

# PRODUCTIVIDAD Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR

Claves para una Industria Competitiva

Madrid Celi, Braulio Absalón  
González Quiñónez, Luis Adrián



# **Productividad y Mantenimiento Industrial en el Ecuador**

*Claves para una Industria  
Competitiva*



# **Productividad y Mantenimiento Industrial en el Ecuador**

*Claves para una Industria Competitiva*

***Braulio Absalón Madrid Celi***

***Luis Adrián González Quiñónez***

**Editorial EduLearn Academy SAS**

**Website:** <https://editorial.edulearn.ec/>

**Email:** [editorial@edulearn.ec](mailto:editorial@edulearn.ec)

**Telf. (+593) 992663228**

**Machala, Ecuador**

*Primera edición 2026 – 03 – 02*

**ISBN:** 978-9942-7494-4-4

**DOI:** [10.64973/edu.2025.2526](https://doi.org/10.64973/edu.2025.2526)

Distribución online

## **Cita:**

Madrid Celi, B. A., & González Quiñónez, L. A. (2026).  
*Productividad y mantenimiento industrial en el Ecuador: Claves  
para una industria competitiva* (1.<sup>a</sup> ed.). EduLearn Academy SAS.  
<https://doi.org/10.64973/edu.2025.2526>



Esta obra ha sido sometida a un riguroso proceso de evaluación académica bajo la modalidad de doble par ciego, con el fin de garantizar la calidad científica y editorial de su contenido. El texto y las ideas aquí desarrolladas están protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual; queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, distribución, comunicación pública o cualquier otra forma de utilización no autorizada, en cualquier medio o soporte, ya sea electrónico, mecánico, óptico, de grabación, fotocopia u otros. Toda infracción constituirá una vulneración a los derechos exclusivos de su(s) autor(es) y de la editorial, dando lugar a las acciones legales correspondientes.

Todos los derechos reservados © 2026

***Braulio Absalón Madrid Celi***

**<https://orcid.org/0000-0002-8494-1304>**

**[bmadrid@utmachala.edu.ec](mailto:bmadrid@utmachala.edu.ec)**

**Universidad Técnica de Machala**

Ingeniero Petroquímico por la Universidad Nacional Experimental Politécnica de las Fuerzas Armadas (Venezuela), Máster en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones y Logística por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (Perú), Máster en Dirección y Administración de Empresas/Master in Business Administration (MBA) por la Universidad Internacional de La Rioja (España). Profesor Titular de la Universidad Técnica de Machala con 10 años de experiencia dictando cátedras en la Carrera de Ingeniería Química. Integrante del grupo de Investigación Bioingeniería con producción científica en revistas indexadas en temas de Valorización de residuos y Seguridad y Salud Ocupacional. Consultor en el área de Ingeniería y Mantenimiento Industrial.

***Luis Adrián González Quiñónez***

**<https://orcid.org/0000-0001-5026-0028>**

**[luis.gonzalez@utelvt.edu.ec](mailto:luis.gonzalez@utelvt.edu.ec)**

**Universidad Técnica Luis Vargas Torres**

Ingeniero de Mantenimiento por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y máster en Sistemas Integrados de Gestión de la

Prevención de Riesgos Laborales por la Universidad Internacional de La Rioja, egresado del Doctorado en Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Marcos (Perú), con experiencia docente continua en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas desde 2017 y participación activa en proyectos de investigación con el Instituto Universidad Carlos Soublette (IUNICS) y la Universidad Mayor de San Marcos en los últimos años. Investigador acreditado por la SENESCYT, con amplia producción científica en revistas indexadas sobre sistemas eléctricos de potencia, mantenimiento, energías renovables, seguridad y salud ocupacional, así como coautor de varios libros y capítulos relacionados con sostenibilidad, métodos numéricos y gestión universitaria. He desarrollado actividades de vinculación con la comunidad en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres y cuento con formación continua en pedagogía, didáctica, metodología de la investigación, escritura científica y uso de herramientas digitales orientadas a la educación superior.

## **Sinopsis**

La obra *Productividad y Mantenimiento Industrial en el Ecuador: Claves para una Industria Competitiva* presenta un análisis integral del sistema productivo ecuatoriano desde una perspectiva técnica, operativa y estratégica, abordando los principales desafíos y oportunidades para fortalecer la competitividad industrial en el contexto de la transformación productiva contemporánea. A lo largo de sus capítulos, se examinan las características del sistema productivo nacional, los retos asociados a la productividad industrial, la gestión eficiente de operaciones y la optimización de procesos mediante metodologías de mejora continua como Lean Manufacturing y Six Sigma.

Asimismo, el libro analiza el papel del mantenimiento industrial estratégico, la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la digitalización como pilares fundamentales para la modernización del aparato productivo ecuatoriano. La obra integra enfoques teóricos y aplicaciones prácticas orientadas a profesionales, investigadores y estudiantes del ámbito industrial, proporcionando herramientas conceptuales que contribuyen a la eficiencia operativa, la toma de decisiones basada en datos y el desarrollo de modelos productivos más resilientes, sostenibles y alineados con las demandas de la industria 4.0.

**Palabras Claves:** productividad industrial, mantenimiento industrial, gestión de operaciones, Six Sigma, industria ecuatoriana, innovación industrial.

## Synopsis

The book *Industrial Productivity and Maintenance in Ecuador: Keys to a Competitive Industry* provides a comprehensive analysis of the Ecuadorian productive system from a technical, operational, and strategic perspective, addressing the main challenges and opportunities for strengthening industrial competitiveness within the context of contemporary productive transformation. Throughout its chapters, the work examines the characteristics of the national productive system, industrial productivity challenges, operations management, and process optimization through continuous improvement methodologies such as Lean Manufacturing and Six Sigma.

In addition, the book explores the role of strategic industrial maintenance, technological innovation, sustainability, and digitalization as key pillars for the modernization of Ecuador's industrial sector. The publication integrates theoretical approaches and practical applications aimed at professionals, researchers, and students in the industrial field, providing conceptual tools that support operational efficiency, data-driven decision-making, and the development of more resilient and sustainable industrial models aligned with Industry 4.0 demands.

**Keywords:** industrial productivity, industrial maintenance, operations management, Six Sigma, Ecuadorian industry, industrial innovation.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1. PANORAMA DEL SISTEMA PRODUCTIVO ECUATORIANO Y RETOS INDUSTRIALES CONTEMPORÁNEOS</b> | <b>22</b> |
| <b>Introducción</b>                                                                                | <b>22</b> |
| <b>Objetivo</b>                                                                                    | <b>24</b> |
| <b>1.1. Concepto de sistema productivo y su importancia en el desarrollo económico</b>             | <b>24</b> |
| <b>1.2. Características del sistema productivo ecuatoriano</b>                                     | <b>28</b> |
| <i>1.2.1. Sectores estratégicos de la industria nacional</i>                                       | <i>33</i> |
| <i>1.2.2. Industria manufacturera, extractiva y de servicios</i>                                   | <i>37</i> |
| <b>1.3. Productividad industrial en el Ecuador</b>                                                 | <b>39</b> |
| <i>1.3.1. Indicadores de productividad y competitividad</i>                                        | <i>41</i> |
| <i>1.3.2. Comparación regional y desafíos estructurales</i>                                        | <i>44</i> |
| <b>1.4. Retos actuales de la industria ecuatoriana</b>                                             | <b>47</b> |
| <i>1.4.1. Tecnología, capital humano e innovación</i>                                              | <i>49</i> |
| <i>1.4.2. Globalización, mercados y normativas</i>                                                 | <i>51</i> |
| <b>1.5. Perspectivas de modernización industrial en el país</b>                                    | <b>54</b> |
| <b>CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE OPERACIONES Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA NACIONAL</b>      | <b>57</b> |
| <b>Introducción</b>                                                                                | <b>57</b> |
| <b>Objetivo</b>                                                                                    | <b>58</b> |

