje que, de acuerdo con Correa (2023), permite evaluar y ajustar procesos antes de implementarlos por completo, lo que resulta fundamental para personalizar sistemas tecnológicos según las necesidades reales de cada organización. Este enfoque científico permitió adaptar los módulos de logística y Recursos Humanos específicamente a los requerimientos operativos de la empresa estudiada. La prueba experimental inicial incluyó cuatro fases: la recopilación y depuración de información para estructurar bases de datos ajustadas al contexto; el diseño de una arquitectura funcional personalizada que definió flujos y relaciones entre módulos; la migración de datos y creación de *dashboards* que facilitan el análisis de indicadores clave para la gestión (Few, 2013); y la configuración de usuarios, roles y permisos acorde a la estructura organizacional. Los resultados mostraron un ERP altamente adaptable, capaz de centralizar información crítica, optimizar rutas y fortalecer la gestión del personal, demostrando que la personalización en sistemas *Open Source* es una estrategia efectiva para incrementar la eficiencia y competitividad de las PyMES.

JUSTIFICACIÓN

El entorno empresarial contemporáneo se redefine por la convergencia entre la transformación digital y la gestión estratégica de la información. En este sentido, las PyMES en México enfrentan una brecha tecnológica estructural que limita su competitividad y capacidad de adaptación a las demandas del mercado global. (Pozo-Benites, Guadalupe-Sánchez, Peñarreta-Barrera & Meza-Salvatierra, 2025). A diferencia de las grandes corporaciones, estas organizaciones operan con recursos financieros y tecnológicos restringidos, lo que dificulta la implementación de sistemas de gestión integrados y la coordinación eficiente de sus procesos.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (2024), en México las PyMES representan aproximadamente el 4 % (pequeñas) y el 0.8 % (medianas) del total de unidades económicas del país. Aunque su proporción es menor en comparación con otros tamaños empresariales, su papel es fundamental en la generación de empleo formal, la diversificación productiva y el dinamismo económico nacional.

No obstante, estas organizaciones continúan enfrentando limitaciones financieras y tecnológicas que dificultan la adopción de sistemas de gestión integrados, afectando su eficiencia operativa y su capacidad para competir en entornos de creciente digitalización. Estas restricciones, además, derivan en una fragmentación informática que, junto con los altos costos de adquisición, licenciamiento y mantenimiento de los sistemas ERP comerciales, contribuye a ampliar la brecha digital y limitar su potencial competitivo.

Ante este panorama, la incorporación de soluciones empleando un ERP de código abierto (*open source*) se presenta como una alternativa moderna y elemental para optimizar la gestión organizacional, debido a que estos sistemas integran en una sola plataforma todas las áreas de la empresa. Además de tener la característica de accesibilidad económica, el ERP *Open Source* ofrece flexibilidad, escalabilidad y autonomía tecnológica, elementos que los convierten en un instrumento clave para impulsar la competitividad y la sostenibilidad de las PyMES (Vargas, Cruz & Sauza, 2024).

Es por ello que el verdadero valor de su adopción trasciende la dimensión tecnológica: permite fortalecer la gestión estratégica al consolidar una cultura organizacional basada en la integración, la trazabilidad de la información y la eficiencia operativa. En este contexto, la transformación digital deja de ser un proceso meramente técnico para convertirse en un eje estructural del posicionamiento competitivo. Asimismo, Meraz Sepúlveda (2024) subraya que en la actualidad la estrategia tecnológica empresarial es un factor decisivo para la generación de ventajas sostenibles y la evolución de las organizaciones hacia esquemas de innovación continua.

Considerando lo anterior, en esta investigación se exploró la metodología para ajustar las funcionalidades del ERP a los procesos críticos de las PyMES, evitando la complejidad innecesaria de sistemas diseñados para grandes corporaciones, haciendo énfasis en los módulos de la gestión del recurso humano y la logística con el propósito de facilitar la toma de decisiones, reducir costos operativos y mejorar la competitividad, puesto que el módulo de Recursos Humanos mejora la selección de personal asegurando la contratación de agentes más calificados y competentes, lo que reduce los costos asociados a la rotación y capacitación constante de empleados ineficientes, mientras que el módulo de logística permite identificar mejores prácticas y tecnologías avanzadas

garantizando que los recursos estén siempre disponibles y gestionados de manera eficiente, reduciendo tiempos de espera y aumentando la capacidad operativa (Mejía et al, 2024).

Así, la investigación propone comprender cómo el uso estratégico de tecnologías abiertas puede minimizar la brecha digital y reducir las limitaciones estructurales que condicionan el desarrollo de las PyMES, mediante la integración de los sistemas ERP siendo personalizado de acuerdo a las necesidades de la organización representando una mejora en los procesos internos e indudablemente una vía para consolidar modelos de gestión más analíticos, coordinados y resilientes, capaces de trascender sus limitaciones tradicionales y consolidar una posición de eficiencia empresarial.

Por tanto, los sistemas ERP se perfilan como una solución para mejorar la gestión organizacional al centralizar y automatizar procesos (Laudon & Laudon, 2022). Sin embargo, sus altos costos restringen su adopción. En este sentido, los ERP de código abierto ofrecen una alternativa viable y sostenible, al permitir bajo costo, flexibilidad y personalización (Flores Campoverde, Palacios Meléndez & Bastidas Logroño, 2024; Amini & Sadat Safavi, 2013; Haddara & Elragal, 2013). Por ello, este estudio propone el desarrollo de un sistema ERP de código abierto para PyMES, que integre procesos de gestión de Recursos Humanos y logísticos mediante herramientas digitales accesibles. La investigación emplea la metodología PSALSAR, que garantiza un análisis riguroso y replicable (Agbehadji et al. 2023). Por lo tanto, la propuesta busca fortalecer la eficiencia, la transformación digital y la competitividad de las PyMES en entornos globalizados.