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1. Fundamentos de la gestión de operaciones industriales .....</b>                                      | <b>58</b> |
| <b>2.2. Planeación y control de la producción .....</b>                                                      | <b>60</b> |
| <i>2.2.1. Programación de la producción .....</i>                                                            | <i>61</i> |
| <i>2.2.2. Gestión de inventarios y logística .....</i>                                                       | <i>63</i> |
| <b>2.3. Optimización de procesos productivos.....</b>                                                        | <b>65</b> |
| <i>2.3.1. Análisis y mejora de procesos.....</i>                                                             | <i>67</i> |
| <i>2.3.2. Eliminación de desperdicios y eficiencia operativa .....</i>                                       | <i>75</i> |
| <b>2.4. Herramientas y metodologías para la mejora continua.....</b>                                         | <b>77</b> |
| <i>2.4.1. Lean Manufacturing .....</i>                                                                       | <i>79</i> |
| <i>2.4.2. Six Sigma y gestión de la calidad .....</i>                                                        | <i>82</i> |
| <b>2.5. Casos y aplicaciones en la industria ecuatoriana .....</b>                                           | <b>84</b> |
| <b>CAPÍTULO 3. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ESTRATÉGICO<br/>PARA LA CONTINUIDAD Y EFICIENCIA OPERATIVA .....</b> | <b>87</b> |
| <b>Introducción.....</b>                                                                                     | <b>87</b> |
| <b>Objetivo.....</b>                                                                                         | <b>90</b> |
| <b>3.1. Evolución y concepto del mantenimiento industrial. ....</b>                                          | <b>90</b> |
| <b>3.2. Tipos de mantenimiento industrial.....</b>                                                           | <b>92</b> |
| <i>3.2.1. Mantenimiento correctivo .....</i>                                                                 | <i>92</i> |
| <i>3.2.2. Mantenimiento preventivo .....</i>                                                                 | <i>94</i> |
| <i>3.2.3. Mantenimiento predictivo.....</i>                                                                  | <i>95</i> |

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.3. Gestión estratégica del mantenimiento .....</b>                    | <b>96</b>  |
| <i>3.3.1. Planificación y programación del mantenimiento .....</i>         | <i>98</i>  |
| <i>3.3.2. Gestión de activos industriales .....</i>                        | <i>99</i>  |
| <b>3.4. Logística del mantenimiento industrial .....</b>                   | <b>100</b> |
| <i>3.4.1. Gestión de inventarios y repuestos críticos .....</i>            | <i>101</i> |
| <i>3.4.2. Abastecimiento y tiempos de reposición .....</i>                 | <i>102</i> |
| <i>3.4.3. Coordinación entre mantenimiento y logística .....</i>           | <i>103</i> |
| <b>3.5. Indicadores de desempeño en mantenimiento .....</b>                | <b>106</b> |
| <i>3.5.1. Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad .....</i>         | <i>107</i> |
| <i>3.5.2. Costos y eficiencia del mantenimiento .....</i>                  | <i>108</i> |
| <b>3.6. Impacto del mantenimiento en la productividad y competitividad</b> | <b>110</b> |

|                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.7. Experiencias y buenas prácticas en el contexto ecuatoriano .....</b> | <b>111</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 4. TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD EN EL ECUADOR .....</b> | <b>113</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <b>Introducción.....</b> | <b>113</b> |
|--------------------------|------------|

|                      |            |
|----------------------|------------|
| <b>Objetivo.....</b> | <b>116</b> |
|----------------------|------------|

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1. Transformación industrial y nuevos modelos productivos .....</b> | <b>116</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.2. Industria 4.0 y digitalización de procesos .....</b> | <b>121</b> |
|--------------------------------------------------------------|------------|

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <i>4.2.1. Automatización y control industrial .....</i> | <i>122</i> |
|---------------------------------------------------------|------------|

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>4.2.2. Uso de datos y tecnologías emergentes.....</i>                      | 123 |
| <b>4.3. Sostenibilidad industrial y responsabilidad ambiental .....</b>       | 127 |
| <i>4.3.1. Producción limpia y eficiencia energética .....</i>                 | 128 |
| <i>4.3.2. Economía circular en la industria .....</i>                         | 130 |
| <b>4.4. Innovación como eje de competitividad .....</b>                       | 132 |
| <i>4.4.1. Gestión de la innovación industrial .....</i>                       | 133 |
| <i>4.4.2. Vinculación entre academia, industria y Estado.....</i>             | 134 |
| <b>4.5. Desafíos y oportunidades para la industria ecuatoriana del futuro</b> |     |
| 136                                                                           |     |
| <b>Conclusiones Generales .....</b>                                           | 139 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                        | 141 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Análisis del sistema productivo y su relación con el desarrollo económico .....                | 26 |
| <b>Tabla 2</b> Línea de tiempo del sistema productivo ecuatoriano.....                                        | 29 |
| <b>Tabla 3</b> Cuadro comparativo de enfoques de mejora continua: Lean Manufacturing, Kaizen y Six Sigma..... | 68 |
| <b>Tabla 4</b> Lean Manufacturing.....                                                                        | 81 |

|                 |                                                                                         |     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 5</b>  | Evolución del mantenimiento industrial.....                                             | 91  |
| <b>Tabla 6</b>  | Ventajas y limitaciones .....                                                           | 93  |
| <b>Tabla 7</b>  | Fases del ciclo de vida del activo .....                                                | 100 |
| <b>Tabla 8</b>  | Principales Indicadores de Desempeño en Mantenimiento .....                             | 109 |
| <b>Tabla 9</b>  | Evolución de los modelos productivos.....                                               | 117 |
| <b>Tabla 10</b> | Tecnologías clave de la Industria 4.0 y su impacto en la transformación industrial..... | 125 |
| <b>Tabla 11</b> | Escenarios prospectivos para la industria ecuatoriana .....                             | 138 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                 |                                                                                           |     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b> | Características el sistema productivo ecuatoriano .....                                   | 33  |
| <b>Figura 2</b> | Sectores productivos de la industria ecuatoriana .....                                    | 36  |
| <b>Figura 3</b> | Perspectivas de la industrialización del país.....                                        | 56  |
| <b>Figura 4</b> | Mantenimiento predictivo y sus componentes estratégicos .....                             | 95  |
| <b>Figura 5</b> | Logística del mantenimiento industrial .....                                              | 105 |
| <b>Figura 6</b> | Producción Limpia y Eficiencia Energética como Estrategias de Desarrollo Sostenible ..... | 129 |

**Figura 7** Modelo de Vinculación Triple Hélice: Academia, Industria y  
Estado para el Desarrollo e Innovación ..... 135

# **CAPÍTULO 1. PANORAMA DEL SISTEMA PRODUCTIVO ECUATORIANO Y RETOS INDUSTRIALES CONTEMPORÁNEOS**

*“Los retos industriales contemporáneos exigen innovación tecnológica, sostenibilidad productiva y mayor integración en cadenas globales de valor”*

**(CEPAL, 2023)**

## **Introducción**

El sistema productivo ecuatoriano constituye un eje fundamental para el desarrollo económico, social y territorial del país, al integrar los procesos de generación de bienes y servicios, la creación de empleo y la inserción en los mercados nacionales e internacionales. Históricamente, su estructura ha estado condicionada por un modelo primario-exportador, sustentado principalmente en la explotación de recursos naturales y en actividades agroindustriales, lo que ha limitado la diversificación productiva y la generación de valor agregado en la economía nacional.

En la actualidad, el Ecuador enfrenta un escenario productivo complejo, marcado por transformaciones globales asociadas a la digitalización, la automatización industrial, la transición hacia economías sostenibles y la reconfiguración de las cadenas globales de valor. Estos procesos exigen una redefinición del rol de la industria

nacional, orientada a mejorar la productividad, fortalecer la innovación tecnológica y reducir las brechas estructurales que afectan la competitividad del aparato productivo (González, 2020). A ello se suma la necesidad de responder a desafíos internos como la alta informalidad laboral, la limitada inversión en investigación y desarrollo y la débil articulación entre el sector productivo, el sistema educativo y el ámbito científico-tecnológico (Delaplace & Dropsy, 2025).

En respuesta a este contexto, el Estado ecuatoriano ha formulado instrumentos de planificación estratégica que buscan impulsar la transformación productiva y el desarrollo sostenible. Entre ellos destacan la Agenda de Transformación Productiva, orientada a la diversificación económica, el fortalecimiento de sectores estratégicos y la innovación, así como el Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025, que prioriza el crecimiento económico con enfoque inclusivo, sostenible y territorial (SENPLADES, 2021). Estos lineamientos reconocen a la industria y al conocimiento como pilares esenciales para el cambio del modelo productivo y la mejora de la competitividad nacional.

No obstante, la industria ecuatoriana continúa enfrentando retos contemporáneos significativos, entre los que se destacan la adopción de tecnologías emergentes, la sostenibilidad ambiental de los procesos productivos, la diversificación de la oferta exportable y una

inserción más eficiente en los mercados internacionales. La superación de estos desafíos requiere políticas integrales, inversión sostenida y una visión de largo plazo que articule al sector público, privado y académico (ONUDI, 2022).

En este marco, el presente capítulo ofrece un panorama analítico del sistema productivo ecuatoriano, examinando su estructura, principales sectores y políticas orientadas a su transformación, así como los retos industriales contemporáneos que condicionan su evolución. El análisis busca aportar una base académica sólida que contribuya a la reflexión investigativa y al diseño de estrategias orientadas a un desarrollo productivo más diversificado, competitivo y sostenible, acorde con las exigencias del siglo XXI.

## **Objetivo**

Analizar los principales retos industriales contemporáneos, su estructura, sectores estratégicos y desafíos en innovación, sostenibilidad y competitividad, para aportar una base académica que oriente su transformación productiva.

### **1.1. Concepto de sistema productivo y su importancia en el desarrollo económico**

El sistema productivo puede definirse como el conjunto de actores, recursos, actividades, relaciones e instituciones que intervienen en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios dentro de

una economía determinada. Este sistema integra factores productivos trabajo, capital, recursos naturales y tecnología y se articula mediante estructuras organizativas, marcos normativos y políticas públicas que condicionan su funcionamiento y desempeño (CEPAL, 2022).

Desde una perspectiva económica, el sistema productivo no se limita a los procesos de transformación material, sino que incorpora dimensiones sociales, territoriales e institucionales que influyen en la productividad y competitividad de un país. En este sentido, su eficiencia depende de la capacidad de articular los sectores primario, secundario y terciario, así como de promover encadenamientos productivos, innovación tecnológica y generación de valor agregado (Castillo & Ominami, 2024a).

La importancia del sistema productivo en el desarrollo económico radica en su impacto directo sobre el crecimiento del producto interno bruto, la creación de empleo, la distribución del ingreso y la reducción de la pobreza. Un sistema productivo diversificado y dinámico favorece la estabilidad macroeconómica y reduce la vulnerabilidad frente a choques externos, especialmente en economías dependientes de la exportación de materias primas (Esposito et al., 2018).

Asimismo, constituye un eje clave para la sostenibilidad del desarrollo, al permitir la incorporación de prácticas productivas

responsables con el medio ambiente y alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible.

En el caso de los países en desarrollo, fortalecer el sistema productivo implica avanzar hacia modelos basados en el conocimiento, la innovación y el fortalecimiento del capital humano, superando estructuras productivas tradicionales de baja productividad. Por ello, el análisis del sistema productivo resulta fundamental para comprender las dinámicas del desarrollo económico y orientar políticas públicas que promuevan un crecimiento inclusivo, competitivo y sostenible en el largo plazo (Geissdoerfer et al., 2017a).

**Tabla 1**

*Análisis del sistema productivo y su relación con el desarrollo económico*

| Dimensión de análisis       | de | Descripción                                                                                                                   | Aporte al desarrollo económico                                                          |
|-----------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepto sistema productivo | de | Conjunto articulado de actores, recursos, actividades e instituciones que intervienen en la producción de bienes y servicios. | Permite comprender la estructura económica y las relaciones entre sectores productivos. |
| Factores productivos        |    | Incluye trabajo, capital, recursos naturales y tecnología.                                                                    | Determinan los niveles de productividad,                                                |

|                         |                                                                                              |                                                                                 |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                                              | eficiencia y competitividad de la economía.                                     |
| Articulación sectorial  | Interacción entre los sectores primario, secundario y terciario.                             | Favorece los encadenamientos productivos y la generación de valor agregado.     |
| Dimensión institucional | Marco normativo, políticas públicas y gobernanza económica.                                  | Incide en la estabilidad macroeconómica y en la atracción de inversión.         |
| Innovación y tecnología | Incorporación de conocimiento, investigación y desarrollo en los procesos productivos.       | Impulsa la modernización productiva y el crecimiento económico sostenible.      |
| Impacto social          | Relación del sistema productivo con el empleo y la distribución del ingreso.                 | Contribuye a la reducción de la pobreza y a la cohesión social.                 |
| Sostenibilidad          | Uso responsable de recursos y mitigación de impactos ambientales.                            | Garantiza la viabilidad del desarrollo económico a largo plazo                  |
| Competitividad          | Capacidad del sistema productivo para posicionarse en mercados nacionales e internacionales. | Facilita la inserción en cadenas globales de valor y el crecimiento exportador. |

**Nota.** Esta tabla puede emplearse como síntesis conceptual, recurso didáctico o base para análisis comparativos en capítulos posteriores.

## **1.2. Características del sistema productivo ecuatoriano**

El sistema productivo ecuatoriano se caracteriza por una estructura heterogénea y asimétrica, resultado de un proceso histórico de especialización basado, principalmente, en la explotación de recursos naturales y en actividades agroexportadoras. Esta configuración ha determinado un modelo productivo con limitada diversificación, bajo contenido tecnológico y reducida generación de valor agregado, lo que condiciona su desempeño competitivo en el contexto regional y global (Katz, 2000).

Una de las principales características del sistema productivo del Ecuador es su predominio del sector primario y agroindustrial, con una alta participación de productos como petróleo, banano, camarón, cacao y flores en la estructura exportadora. Si bien estos sectores han contribuido significativamente a la generación de divisas y al empleo, también han reforzado la dependencia de los precios internacionales y la vulnerabilidad frente a choques externos (Osorio Gómez et al., 2020).

Asimismo, el sistema productivo presenta una débil diversificación industrial, evidenciada en la limitada participación de la manufactura de mediana y alta tecnología dentro del producto interno bruto. La

industria nacional se concentra mayoritariamente en actividades de transformación primaria y manufactura liviana, con escasa inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), lo que restringe la productividad y la competitividad del aparato productivo (Palacios Guillem et al., 2015).