MÉTODO.

La metodología utilizada en este estudio integra dos enfoques complementarios. En primer lugar, se realizó una revisión sistemática rigurosa basada en la metodología PSALSAR (Figura 1), lo que permitió identificar y analizar evidencia científica y tecnológica relevante a nivel internacional. En segundo lugar, se desarrolló un diseño de investigación con enfoque mixto, orientado a comprender tanto los procesos operativos de una empresa de paquetería como las percepciones, experiencias y necesidades del personal involucrado.

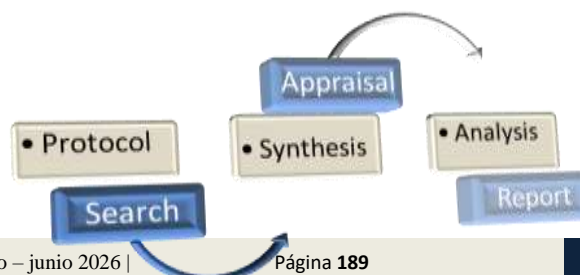


Figura 1. Diagrama de la metodología PSALSAR.

Fuente.Elaboración propia (2025).

La combinación de ambos enfoques permitió construir un modelo metodológico robusto, sustentado en literatura especializada y prácticas tecnológicas empleadas en la industria, así como en datos cualitativos y cuantitativos obtenidos directamente en el entorno real de aplicación, presentados en la Tabla 1. De esta forma, la metodología no solo fundamenta el diseño del ERP personalizado, sino que lo sitúa de manera precisa dentro de la dinámica operativa de una empresa latinoamericana de reparto de paquetería vinculada al comercio electrónico.

Para contextualizar la población de referencia, se tomaron como base los datos del INEGI (2024), los cuales señalan que en el estado de Hidalgo el 97.2% de los establecimientos corresponden a micronegocios, mientras que únicamente el 2.7% son pequeñas y medianas empresas, lo que representa aproximadamente 3,842 PyMES en la entidad. Considerando que la empresa objeto de análisis forma parte de este segmento y que las PyMES representan una proporción reducida dentro del universo empresarial del estado, se optó por una muestra por conveniencia centrada en una empresa de paquetería en operación real, representativa de este tipo de unidades económicas.

Tabla 1. Técnicas empleadas en la investigación.

Técnica	Justificación	Tipo
Observación directa	Comprender el flujo real de operación	Cualitativa
Entrevistas	Conocer percepciones del personal	Cualitativa
Análisis documental	Revisar guías, reportes y evidencias	No estadístico
Revisión de procesos	Identificar cuellos de botella	Cualitativa
Datos operativos	Tiempos, rutas, volúmenes	Cuantitativa

Fuente.Elaboración propia.

En primera instancia, se desarrolló la fase *Protocol* de la metodología PSALSAR, en la cual se definió el propósito central del estudio: identificar, analizar y sintetizar la evidencia más reciente sobre la integración de sistemas de gestión logística y de Recursos Humanos dentro de un ERP, de manera que sea posible diseñar un sistema personalizado adaptado a la operación de última milla. Durante esta fase se establecieron las preguntas de investigación, los criterios de búsqueda, así como los criterios de inclusión y exclusión, además del alcance metodológico. En la Tabla 2 se formularon preguntas orientadas a responder directamente a las necesidades reales de operación, entre ellas:

Tabla 2. Preguntas de investigación definidas en la fase *Protocol*.

Nº	Pregunta
1	¿Qué tecnologías permiten integrar logística y RRHH en tiempo real?
2	¿Cuáles son los KPIs esenciales en logística de última milla?
3	¿Qué limitaciones tienen los ERP tradicionales para paquetería?
4	¿Qué algoritmos usan las empresas líderes para asignación y ruteo?
5	¿Qué requerimientos debe incluir un ERP personalizado?

Fuente. *Elaboración propia.*

A partir del protocolo establecido, se procedió con la fase *Search*, mediante la cual se realizaron búsquedas sistemáticas en bases de datos académicas como *Redalyc*, *Google Scholar*, *SciELO* y *Scopus*, así como en repositorios técnicos con literatura especializada en logística, trazabilidad, sistemas ERP y optimización, entre ellos *MDPI*, *ResearchGate*, *IEEE Open* y *Theseus*. Se diseñaron cadenas de búsqueda específicas para cubrir temas como logística de última milla, integración HR–Logística, ruteo óptimo, algoritmos heurísticos, trazabilidad mediante GPS y desarrollo de ERPs de código abierto. Con el fin de fortalecer la dimensión humana dentro de los sistemas de planificación, también se incorporaron términos relacionados con bienestar laboral, rotación del personal, contratos vencidos, horas de capacitación y ausentismo, elementos clave para comprender la interacción entre el rendimiento operativo y la gestión del talento dentro de las PyMES. Entre las cadenas empleadas se incluyeron expresiones como “*logística de última milla y ERP y ruteo dinámico*”, “*gestión de Recursos Humanos e integración logística*”, “*trazabilidad*

y entregas de comercio electrónico” y “ERP de código abierto y PyMES”, lo que permitió localizar estudios relevantes tanto en el ámbito académico como en el técnico.

En total, se identificaron 45 registros iniciales, entre artículos científicos, revisiones sistemáticas, tesis, estudios de caso, reportes técnicos y documentos de implementación tecnológica. Tras el proceso de depuración y evaluación crítica, 17 estudios fueron seleccionados para su análisis detallado, al cumplir con los criterios de pertinencia, calidad metodológica y aplicabilidad al contexto de las PyMES dedicadas a la logística de última milla. En la Tabla 3 se presentan los tres estudios más relevantes, seleccionados por su contribución significativa en temas de logística, ERP y gestión del capital humano.

Tabla 3. Estudios relevantes sobre logística, ERP y gestión del capital humano en PyMES.