## **Tabla 2**

*Línea de tiempo del sistema productivo ecuatoriano*

| <b>Período histórico</b> | <b>Modelo productivo predominante</b> | <b>Sectores clave</b>                        | <b>Características principales</b>                                                 | <b>Impacto en el desarrollo económico</b>                                  |
|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>1950–1970</b>         | Modelo agroexportador tradicional     | Agricultura (banano, cacao), pesca           | Alta dependencia de productos primarios, baja industrialización, escasa tecnología | Crecimiento basado en exportaciones primarias, alta vulnerabilidad externa |
| <b>1970–1980</b>         | Modelo petrolero–estatista            | Petróleo, sector público, infraestructura    | Expansión del Estado, inversión pública, dependencia del crudo                     | Incremento del PIB, pero aumento de dependencia a petrolera                |
| <b>1980–1999</b>         | Modelo de ajuste estructural          | Comercio, servicios, exportaciones primarias | Reducción del gasto público, apertura comercial, crisis financiera                 | Estancamiento productivo y aumento de desigualdades                        |
| <b>2000–2006</b>         | Modelo dolarizado de estabilización   | Comercio, servicios, petróleo                | Estabilidad monetaria, bajo crecimiento industrial                                 | Control de inflación, limitada diversificación productiva                  |
| <b>2007–2017</b>         | Modelo de cambio de                   | Agroindustria, energía,                      | Inversión pública, impulso a la                                                    | Mejora de infraestructura,                                                 |

|                        |                                                |                                           |                                                        |                                                         |
|------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                        | la matriz productiva                           | construcción                              | industrialización y educación superior                 | avances parciales en diversificación                    |
| <b>2018–2020</b>       | Modelo de apertura y consolidación fiscal      | Exportaciones no tradicionales, servicios | Ajustes fiscales, búsqueda de inversión privada        | Crecimiento moderado, debilidad industrial persistente  |
| <b>2021–actualidad</b> | Modelo de transformación productiva sostenible | Agroindustria, minería, economía digital  | Enfoque en innovación, sostenibilidad y competitividad | Retos en productividad, informalidad e inserción global |

**Nota.** Esta línea de tiempo permite visualizar la evolución estructural del sistema productivo ecuatoriano, evidenciando la persistencia del modelo primario-exportador y los esfuerzos recientes por avanzar hacia un esquema más diversificado y sostenible.

Otra característica relevante es la alta informalidad laboral, especialmente en los sectores agrícola, comercial y de servicios, lo cual afecta la calidad del empleo, la recaudación fiscal y la sostenibilidad del sistema productivo. Esta situación refleja debilidades estructurales en el acceso a financiamiento, la capacitación del talento humano y la formalización empresarial, particularmente en las micro, pequeñas y medianas empresas (Allauca-Espinoza et al., 2025).

Desde el punto de vista institucional, el sistema productivo ecuatoriano se encuentra influenciado por políticas públicas orientadas a la transformación productiva y al desarrollo sostenible. Instrumentos como la Agenda de Transformación Productiva y el Plan Nacional de Desarrollo buscan fortalecer sectores estratégicos, promover la innovación y mejorar la competitividad territorial; sin embargo, su impacto ha sido desigual debido a limitaciones en la articulación interinstitucional y en la continuidad de las políticas (Contreras Rivadeneira et al., 2022).

El sistema productivo ecuatoriano se define por su dependencia de recursos naturales, baja diversificación, limitada innovación tecnológica y alta informalidad, pero también por su potencial productivo, biodiversidad y ventajas comparativas. Comprender estas características resulta fundamental para identificar los desafíos estructurales y las oportunidades de transformación que permitan

avanzar hacia un modelo productivo más diversificado, competitivo y sostenible en el largo plazo.

## Figura 1

### *Características el sistema productivo ecuatoriano*



*Nota.* Elaboración propia

### ***1.2.1. Sectores estratégicos de la industria nacional***

Los sectores estratégicos de la industria nacional ecuatoriana constituyen pilares fundamentales del sistema productivo, debido a su contribución al producto interno bruto, la generación de empleo, la captación de divisas y su potencial para impulsar procesos de

transformación productiva. La identificación de estos sectores responde tanto a criterios económicos como a lineamientos de política pública establecidos en la planificación nacional, orientados a fortalecer la competitividad y el desarrollo sostenible del país (Guerrero Moreno et al., 2019).

En primer lugar, el sector agroindustrial se posiciona como uno de los más relevantes de la industria nacional, al articular la producción agrícola con procesos de transformación, almacenamiento y exportación. Productos como banano, camarón, cacao, café y flores no solo lideran la oferta exportable del país, sino que también presentan oportunidades para incrementar el valor agregado mediante innovación, certificaciones de calidad y encadenamientos productivos (España-Merchán, 2023). Este sector desempeña un rol clave en el empleo rural y en la seguridad alimentaria.

El sector energético y extractivo, particularmente el petróleo, la minería y la generación eléctrica, constituye otro eje estratégico del sistema productivo ecuatoriano. Su importancia radica en su aporte a los ingresos fiscales y a la balanza comercial; sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad ambiental, la eficiencia productiva y la transición hacia fuentes de energía renovables. En este contexto, la política pública ha priorizado el aprovechamiento responsable de los recursos naturales y el desarrollo de energías

limpias como parte de la transformación productiva (Figueras-Ferrer, 2021).

Asimismo, la industria manufacturera especialmente la manufactura de alimentos y bebidas, productos químicos, farmacéuticos y materiales de construcción representa un sector estratégico con potencial de expansión. No obstante, su desarrollo se ve limitado por la baja incorporación de tecnología y la dependencia de insumos importados, lo que subraya la necesidad de fortalecer la innovación, la productividad y la competitividad industrial (Salinas-Navarro et al., 2022).

El sector de servicios productivos, que incluye logística, transporte, comercio, turismo, tecnologías de la información y servicios empresariales, ha adquirido creciente relevancia en la economía ecuatoriana. Estos servicios actúan como soporte transversal para el funcionamiento de los demás sectores productivos y son fundamentales para la integración del país en cadenas globales de valor, especialmente en un contexto de digitalización y economía del conocimiento (Martínez Saavedra & Arboleda Zuñiga, 2021).

En síntesis, los sectores estratégicos de la industria nacional ecuatoriana reflejan tanto las ventajas comparativas tradicionales del país como las oportunidades emergentes para la diversificación productiva. Su fortalecimiento requiere políticas integrales que

promuevan la innovación, la sostenibilidad, la articulación intersectorial y el desarrollo del capital humano, como condiciones esenciales para un crecimiento económico sostenido y competitivo en el largo plazo.

**Figura 2**  
*Sectores productivos de la industria ecuatoriana*



*Nota.* Elaboración propia

### ***1.2.2. Industria manufacturera, extractiva y de servicios***

La estructura del sistema productivo ecuatoriano se sustenta, en gran medida, en la interacción entre la industria manufacturera, la industria extractiva y el sector de servicios, los cuales cumplen funciones diferenciadas pero complementarias dentro del desarrollo económico nacional. El análisis de estos sectores permite comprender tanto las fortalezas estructurales del país como las limitaciones que condicionan su competitividad y sostenibilidad en el largo plazo.

La industria manufacturera en el Ecuador se caracteriza por su concentración en actividades de transformación primaria y manufactura liviana, destacándose principalmente la elaboración de alimentos y bebidas, productos derivados de la agricultura, materiales de construcción, productos químicos básicos y farmacéuticos. A pesar de su relevancia en la generación de empleo y valor agregado, este sector presenta un bajo nivel de incorporación tecnológica y limitada inversión en investigación, desarrollo e innovación, lo que restringe su capacidad para competir en mercados internacionales y para integrarse de manera dinámica en cadenas globales de valor (Córdova Herrera, 2018).

Por su parte, la industria extractiva ha desempeñado históricamente un rol central en la economía ecuatoriana, especialmente a través de la explotación petrolera y, en años recientes, de la minería metálica. Este sector constituye una fuente significativa de ingresos fiscales y

divisas para el país; sin embargo, su alta dependencia de los precios internacionales y los impactos socioambientales asociados a la extracción de recursos naturales representan desafíos estructurales relevantes. En este contexto, los lineamientos de política pública enfatizan la necesidad de una explotación responsable, el fortalecimiento de la regulación ambiental y la transición progresiva hacia una matriz energética más diversificada y sostenible (Nan & Villalobos Gutiérrez, 1970).

El sector de servicios, por su parte, ha adquirido una importancia creciente dentro del sistema productivo ecuatoriano, tanto por su contribución al producto interno bruto como por su función articuladora de las actividades productivas. Servicios como comercio, transporte, logística, turismo, servicios financieros y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) actúan como soporte transversal para los sectores manufacturero y extractivo. La expansión de los servicios productivos y basados en conocimiento resulta clave para mejorar la eficiencia, la competitividad y la inserción del país en la economía digital y globalizada (School of Business Universidad Adolfo Ibáñez Chile & Bravo-Ortega, 2021).

La industria manufacturera, extractiva y de servicios configuran un entramado productivo que refleja tanto las ventajas comparativas tradicionales del Ecuador como las oportunidades de transformación productiva. El fortalecimiento de la articulación entre estos sectores,

acompañado de políticas orientadas a la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo del capital humano, constituye un elemento esencial para avanzar hacia un modelo de desarrollo más diversificado, competitivo e inclusivo.

### **1.3. Productividad industrial en el Ecuador**

La productividad industrial constituye un indicador fundamental para evaluar la eficiencia del sistema productivo y su capacidad para generar crecimiento económico sostenido. En términos conceptuales, la productividad se define como la relación entre los bienes y servicios producidos y los factores utilizados en el proceso productivo principalmente trabajo y capital, siendo la productividad total de los factores un referente clave para medir el desempeño estructural de una economía (Valero Camino, 2024).

En el caso del Ecuador, la productividad industrial ha mostrado un comportamiento heterogéneo y, en comparación con economías de similar nivel de desarrollo, presenta rezagos significativos. La estructura productiva basada en actividades primarias y manufacturas de bajo contenido tecnológico limita la generación de valor agregado y la eficiencia en el uso de recursos. Además, la escasa inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) restringe la capacidad de modernización del aparato industrial (Guerra Procel & Duque Suárez, 2018).

Uno de los factores que inciden en la baja productividad industrial es la alta informalidad laboral, que afecta la estabilidad del empleo, la capacitación del talento humano y la incorporación de tecnologías avanzadas. La predominancia de micro y pequeñas empresas con limitado acceso a financiamiento y tecnología también reduce las economías de escala y la competitividad sectorial (Gallegos-Daniel et al., 2023). Asimismo, la dependencia de insumos importados en varios segmentos manufactureros incrementa los costos de producción y reduce la eficiencia del sistema industrial.

Desde una perspectiva estructural, la productividad industrial ecuatoriana se encuentra condicionada por factores como la calidad de la infraestructura logística, el acceso a energía competitiva, la estabilidad normativa y la articulación entre el sector empresarial y el sistema de educación superior. La débil vinculación entre investigación académica y producción industrial limita la transferencia tecnológica y la generación de innovación aplicada, lo que incide directamente en los niveles de productividad.

No obstante, existen oportunidades para mejorar la productividad industrial a través de la digitalización de procesos, la adopción de tecnologías propias de la industria 4.0, la capacitación técnica especializada y el fortalecimiento de encadenamientos productivos. La transición hacia modelos productivos más diversificados y

sostenibles, alineados con las estrategias nacionales de desarrollo, representa una condición necesaria para elevar la competitividad del Ecuador en el contexto regional y global.

En síntesis, la productividad industrial en el Ecuador constituye un desafío estructural que requiere políticas integrales orientadas a la innovación, la formalización empresarial, la mejora del capital humano y la inversión en infraestructura estratégica. Su fortalecimiento es indispensable para avanzar hacia un crecimiento económico inclusivo, resiliente y sostenible en el largo plazo.

### ***1.3.1. Indicadores de productividad y competitividad***

La evaluación de la productividad y competitividad industrial requiere el análisis de indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan medir el desempeño del sistema productivo en términos de eficiencia, innovación y posicionamiento en mercados nacionales e internacionales. Estos indicadores constituyen herramientas esenciales para el diseño de políticas públicas orientadas al fortalecimiento estructural de la economía.

### **Indicadores de productividad**

Entre los principales indicadores utilizados para medir la productividad industrial se destacan:

- **Productividad laboral**

Relación entre el producto interno bruto (PIB) o el valor agregado industrial y el número de trabajadores o las horas trabajadas. Permite evaluar la eficiencia del trabajo en el proceso productivo.

- **Productividad del capital**

Mide la producción generada por unidad de capital invertido, reflejando la eficiencia en el uso de maquinaria, infraestructura y tecnología.

- **Productividad Total de los Factores**

Evalúa el crecimiento económico no explicado únicamente por el aumento de trabajo o capital, sino por mejoras tecnológicas, organizacionales e institucionales (Moreno Marcial & Santos Méndez, 2022).

- **Valor agregado industrial**

Indica la contribución real del sector manufacturero a la economía, descontando el consumo intermedio. Inversión en I+D como porcentaje del PIB: Mide el esfuerzo en innovación y desarrollo tecnológico, factor clave para la productividad de largo plazo (Rueda-Carvajal et al., 2025). En el contexto ecuatoriano, los niveles de productividad laboral e industrial han mostrado rezagos frente a economías más diversificadas, debido a la limitada incorporación

tecnológica, la alta informalidad y la concentración en sectores de bajo contenido tecnológico.

## **Indicadores de competitividad**

La competitividad se refiere a la capacidad de un país o sector para producir bienes y servicios que superen estándares internacionales de calidad, eficiencia y costo. Entre los principales indicadores se encuentran:

- **Índice de Competitividad Global**

Evalúa infraestructura, estabilidad macroeconómica, innovación y eficiencia del mercado.

- **Índice de Complejidad Económica**

Mide la sofisticación y diversificación de la estructura exportadora.

- **Participación en exportaciones de alto valor agregado**

Refleja el nivel de inserción en cadenas globales de valor.

- **Facilidad para hacer negocios**

Considera el entorno regulatorio, acceso a financiamiento y seguridad jurídica (Leiva et al., 2025).

- **Costo logístico y eficiencia del comercio exterior**

Indicadores clave para economías abiertas y dependientes del comercio internacional. En el caso del Ecuador, la competitividad industrial enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura logística, la innovación limitada, la informalidad empresarial y la dependencia de productos primarios. Sin embargo, existen oportunidades de mejora mediante la digitalización, la capacitación técnica y la consolidación de encadenamientos productivos estratégicos.

Los indicadores de productividad y competitividad permiten diagnosticar las fortalezas y debilidades del sistema industrial ecuatoriano, orientando la formulación de estrategias que impulsen una transformación productiva sostenible, diversificada y basada en el conocimiento.