Autor (es) y año	Título del estudio	Aporte principal	Relación con ERP open source / logística	Relación con recursos humanos
Ruiz & Cambero (2023)	Revisión del impacto del ERP en procesos logísticos de PyMES	Propone un marco conceptual que relaciona la adopción de ERP open source con la integración de procesos de negocio y capacidades de gestión de información en PyMES.	Analiza cómo los sistemas ERP open source integran procesos de negocio en PyMES y facilitan la gestión logística a través de información integrada.	Aunque enfocado al rendimiento empresarial general, incluye la gestión de procesos y datos que afectan a áreas como RRHH en la integración del sistema.
Quintero Portocarrero, N. G. (2018)	Análisis de los factores críticos de éxito en implementaciones de ERP en Latinoamérica	Analiza los factores críticos de éxito en la implementación de ERP en PyMES latinoamericanas, identificando cinco macrogrupos clave y evidenciando la necesidad de adaptar las buenas prácticas de	Demuestra que los ERP favorecen la integración y eficiencia de los procesos logísticos, aspecto relevante para las PyMES que adoptan soluciones ERP	Destaca la capacitación, la gestión del cambio y la participación del personal como factores determinantes para el éxito de la

		grandes empresas al contexto de las PyMES.	open source por su flexibilidad y menores costos.	implementación del ERP en PyMES
Jaimes Ariza & Tarazona Flores (2021)	Implementación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) de plataforma open source en las PyMES, provincia de Huánuco, 2019	Manifiesta que la implementación de sistemas ERP de plataforma <i>open source</i> sistematiza la gestión de las PyMES, mejorando la eficiencia de procesos, la productividad y la toma de decisiones mediante un modelo estructurado de adopción, selección, implementación y puesta en marcha.	Evidencia que los ERP <i>open source</i> permiten integrar y optimizar procesos operativos y logísticos, reduciendo tiempos, mejorando el control de operaciones y el uso eficiente de los recursos en PyMES de los sectores comercio y producción.	Resalta que el éxito del ERP depende del factor humano, reflejándose en el aumento de la productividad del personal, la mejora en la toma de decisiones y la eficiencia en el desempeño de los empleados tras la implementación del sistema.

Fuente. *Elaboración propia.*

Posteriormente, en la fase *Appraisal*, todos los documentos preliminares fueron evaluados considerando criterios como claridad del objetivo, coherencia metodológica, relevancia para operaciones de última milla, aplicabilidad en PyMES, disponibilidad de métricas, confiabilidad de datos, pertinencia tecnológica y credibilidad de la fuente. Esta evaluación permitió depurar la literatura, quedando únicamente los estudios con una calificación igual o superior a 7 sobre 10 tal como se muestra en la Tabla 4, conformando así un conjunto final de 17 estudios de alta relevancia.

Tabla 4. *Criterios utilizados para la evaluación de estudios.*

Criterio	Descripción	Evaluación
Claridad del objetivo	El estudio declara claramente qué analiza	0–10
Rigor metodológico	El método está bien definido y sustentado	0–10

Relevancia logística	El estudio aplica a última milla o ERP	0–10
Aplicabilidad a PyMES	Se puede aplicar a pequeñas empresas	0–10
Calidad de datos	Datos claros y verificables	0–10
Métricas claras	KPIs definidos	0–10
Limitaciones identificadas	El estudio reconoce áreas de mejora	0–10
Coherencia interna	Método–Resultados–Conclusiones coinciden	0–10
Credibilidad de la fuente	Revista confiable / acceso	0–10
Pertinencia tecnológica	Tecnologías aplicables al ERP	0–10

Fuente. *Elaboración propia.*

Esta depuración garantizó que la fundamentación teórica utilizada en el diseño del ERP se basará únicamente en evidencia verificada y metodológicamente sólida. De acuerdo con Motwani y Argyropoulou (2007), la evaluación y selección de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) en PyMES debe estar estrechamente alineada con la estrategia corporativa y con las prioridades competitivas de la organización. Los autores señalan que un ERP solo genera valor si se ajusta al cronograma, al presupuesto disponible y a las necesidades reales del negocio, además de que su funcionalidad debe responder a los requerimientos específicos de los usuarios y de la operación. Bajo esta perspectiva, la planeación y adopción de un ERP resulta efectiva únicamente cuando se vincula directamente con los objetivos de crecimiento y consolidación empresarial.

En la fase *Synthesis*, se realizó una extracción detallada de información, organizando los hallazgos en categorías clave: KPIs utilizados en la industria (tiempo de ciclo, entregas fallidas, costo por kilómetro, zonas de cobertura y eficiencia de ruta); tecnologías predominantes, entre ellas API REST, un estilo arquitectónico que permite la comunicación ligera y escalable entre sistemas mediante servicios web (Fielding, 2000); GPS/IoT, tecnologías que habilitan la localización, sensorización y transmisión en tiempo real dentro de operaciones logísticas (Gubbi et al., 2013); y bases de datos NoSQL, utilizadas para manejar grandes volúmenes de datos no estructurados y de alta velocidad propios de sistemas de trazabilidad y ruteo dinámico (Sadhalage & Fowler, 2012). Asimismo, se identificaron problemas recurrentes en empresas logísticas, como la falta de

integración entre departamentos, la asignación manual, la saturación del personal, la baja trazabilidad y los retrasos por mala planificación; y se describieron soluciones destacadas como la optimización mediante ruteo dinámico, la disponibilidad de información en tiempo real, la predicción de carga, la implementación de paneles KPI automatizados y la integración HR–Logística mediante API. Esta síntesis no solo consolidó el conocimiento recopilado, sino que permitió traducirlo en requerimientos funcionales aplicables al diseño del sistema. Los resultados organizados por categorías se presentan en la Tabla 5, donde se muestran los elementos clave identificados durante la fase *Synthesis*.

Tabla 5. *Categorías y elementos clave identificados en la fase Synthesis*

Categoría	Elementos clave
KPIs	Tiempo de ciclo, entregas fallidas, costo/km, eficiencia de ruta, bienestar laboral, rotación del personal, contratos vencidos, horas de capacitación, ausentismo.
Tecnologías	ERP <i>Open source</i> , API REST, GPS/IoT, ML, NoSQL
Problemas	Falta de integración HR–Log, baja trazabilidad, sobrecarga
Soluciones	Ruteo dinámico, asignación inteligente, paneles KPI

Fuente. *Elaboración propia.*

Se identificaron los indicadores clave más utilizados en estudios de logística y gestión del recurso humano. En el caso de los KPIs logísticos, la literatura coincide en priorizar métricas como tiempo de ciclo, entregas fallidas, costo por kilómetro, eficiencia de ruta y disponibilidad de operadores, ampliamente documentadas en análisis recientes sobre desempeño operativo (Marjani et al., 2017; Arango-Serna et al., 2019; Ranieri et al., 2018). La normalización de los datos muestra una mayor presencia del tiempo de ciclo (frecuencia = 12), seguido de entregas fallidas (10) y costo por kilómetro (9), como se observa en la Figura 2.

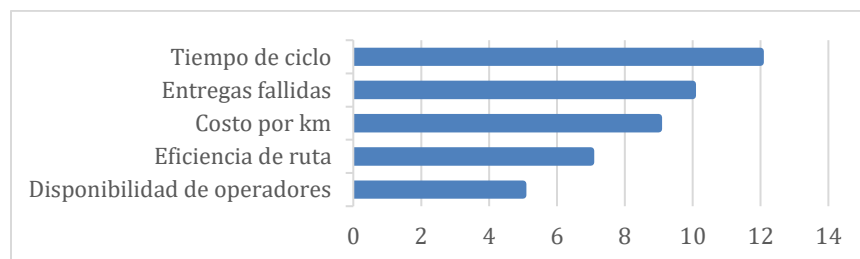


Figura 2. *Frecuencia relativa de KPIs logísticos reportados en la literatura*

Nota. La figura muestra la predominancia del tiempo de ciclo, seguido de entregas fallidas, costo por kilómetro, eficiencia de ruta y disponibilidad de operadores (Marjani et al., 2017; Arango-Serna et al., 2019; Ranieri et al., 2018).

En cuanto a los KPIs de Recursos Humanos aplicados a logística, los estudios destacan indicadores como ausentismo, rotación del personal, bienestar laboral y horas de capacitación debido a su impacto en la continuidad operativa (Eurofound, 2020; ILO, 2019, Sheehan, 2014). La normalización evidencia al ausentismo como el indicador más frecuente (11), seguido de rotación del personal (9) y bienestar laboral (8), como se presenta en la Figura 3.

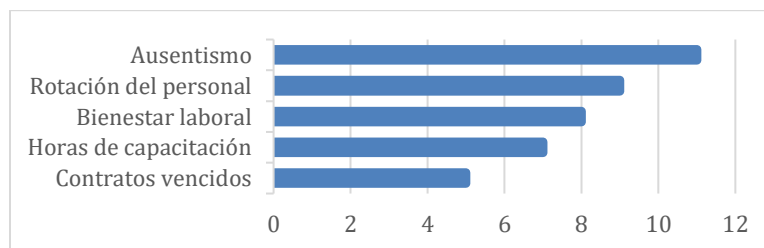


Figura 3. Frecuencia relativa de KPIs de Recursos Humanos reportados en operaciones logísticas.

Nota. La figura muestra la relevancia de los indicadores humanos, destacando ausentismo, rotación del personal, bienestar laboral, horas de capacitación y contratos vencidos (Eurofound, 2020; ILO, 2019; Sheehan, 2014).

La integración de ambos conjuntos de KPIs permitió consolidar requerimientos funcionales que consideran tanto la eficiencia operativa como la dimensión humana dentro de la logística inteligente.

En la fase *Analysis* se realizó un proceso de contraste entre los hallazgos de la literatura y los datos recopilados, este análisis integró información cuantitativa y cualitativa. En los datos cuantitativos se evaluaron volúmenes diarios de paquetes, tiempos promedio de entrega, zonas recorridas y frecuencia de entregas fallidas. Los datos cualitativos incluyeron percepciones del personal sobre su carga laboral, dificultades de comunicación, necesidades operativas no cubiertas por los sistemas actuales y expectativas respecto a un nuevo sistema ERP. Como parte del análisis, se identificaron los principales problemas operativos y su nivel de impacto dentro de la organización. La Figura 4 sintetiza estos hallazgos, mostrando que la falta de integración es el problema con

mayor impacto percibido (67%), seguido de la trazabilidad baja (58%), la sobrecarga operativa (45%) y las multas por retrasos (31%). Estos resultados confirman la necesidad de una plataforma que integre procesos, mejore la visibilidad operacional y distribuya adecuadamente la carga de trabajo.

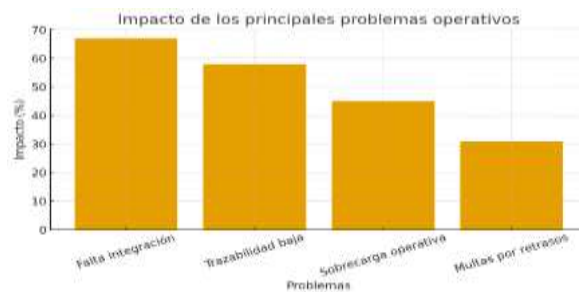


Figura 4. Impacto de los principales problemas operativos

Nota. Elaboración propia.