### ***1.3.2. Comparación regional y desafíos estructurales***

El análisis de la productividad industrial ecuatoriana adquiere mayor precisión cuando se examina en perspectiva comparada con otros países de América Latina. En términos generales, la región presenta heterogeneidades significativas en niveles de productividad, diversificación industrial e inversión en innovación. No obstante, Ecuador evidencia rezagos relativos frente a economías como Chile, Colombia o México, particularmente en indicadores vinculados a productividad laboral, inversión en investigación y desarrollo (I+D)

y sofisticación de la estructura exportadora (Duval Guevara Vega et al., 2022).

Desde el punto de vista estructural, la productividad laboral industrial en Ecuador se mantiene por debajo del promedio regional, lo que refleja limitaciones en capital tecnológico, economías de escala y eficiencia organizacional. Mientras que algunos países latinoamericanos han consolidado sectores manufactureros de mediana y alta tecnología, el Ecuador continúa concentrando su oferta exportable en bienes primarios o con bajo contenido tecnológico, lo que incide en su posición dentro de las cadenas globales de valor (Torres Cárdenas & Sanabria Ruiz, 2023).

Asimismo, la inversión en I+D como porcentaje del PIB en Ecuador es inferior al promedio latinoamericano, lo que restringe la capacidad de innovación industrial y la generación de ventajas competitivas dinámicas. Esta situación contrasta con economías que han logrado fortalecer ecosistemas de innovación articulando universidad, empresa y Estado, modelo conocido como “triple hélice”, que impulsa la transferencia tecnológica y la diversificación productiva (Medina Hoyos et al., 2018).

Entre los principales desafíos estructurales que enfrenta el sistema productivo ecuatoriano en el contexto regional se destacan:

- **Baja diversificación productiva:** Persistencia de una estructura primario-exportadora.
- **Limitada complejidad económica:** Escasa producción de bienes con alto contenido tecnológico.
- **Alta informalidad laboral:** Reduce productividad, recaudación fiscal y estabilidad empresarial.
- **Débil articulación institucional:** Insuficiente coordinación entre sector productivo, academia y políticas públicas.
- **Brechas en infraestructura y logística:** Inciden en costos de producción y competitividad externa.

No obstante, el país dispone de oportunidades estratégicas vinculadas a su biodiversidad, potencial agroindustrial, ubicación geográfica y creciente digitalización económica. La transición hacia un modelo productivo más diversificado, innovador y sostenible constituye un imperativo para reducir brechas regionales y mejorar la competitividad sistémica. La comparación regional evidencia que los desafíos del Ecuador no son exclusivamente coyunturales, sino estructurales. Superarlos requiere políticas de largo plazo orientadas a la modernización industrial, la inversión en capital humano y tecnológico, y la consolidación de un entorno institucional que favorezca la productividad y la integración eficiente en la economía global.

#### **1.4. Retos actuales de la industria ecuatoriana**

La industria ecuatoriana enfrenta un conjunto de desafíos estructurales y coyunturales que condicionan su capacidad de crecimiento, diversificación y sostenibilidad en el contexto de una economía global caracterizada por alta competencia, acelerada transformación tecnológica y exigencias ambientales crecientes. Estos retos no solo responden a factores internos, sino también a dinámicas externas vinculadas a la reconfiguración de las cadenas globales de valor y a la transición hacia modelos productivos más sostenibles (Reyes Domínguez et al., 2024).

Uno de los principales desafíos es la baja incorporación de tecnología e innovación en los procesos productivos. La limitada inversión en investigación y desarrollo (I+D), junto con la débil articulación entre el sector empresarial y el sistema de educación superior, restringe la modernización industrial y la generación de valor agregado. La adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 automatización, digitalización, inteligencia artificial aún es incipiente en gran parte del tejido empresarial ecuatoriano (San Nicolás Utn & Aacini, 2023).

Otro reto significativo es la escasa diversificación productiva, reflejada en la concentración de exportaciones en productos primarios o de bajo contenido tecnológico. Esta dependencia incrementa la vulnerabilidad frente a la volatilidad de los precios internacionales y limita la capacidad de inserción en segmentos de

mayor complejidad económica. La transformación de la matriz productiva continúa siendo una tarea pendiente en términos de consolidación estructural.

La alta informalidad laboral y empresarial constituye igualmente un obstáculo relevante. Un elevado porcentaje de la población ocupada se desempeña en condiciones informales, lo que incide negativamente en la productividad, la estabilidad del empleo y la recaudación fiscal. Esta situación dificulta la planificación industrial de largo plazo y limita el acceso a financiamiento, capacitación y tecnología (Cruz-Ortega, 2025).

En el ámbito externo, la industria ecuatoriana enfrenta el desafío de mejorar su competitividad sistémica, que incluye infraestructura logística eficiente, estabilidad normativa, acceso a financiamiento y reducción de costos de producción. La integración efectiva en cadenas globales de valor requiere estándares internacionales de calidad, certificaciones técnicas y una mayor sofisticación productiva.

Adicionalmente, la sostenibilidad ambiental y la transición energética se han convertido en ejes centrales del debate industrial contemporáneo. La necesidad de reducir emisiones, optimizar el uso de recursos naturales y adoptar prácticas productivas responsables impone ajustes significativos en sectores como el extractivo,

manufacturero y agroindustrial. Este reto implica equilibrar crecimiento económico con responsabilidad ambiental y compromiso social.

Los retos actuales de la industria ecuatoriana demandan una estrategia integral que combine innovación tecnológica, diversificación productiva, fortalecimiento del capital humano, formalización empresarial y sostenibilidad. Superar estas limitaciones estructurales es condición indispensable para consolidar un modelo industrial competitivo, resiliente y alineado con las exigencias del siglo XXI.

#### ***1.4.1. Tecnología, capital humano e innovación***

La relación entre tecnología, capital humano e innovación constituye un eje estructural para el fortalecimiento de la industria ecuatoriana y la mejora de su productividad sistémica. En economías contemporáneas basadas en el conocimiento, el crecimiento industrial no depende exclusivamente de la acumulación de capital físico, sino de la capacidad para generar, adaptar y transferir conocimiento hacia los procesos productivos (Osorio Marulanda et al., 2023).

En el caso del Ecuador, la incorporación tecnológica en el sector industrial presenta avances desiguales. Mientras ciertas actividades agroindustriales y extractivas han adoptado tecnologías modernas de

producción y gestión, una parte significativa del tejido empresarial especialmente micro y pequeñas empresas opera con bajo nivel de automatización y escasa digitalización.

El capital humano representa un factor determinante para la competitividad industrial. La formación técnica y profesional, la capacitación continua y el fortalecimiento de competencias digitales resultan esenciales para enfrentar los desafíos de la industria 4.0. Sin embargo, persisten brechas en la articulación entre el sistema educativo y las demandas del sector empresarial, lo que dificulta la inserción laboral especializada y la adaptación tecnológica en la industria nacional (Gamarra De Velazco, 2024).

Por su parte, la innovación debe entenderse como un proceso integral que abarca no solo la introducción de nuevos productos, sino también mejoras en procesos, organización empresarial y modelos de negocio. En el contexto ecuatoriano, el fortalecimiento de ecosistemas de innovación mediante la cooperación entre Estado, empresa y academia es una condición estratégica para avanzar hacia una mayor diversificación productiva y sofisticación industrial.

Entre los principales desafíos en esta dimensión se identifican:

- Baja inversión en I+D+i.
- Débil vinculación universidad–empresa.
- Insuficiente desarrollo de competencias digitales avanzadas.

- Limitado acceso a financiamiento para innovación tecnológica.
- Escasa cultura de investigación aplicada en el sector empresarial.