La figura muestra el porcentaje de impacto asociado a las principales problemáticas detectadas: falta de integración, trazabilidad baja, sobrecarga operativa y multas derivadas de retrasos. A partir de este análisis se concluyó que las empresas de reparto de última milla requieren un sistema altamente flexible, adaptable en tiempo real y capaz de integrar simultáneamente la disponibilidad del personal, la carga laboral, la capacidad de transporte, las rutas óptimas y las restricciones del *marketplace*. Esto confirmó que un ERP tradicional carece de las capacidades necesarias para resolver los problemas identificados, justificando plenamente el desarrollo de un ERP personalizado.

La fase *Reporting* consistió en documentar y estructurar los hallazgos mediante gráficas, tablas, flujos metodológicos y narrativas explicativas, asegurando transparencia, reproducibilidad y una presentación coherente de la información para lectores, evaluadores y desarrolladores. Como parte de esta documentación, se elaboró una comparación visual del desempeño operativo antes y después de implementar sistemas inteligentes. La Figura 5 presenta esta comparación, evidenciando mejoras significativas en métricas clave.

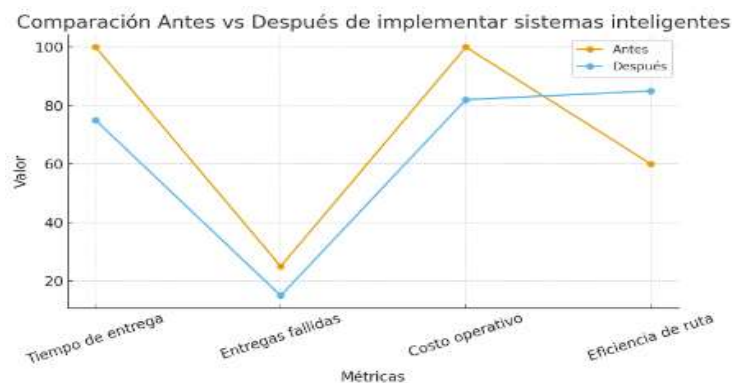


Figura 5. Comparación del desempeño operativo antes y después de implementar sistemas inteligentes.

Fuente. Elaboración propia.

La figura muestra una reducción importante en el tiempo de entrega (de 100 a 75 unidades) y una disminución drástica en entregas fallidas (de 25 a 15 unidades), asimismo, se observa una reducción del costo operativo (de 100 a 80 unidades) y un incremento en la eficiencia de ruta (de 60 a 85 unidades), estos resultados no solo reflejan la mejora interna observada en el caso de estudio, sino que coinciden con la evidencia reportada en la literatura científica, estos hallazgos confirman que la adopción de soluciones inteligentes optimiza procesos críticos y fortalece la toma de decisiones en tiempo real.

Paralelamente a la metodología PSALSAR, se aplicó un diseño de investigación no experimental, transversal y con enfoque mixto integrado, cuyo propósito fue describir y analizar la operación sin manipular variables. Este enfoque permitió trabajar con dos esferas complementarias: la esfera objetiva, basada en datos cuantitativos como tiempos de entrega, capacidad de carga, rutas diarias y volúmenes; y la esfera perceptual, sustentada en información cualitativa obtenida mediante entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis documental. Denzin y Lincoln (2018) señalan que la percepción de los actores es una fuente válida de conocimiento para capturar significados y actitudes, mientras Patton (2015) afirma que las percepciones operativas revelan tensiones y necesidades que no suelen aparecer en reportes administrativos, justificando su integración en el enfoque mixto.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, seleccionando al personal disponible (repartidores, administrativos y encargados de ruta) y registros operativos de 30 a 90 días. Esta

decisión responde a las condiciones reales del contexto empresarial, donde el acceso total a la población está limitado por aspectos operativos y de confidencialidad. Creswell y Creswell (2018) indican que este tipo de muestreo es legítimo y ampliamente utilizado en investigaciones aplicadas cuando el objetivo es comprender procesos internos más que generalizar resultados. Etikan, Musa y Alkassim (2016) agregan que es adecuado cuando los participantes poseen conocimiento privilegiado del fenómeno, mientras que Marshall (1996) subraya que en estudios organizacionales la selección intencional de informantes clave permite acceder a datos de alta calidad.

La naturaleza aplicada del estudio diseñar e implementar un ERP personalizado derivó en un pilotaje controlado en la empresa analizada. Este permitió validar funcionalidad, usabilidad e impacto operativo asegurando mediciones pre-post y ajustes en tiempo real. Así, el muestreo por conveniencia no solo fue viable y ético, sino la única vía coherente para transitar del diagnóstico a la implementación y validación efectiva del ERP propuesto.

DESARROLLO

Posteriormente se desarrolló una propuesta de diseño para el sistema ERP, el objetivo principal de este diseño es obtener un pilotaje el cual de acuerdo con Correa (2023) es una fase inicial de pruebas y experimentación que se lleva a cabo antes de implementar un estudio o proyecto a gran escala. Durante esta etapa, se evalúan y ajustan los procedimientos, se identifican posibles problemas y se realizan mejoras para asegurar el correcto funcionamiento y la viabilidad del proyecto antes de su implementación completa, con ello se obtuvo una versión preliminar que fue preparada para llevar a cabo una evaluación de los módulos de logística y Recursos Humanos, es importante considerar que el diseño se adapta a las necesidades de cada organización.

Para validar la correcta implementación del módulo de Recursos Humanos y logística dentro del ERP *open source*, se llevó a cabo un pilotaje dividido en cuatro fases estratégicas las cuales se muestran en la Figura 6. Cada una permitió avanzar desde el levantamiento inicial de información hasta la gestión real de usuarios dentro del sistema, garantizando funcionalidad, seguridad y alineación con los procesos internos de las PyMES.



del ERP fueron el inicio, administración, control vehicular, logística y Recursos Humanos. Esta estructura se estableció con el propósito de mantener una navegación clara, jerarquizada y funcional, en donde cada módulo desempeñara un rol específico, pero conservando la intercomunicación necesaria para una gestión integral.



Figura 8. *Apartados del ERP.*

Fuente. Elaboración propia.

Fase 3. Maquetado

Una vez definida la arquitectura en la fase anterior, se procedió a realizar la migración de los datos almacenados en las hojas de Excel hacia el ERP *open source* lo cual implicó la transformación de formatos, normalización de registros y validación de la información para asegurar coherencia y evitar duplicidades. Posteriormente, se desarrollaron los primeros bosquejos funcionales de los módulos respetando la estructura definida en la arquitectura general del ERP permitiendo que cada módulo este configurado con campos obligatorios, reglas de validación y opciones de búsqueda para facilitar la consulta y actualización de información. Asimismo, se realizó *dashboard* individuales de cada área, lo que permite monitorear y visualizar datos clave de manera centralizada y gráfica, facilitando la toma de decisiones, el análisis del rendimiento y la identificación de tendencias (Few, 2013).

Estos tableros de control permitieron visualizar información relevante, para el área de Recursos Humanos se muestran en la Figura 9, observando indicadores como bienestar laboral, número de asistencias, porcentajes de ausentismo, de igual forma se considera el estatus de los contratos mediante el número de contratos próximos a vencer, número de horas de capacitaciones, empleados que se encuentran de vacaciones y la rotación del personal que se ha tenido.



Figura 9. *Dashboard de Recursos Humanos.*

Fuente. *Elaboración propia.*

Continuando con lo anterior, para que se pueda observar el *dashboard* anterior se ingresan los datos como se muestran en la Figura 10 donde se presenta un resumen general del personal, en este panel se visualizan indicadores como el número total de empleados activos, contratos vencidos, vacaciones activas y permisos pendientes. De igual manera, se incluye una tabla de registros de asistencia que muestra datos como nombre del colaborador, fecha, horario de entrada y salida, horas extra, departamento, puesto y estatus lo que permite una supervisión inmediata del comportamiento operativo del personal y facilita la identificación de incidencias..



Figura 10. *Registro de Recursos Humanos*

Fuente. *Elaboración propia.*

Además, dentro de este módulo se incorpora la gestión de contratos del personal, con especial enfoque en aquellos próximos a vencer. En la Figura 11 se muestra el registro correspondiente a este apartado, cuya finalidad es visualizar de manera clara y oportuna las alertas relacionadas con los contratos que están por concluir. Asimismo, el sistema presenta un resumen general que incluye el total de contratos registrados, contratos activos, por vencer y vencidos, permitiendo una visión integral del estatus contractual del personal. Adicionalmente, se integra una tabla detallada de los

contratos próximos a vencer, proporcionando información clave para decidir respecto a la renovación, actualización o terminación de los mismos.



Figura 11. Gestión de contratos.

Fuente. Elaboración propia.

Por su parte, en el área de logística se realizaron principalmente dos procesos, el registro de vehículos y el de rutas. Para el primero, presentado en la Figura 11 se muestra la interfaz utilizada para la administración vehicular, en esta vista se aprecia una tabla organizada que incluye campos como placas, modelo o tipo de vehículo, número económico y año de fabricación. Asimismo, se incorporan funciones de búsqueda avanzada por placa y botones de acción como editar y eliminar, los cuales permiten actualizar o depurar registros cuando sea necesario. Este apartado desempeña un papel clave dentro del ERP *open source*, mostrando la relación entre vehículos y el personal asignado, fortaleciendo el control operativo y administrativo, comprobando la relación que tiene el área de Recursos Humanos con la de Logística

Registro de Vehiculos				
Placas	Modelo/Type	No. Económico	Año	Acciones
34J215	Rental Small Van	340512	2020	Editar Eliminar
35J607	Rental Electric Large Van	340508	2000	Editar Eliminar
LF73009	Rental Small Van Electrica	340454	2000	Editar Eliminar

Figura 12. Registro vehicular.

Nota. Elaboración propia.

Mientras que el registro de rutas que se observa en la Figura 13 integra los campos fundamentales para la gestión de rutas, capturando datos relevantes como el ID de la Ruta, el nombre de la ruta, el origen y destino de la misma, el conductor asignado así como el vehículo en el que se llevara a

cabo y finalmente los kilómetros necesarios para completar el recorrido, esta información permite llevar un control adecuado y preciso de cada operación, facilitando la planeación y supervisión en tiempo real de las rutas, de igual forma se incorporaron funciones de búsqueda avanzada y el botón de acción para agregar una ruta.

The screenshot shows a web interface titled "Registro de Rutas". At the top, there is a search bar with the placeholder text "Buscar por ID o nombre de ruta..." and a blue button labeled "Agregar ruta". To the right, there is a field for "Especificar CSV" with a small icon. Below the search bar is a table header with the following columns: "ID Ruta", "Nombre", "Origen -- Destino", "Horario", "Conductor / Vehículo", "Km", and "Acciones".

Figura 13. Registro de rutas.

Fuente. Elaboración propia.

De la misma forma, la Figura 14 presenta el registro que se hace para añadir una nueva ruta mediante campos como ID de ruta, nombre de la ruta, origen, destino, kilómetros estimados, vehículo asignado y conductor responsable. Además, se incluyen pestañas adicionales como Paradas, Calendario/Horario y Documentos/Foto, las cuales permiten complementar la información con aspectos logísticos relevantes. La opción de estado (programada) y los botones de acción (Guardar y Cancelar) facilitan la gestión segura de la información, integrando el módulo logístico con los datos del personal involucrado en cada operación.