No obstante, la transformación digital, el impulso a emprendimientos tecnológicos y la implementación de políticas públicas orientadas al fortalecimiento del talento humano representan oportunidades relevantes para dinamizar el aparato productivo.

La consolidación de un modelo industrial competitivo en el Ecuador exige integrar tecnología avanzada, formación especializada e innovación sistemática como pilares del desarrollo productivo sostenible. La inversión estratégica en estos ámbitos permitirá elevar la productividad, reducir brechas estructurales y fortalecer la inserción del país en la economía global del conocimiento.

#### ***1.4.2. Globalización, mercados y normativas***

La globalización económica ha redefinido las dinámicas de producción, comercialización y competitividad industrial, generando nuevas oportunidades y desafíos para economías emergentes como la ecuatoriana. En este contexto, la apertura comercial, la integración en cadenas globales de valor y la adaptación a estándares internacionales constituyen factores determinantes para el posicionamiento de la industria nacional en mercados externos (Arroyo Morocho, 2018).

Uno de los principales efectos de la globalización en el sistema productivo ecuatoriano ha sido la ampliación del acceso a mercados internacionales mediante acuerdos comerciales y mecanismos de cooperación económica. Estos instrumentos han permitido diversificar destinos de exportación y mejorar la competitividad de sectores estratégicos, particularmente en el ámbito agroindustrial y manufacturero. Sin embargo, la inserción en mercados globales también exige elevados niveles de productividad, innovación y cumplimiento de normativas técnicas y ambientales que muchas empresas nacionales aún enfrentan como barreras estructurales (Ausejo-Sánchez et al., 2025).

En relación con los mercados internacionales, la competencia global ha impulsado la necesidad de fortalecer la calidad, la diferenciación productiva y la trazabilidad de bienes y servicios. La evolución hacia economías basadas en el conocimiento demanda que las industrias ecuatorianas incorporen estándares de eficiencia logística, certificaciones internacionales y estrategias de internacionalización empresarial. La volatilidad de los precios de materias primas y los cambios en la demanda global constituyen riesgos permanentes para una economía con alta dependencia exportadora (BCE, 2023).

Por otra parte, las normativas nacionales e internacionales desempeñan un rol clave en la regulación del comercio y la producción industrial. Aspectos como normas sanitarias y

fitosanitarias, certificaciones de calidad, regulaciones ambientales y políticas laborales influyen directamente en la competitividad empresarial. La armonización normativa con estándares internacionales permite facilitar el acceso a mercados externos, pero también implica desafíos para pequeñas y medianas empresas que deben adaptarse a requisitos técnicos y regulatorios cada vez más exigentes (Albuquerque Llorens, 2008).

Entre los principales desafíos asociados a la globalización y las normativas se destacan:

Cumplimiento de estándares internacionales de calidad y sostenibilidad.

- Adaptación a cambios regulatorios y acuerdos comerciales.
- Reducción de costos logísticos y mejora de infraestructura comercial.
- Fortalecimiento de capacidades empresariales para la internacionalización.
- Protección de la producción nacional frente a escenarios de competencia global.

La globalización y la evolución normativa configuran un entorno complejo que exige a la industria ecuatoriana desarrollar estrategias de adaptación y modernización permanente. La capacidad de integrar innovación, cumplimiento regulatorio y apertura a nuevos mercados

será determinante para consolidar una inserción internacional competitiva y sostenible.

### **1.5. Perspectivas de modernización industrial en el país**

Las perspectivas de modernización industrial en el Ecuador se encuentran estrechamente vinculadas con la capacidad del sistema productivo para adaptarse a las transformaciones tecnológicas, económicas y ambientales que caracterizan el escenario global contemporáneo. En un contexto marcado por la digitalización, la automatización y la transición hacia economías sostenibles, la industria nacional enfrenta la necesidad de reconfigurar sus procesos productivos mediante la incorporación de innovación, fortalecimiento del capital humano y diversificación sectorial (Valenzuela-Cobos et al., 2025).

Uno de los principales ejes de modernización se relaciona con la adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0, tales como inteligencia artificial, análisis de datos, manufactura avanzada y sistemas automatizados. Estas herramientas permiten optimizar la eficiencia productiva, reducir costos operativos y mejorar la calidad de bienes y servicios. Sin embargo, su implementación requiere inversiones significativas en infraestructura tecnológica y capacitación especializada, aspectos que aún representan desafíos para gran parte del tejido empresarial ecuatoriano (Malpartida Gutiérrez & Tarmeño Bernuy, 2020).

Asimismo, la modernización industrial implica fortalecer los encadenamientos productivos y promover la articulación entre universidad, empresa y Estado, con el objetivo de impulsar ecosistemas de innovación que faciliten la transferencia tecnológica y el desarrollo de soluciones aplicadas a las necesidades del sector productivo. En este sentido, los lineamientos de planificación nacional enfatizan la diversificación económica, el fomento del emprendimiento tecnológico y la promoción de industrias sostenibles como pilares para el crecimiento a largo plazo (Velásquez Jama & Olvera Moran, 2023).

Otro componente relevante es la transición hacia una industria sostenible, orientada a la eficiencia energética, la economía circular y la reducción de impactos ambientales. La creciente demanda internacional por productos con certificaciones ambientales y procesos responsables representa tanto un reto como una oportunidad para posicionar la producción ecuatoriana en mercados globales cada vez más exigentes (Alva Rocha et al., 2024).

No obstante, la modernización industrial enfrenta limitaciones estructurales relacionadas con la baja inversión en investigación y desarrollo, la informalidad empresarial, las brechas en infraestructura logística y la limitada sofisticación tecnológica de algunos sectores productivos. Superar estas barreras requiere políticas públicas integrales, financiamiento estratégico y una visión de desarrollo que

priorice la innovación y el conocimiento como motores del cambio productivo.

**Figura 3**

*Perspectivas de la industrialización del país*



*Nota.* Elaboración propia

Las perspectivas de modernización industrial en el Ecuador se orientan hacia la construcción de un modelo productivo más diversificado, digitalizado y sostenible, capaz de incrementar la competitividad internacional y generar desarrollo económico inclusivo. La consolidación de estas transformaciones dependerá de la articulación efectiva entre actores públicos y privados, así como del fortalecimiento del talento humano y la innovación como ejes centrales del progreso industrial.

## **CAPÍTULO 2. GESTIÓN DE OPERACIONES Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA INDUSTRIA NACIONAL**

*“La gestión de operaciones y la optimización de procesos en la industria nacional constituyen pilares estratégicos para mejorar la eficiencia productiva, reducir costos y fortalecer la competitividad en entornos industriales dinámicos”*

*(Slack & Brandon-Jones, 2019)*

### **Introducción**

La gestión de operaciones constituye un componente estratégico para el fortalecimiento de la industria nacional, al enfocarse en la planificación, organización y control eficiente de los procesos productivos orientados a la generación de valor. En el contexto ecuatoriano, la optimización de procesos industriales se vincula directamente con la necesidad de mejorar la productividad, reducir costos operativos y aumentar la competitividad frente a mercados cada vez más exigentes y dinámicos. La incorporación de herramientas de mejora continua, automatización, análisis de datos y modelos de gestión basados en la calidad permite a las organizaciones industriales responder de manera eficiente a los desafíos derivados de la globalización, la transformación digital y la sostenibilidad empresarial.

Asimismo, la gestión de operaciones no solo implica la administración de recursos materiales y tecnológicos, sino también la articulación del talento humano, la innovación organizacional y la toma de decisiones estratégicas fundamentadas en indicadores de desempeño. En este sentido, la optimización de procesos se posiciona como un eje fundamental para impulsar la modernización industrial del país, favoreciendo la eficiencia productiva y la adaptación a estándares internacionales de calidad y eficiencia operativa.