The screenshot shows a form titled "Nueva ruta". At the top, there are three tabs: "Datos de la ruta" (selected), "Paradas", and "Calendario / Horario". To the right of these tabs is a link for "Documentos / Foto". The form contains several input fields: "ID de ruta *" (with an example "Ej. 2017A-001"), "Nombre de la ruta *", "Origen *", "Destino *", "Kilómetros estimados", "Vehículo (opcional)", "Conductor", "Estado" (with a dropdown menu showing "Programada"), "Fecha de inicio de operación", and "Fecha de término de operación". At the bottom right, there are two buttons: "Guardar" and "Cancelar".

Figura 14. Registro de nuevas rutas

Fuente. Elaboración propia.

Mientras que en la Figura 15 se visualiza la interfaz inicial del sistema, donde el personal ingresa su usuario y su contraseña para el inicio de sesión para posteriormente acceder al sistema de acuerdo con su perfil y nivel de autorización, lo que permite garantizar un control y protección de la información.



Figura 15. *Login page*

Fuente. *Elaboración propia.*

Fase 4. Resultados

Finalmente, en los resultados obtenidos por el pilotaje se configuró el sistema de usuarios del ERP, asignando permisos específicos según el rol de cada colaborador. Se establecieron restricciones para garantizar la confidencialidad y trazabilidad de la información sensible del personal. Del mismo modo, para evaluar las métricas pre-post de la implementación de un ERP *open source* se elaboró una tabla comparativa (Tabla 6) con el fin de contrastar los resultados obtenidos del antes y el después de la incorporación del sistema, destacando el impacto debido a que antes para llevar un control los colaboradores realizaban los registros de manera manual y posteriormente vaciaban la información en hojas de cálculo para realizar un reporte semanal, con el ERP el registro de la información es digital y de manera automática.

Tabla 6. *Comparación de las métricas porcentuales pre-post.*

Variable	Antes de incorporar el ERP de código abierto	Después de incorporar el ERP de código abierto	Variación
Tiempo promedio empleado en la captura de datos (min)	120	10	-91.7%
Intervención manual	Alta	Baja	↓
Exactitud de los datos	90%	100%	+10 pp
Tiempo promedio de asignación de rutas (min)	30	12	-60%
Eficiencia de uso de	68%	85%	+17 pp

capacidad vehicular			
---------------------	--	--	--

Fuente. *Elaboración propia.*

Como resultados se obtuvo que el tiempo empleado promedio de 2 horas a 10 minutos obteniendo como resultado mejora en el tiempo con una variación del 91.7%, de mismo modo se disminuyó la intervención manual, lo que conlleva a tener un 100% de exactitud y confiabilidad de los datos, lo anterior se comprueba por la automatización del proceso lo que elimina errores que surgían por la captura manual garantizando que cada registro sea preciso, adicionalmente la fiabilidad de los datos se ve reforzada al considerar el volumen de información considerando que aún es viable resolverlo mediante Excel.

Aunado a lo anterior respecto a los indicadores de logística la implementación del ERP generó mejoras significativas en la gestión logística, demostrándose en la disminución del 60% en el tiempo de asignación de rutas al automatizar la asignación de vehículos y conductores, asimismo, la eficiencia de uso de la capacidad vehicular aumentó en 17 puntos porcentuales, al pasar de 68% al 85%.

CONCLUSIONES

Durante el pilotaje del sistema ERP se llevaron a cabo pruebas operativas para validar su funcionalidad, identificar mejoras y asegurar su adaptación a las necesidades de la organización. Uno de los principales resultados de esta fase fue la configuración del sistema de usuarios, proceso esencial para garantizar un control adecuado de la información y una operación segura. La estructura de usuarios se definió con base en los roles y responsabilidades de cada colaborador, permitiendo asignar permisos específicos que regulan el acceso a los distintos módulos y funcionalidades del ERP.

Con ello, se establecieron niveles diferenciados de acceso que permiten delimitar la información que pueden consultar, modificar o gestionar cada miembro del equipo, asegurando una administración más eficiente y alineada con los principios de buenas prácticas organizacionales. Además, se implementaron restricciones orientadas a proteger la información del personal, particularmente aquella relacionada con datos operativos, laborales y administrativos. Estas medidas fortalecen la trazabilidad de las acciones dentro del sistema, facilitando el seguimiento de actividades y mejorando la capacidad de auditoría interna.

Asimismo, el pilotaje permitió detectar áreas de oportunidad en la estructura inicial de permisos, lo que condujo a ajustes en la asignación de roles y a la incorporación de medidas adicionales para prevenir errores, accesos no autorizados y duplicidad de funciones. En conjunto, estos resultados evidencian que la fase de pilotaje no solo evaluó la funcionalidad técnica del ERP, sino que también contribuyó al diseño de una estructura de control interno más robusta, confiable y alineada con los requerimientos operativos de la empresa, adicionalmente el pilotaje confirmó los beneficios de la implementación de un ERP *open source* en las PyMES.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Los resultados de este estudio abren líneas de investigación orientadas a analizar la adopción de sistemas ERP *open source* en distintos sectores y contextos organizacionales, así como su impacto sostenido en la articulación entre la gestión del recurso humano y los procesos logísticos. Asimismo, se sugiere explorar la incorporación de tecnologías emergentes como inteligencia artificial, analítica avanzada y aprendizaje automático dentro de estos sistemas, con el fin de fortalecer la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la productividad del personal.

Finalmente, futuras investigaciones podrían examinar la integración y configuración de nuevas áreas funcionales y módulos del ERP que se adapten al contexto, capacidades y necesidades específicas de las PyMES, a fin de evaluar el alcance sistémico de estas plataformas desde una adopción sostenible.

REFERENCIAS

- Agbehadji, I. E., Mabhaudhi, T., Botai, J., & Masinde, M. (2023). A systematic review of smallholder farming systems and food security in Africa using PSALSAR methodology. *Sustainability*, 15(2), Article 1234. <https://doi.org/10.3390/su15021234>
- Amini, M., & Sadat Safavi, N. (2013). Critical success factors for ERP implementation in SMEs. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 1(4), 33–48.
- Arango-Serna, M. D., Serna-Uran, C. A., Gómez-Montoya, R. A., & Zapata-Cortés, J. A. (2019). Ruta óptima para la distribución de última milla en entornos urbanos. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(3), 413–426.

- Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballé, A. (2023). Elementos teóricos sobre la formación docente en ciencias naturales con enfoque STEAMH. Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 7(1), 1598–1618. https://doi.org/10.37811/cl_rem.v7i1.4508
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Estudio económico de América Latina y el Caribe* (LC/PUB.2023/11-P). <https://www.cepal.org/es/publicaciones/81132-estudio-economico-america-latina-caribe-2023-version-accesible>
- Correa Gutiérrez, M. (2023). *Desarrollo de un protocolo para la identificación de características biopsicosociales en individuos expuestos al conflicto a través de un equipo de EEG portátil de la empresa GTEC* (Proyecto de investigación de bioingeniería). Universidad de Antioquia.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5ª ed.). SAGE Publications.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5ª ed.). SAGE Publications.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Eurofound. (2020). *Living, working and COVID-19*. Publications Office of the European Union.
- Few, S. (2013). *Information dashboard design: Displaying data for at-a-glance monitoring* (2ª ed.). Analytics Press.
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural styles and the design of network-based software architectures* (Tesis doctoral). University of California, Irvine. https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm
- Flores Campoverde, M. A., Palacios Meléndez, J. G., & Bastidas Logroño, D. J. (2024). Paradigmas del uso de Open source en la planificación de recursos empresariales en las PyMES de la provincia de Santa Elena – Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(6), 410–425.

- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Haddara, M., & Elragal, A. (2013). The readiness of ERP systems for the Factory of the Future. *Procedia Technology*, 9, 421–430. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.047>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. L. (2024). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (14^a ed.). Pearson.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Censos Económicos 2024*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- International Labour Organization (ILO). (2019). *Work for a brighter future – Global Commission on the Future of Work*. ILO.
- Jaimes Ariza, A. G., & Tarazona Flores, R. H. (2021). *Implementación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) de plataforma open source en las PyMES, provincia de Huánuco, 2019* (Tesis de grado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6581>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). *Management information systems: Managing the digital firm* (17^a ed.). Pearson.
- Marjani, M., Nasaruddin, F., Gani, A., Karim, A., Hashem, I. A. T., Siddiqua, A., & Yaqoob, I. (2017). A review of big data analytics in logistics and supply chain management. *Journal of Big Data*, 4, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s40537-017-0098-5>
- Marshall, M. N. (1996). Sampling for qualitative research. *Family Practice*, 13(6), 522–525. <https://doi.org/10.1093/fampra/13.6.522>
- Mejía, M., Sánchez, J., De-La-Cruz, C., Bermejo, Y., & Rojas-Millán, R. (2024). Desafíos que enfrentan las empresas en términos de infraestructura, tecnologías y recursos humanos para mejorar su gestión logística. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 6(2), 6–14. <https://doi.org/10.17981/bilo.6.2.2024.02>
- Meraz Sepulveda, A. (2024). Estrategia tecnológica empresarial como factor clave para la competitividad de la MIPYME. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–16. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1125>

- Motwani, J., & Argyropoulou, M. (2007). ERP systems in SMEs: An integrated framework. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 4(1), 1–18.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4ª ed.). SAGE Publications.
- Pozo-Benites, K. B., Guadalupe-Sánchez, K. W., Peñarreta-Barrera, E. E., & Meza-Salvatierra, J. K. (2025). Transformación digital de las PyMES en América Latina: Barreras, oportunidades y estrategias para la competitividad [Digital transformation of SMEs in Latin America: Barriers, opportunities, and strategies for competitiveness]. *Multidisciplinary Latin American Journal*, 3(2), 236–255. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-015>
- Quintero Portocarrero, N. G. (2018). *Análisis de los factores críticos de éxito en implementaciones de ERP en PyMES en Latinoamérica* (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia.
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., & Roccotelli, M. (2018). A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability*, 10(3), 782. <https://doi.org/10.3390/su10030782>
- Ruiz Porras, A. R., & Cambero Pando, M. (2023). *Revisión del impacto del ERP en procesos logísticos de PyMES* (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26005/TrabajoInvestigaci%C3%B3n_RuizPorras%20AbilioRolando_CameroPando%20Mafer.pdf
- Sadalage, P. J., & Fowler, M. (2012). *NoSQL distilled: A brief guide to the emerging world of polyglot persistence*. Addison-Wesley.
- Sheehan, M. (2014). Human resource management and performance: Evidence from small and medium-sized firms. *International Small Business Journal*, 32(5), 545–570. <https://doi.org/10.1177/0266242612465454>
- Vargas, C., Cruz, D., & Sauza, B. (2024). El ERP para la gestión de inventarios en pequeñas empresas: Análisis de viabilidad financiera. *Senpai*, 1(6), 47–64.

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Romo Pérez Fernanda Enid
Metodología	Romo Pérez Fernanda Enid
Software	Ruiz Orozco Marla Itzel
Validación	Ruiz Orozco Marla Itzel
Análisis Formal	Pérez Antonio Dayra Paola
Investigación	Romo Pérez Fernanda Enid
Recursos	Mohedano Torres Enrique de Jesús
Curación de datos	Ruiz Orozco Marla Itzel
Escritura - Preparación del borrador original	Pérez Antonio Dayra Paola
Escritura - Revisión y edición	Pérez Antonio Dayra Paola
Visualización	Arriaga Gómez Verónica
Supervisión	Arriaga Gómez Verónica
Administración de Proyectos	Arriaga Gómez Verónica
Adquisición de fondos	Mohedano Torres Enrique de Jesús