## **Objetivo**

Analizar los fundamentos de la gestión de operaciones y las estrategias de optimización de procesos en la industria nacional, con el propósito de identificar herramientas y enfoques que contribuyan a mejorar la eficiencia productiva, la calidad operativa y la competitividad del sector industrial ecuatoriano.

### **2.1. Fundamentos de la gestión de operaciones industriales**

La gestión de operaciones industriales comprende el conjunto de principios, métodos y herramientas orientadas a planificar, organizar, dirigir y controlar los procesos productivos dentro de una organización. Su objetivo principal es transformar recursos materias primas, tecnología, capital y talento humano en bienes o servicios con valor agregado, garantizando eficiencia, calidad y sostenibilidad en cada etapa del sistema productivo (Baporikar, 2020).

Desde una perspectiva sistémica, la gestión de operaciones integra funciones estratégicas y tácticas que permiten optimizar el flujo de trabajo, reducir desperdicios y mejorar la utilización de los recursos disponibles. Entre sus fundamentos esenciales se encuentran la planificación de la producción, la gestión de la calidad, el control de inventarios, el diseño de procesos y la logística industrial, elementos que influyen directamente en la productividad y competitividad empresarial. En el contexto industrial contemporáneo, estos procesos se apoyan en enfoques como la mejora continua, la manufactura esbelta (lean manufacturing) y la gestión basada en datos (Díaz Ortega et al., 2025).

Asimismo, la gestión de operaciones industriales se sustenta en la toma de decisiones estratégicas relacionadas con la capacidad productiva, la localización de plantas, la estandarización de procesos y la innovación tecnológica. La incorporación de herramientas digitales, automatización y análisis de indicadores de desempeño permite optimizar los tiempos de producción, minimizar costos y mejorar la calidad del producto final, aspectos fundamentales para la competitividad en mercados globalizados (Figal Garone et al., 2020).

En el caso de la industria nacional ecuatoriana, fortalecer los fundamentos de la gestión de operaciones implica avanzar hacia modelos organizacionales más flexibles y orientados a la eficiencia operativa. Esto requiere integrar buenas prácticas de gestión,

formación técnica especializada y una cultura organizacional basada en la mejora continua y la innovación, elementos esenciales para impulsar la modernización industrial y el desarrollo productivo sostenible.

## **2.2. Planeación y control de la producción**

La planeación y control de la producción constituye un componente esencial dentro de la gestión de operaciones industriales, ya que permite coordinar de manera eficiente los recursos humanos, tecnológicos y materiales necesarios para cumplir con los objetivos productivos de una organización. Su finalidad principal es garantizar que los bienes o servicios se produzcan en el momento adecuado, con la calidad requerida y al menor costo posible, optimizando la utilización de la capacidad instalada y reduciendo desperdicios operativos (Jaimes et al., 2018).

La planeación de la producción implica la definición anticipada de volúmenes de producción, tiempos de entrega, asignación de recursos y secuencia de operaciones, considerando la demanda del mercado y las restricciones internas del sistema productivo. Este proceso incluye actividades como la planificación agregada, la programación maestra de producción y la gestión de inventarios, herramientas que permiten equilibrar la oferta con la demanda y minimizar riesgos asociados a la sobreproducción o desabastecimiento.

Por su parte, el control de la producción se enfoca en el seguimiento y evaluación continua de las operaciones para asegurar el cumplimiento de los planes establecidos. A través de indicadores de desempeño, sistemas de monitoreo y análisis de datos, las organizaciones pueden identificar desviaciones en los procesos productivos y aplicar acciones correctivas oportunas. En este contexto, metodologías como la gestión de la calidad total, la manufactura esbelta (lean manufacturing) y los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) contribuyen a mejorar la eficiencia y la trazabilidad de las operaciones (Nascimento et al., 2019).

En la industria ecuatoriana, la implementación efectiva de la planeación y control de la producción representa una oportunidad estratégica para elevar la productividad y fortalecer la competitividad empresarial. La adopción de herramientas digitales, la capacitación del talento humano y la integración de procesos logísticos permiten optimizar los tiempos de producción, reducir costos y responder con mayor flexibilidad a las dinámicas cambiantes del mercado nacional e internacional.

### ***2.2.1. Programación de la producción***

La programación de la producción constituye una fase operativa clave dentro de la planeación y control de las operaciones industriales, orientada a determinar la secuencia, el tiempo y la

asignación de recursos necesarios para ejecutar las actividades productivas de manera eficiente. Su propósito principal es organizar las órdenes de trabajo considerando la capacidad instalada, la disponibilidad de materiales, la mano de obra y los tiempos de entrega, con el fin de optimizar el flujo productivo y reducir tiempos muertos o cuellos de botella (Clarke et al., 2019).

Desde una perspectiva técnica, la programación de la producción implica el diseño de cronogramas detallados que establecen cuándo y cómo se deben realizar las operaciones en cada etapa del proceso industrial. Para ello, se emplean herramientas como diagramas de Gantt, sistemas MRP, programación finita y algoritmos de optimización, los cuales permiten equilibrar la carga de trabajo y mejorar la utilización de los recursos productivos (Johan Sebastián et al., 2024).

Existen diferentes enfoques de programación que se aplican según la naturaleza del sistema productivo:

- Programación hacia adelante: inicia la producción lo antes posible para cumplir con fechas de entrega estimadas.
- Programación hacia atrás: parte de la fecha de entrega y organiza las operaciones en sentido inverso para minimizar inventarios.

- Programación continua: utilizada en procesos industriales de producción masiva y estandarizada.
- Programación por lotes: aplicada en sistemas flexibles donde se producen cantidades específicas según la demanda.

En el contexto de la industria ecuatoriana, la programación eficiente de la producción representa una herramienta estratégica para mejorar la competitividad empresarial, especialmente en sectores manufacturero y agroindustrial donde la variabilidad de la demanda y las limitaciones logísticas influyen directamente en la eficiencia operativa. La integración de tecnologías digitales, sistemas ERP y análisis de datos contribuye a una programación más precisa, favoreciendo la reducción de costos, el cumplimiento de plazos y la mejora de la calidad del proceso productivo

### ***2.2.2. Gestión de inventarios y logística***

La gestión de inventarios y logística constituye un componente estratégico dentro de la planeación y control de la producción, al garantizar la disponibilidad oportuna de materias primas, insumos y productos terminados a lo largo de la cadena de suministro. Su propósito fundamental es equilibrar los niveles de existencias con la demanda del mercado, minimizando costos de almacenamiento y evitando interrupciones en los procesos productivos (Vilas, 2000).

La gestión de inventarios implica el control sistemático de entradas y salidas de productos mediante métodos cuantitativos que permiten optimizar la rotación y reducir pérdidas. Entre los modelos más utilizados se encuentran el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), el sistema Just in Time (JIT) y el análisis ABC, herramientas que facilitan la clasificación y priorización de inventarios según su valor estratégico dentro de la organización. La correcta administración de inventarios contribuye a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos financieros y fortalecer la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda (Gómez Cáceres & Vergara Rodríguez, 2018).

Por su parte, la logística industrial abarca la planificación y gestión del flujo físico de materiales, información y productos desde el proveedor hasta el consumidor final. Incluye actividades como transporte, almacenamiento, distribución y gestión de la cadena de suministro, elementos esenciales para garantizar la competitividad empresarial en mercados globalizados. La incorporación de tecnologías digitales, sistemas de trazabilidad y plataformas logísticas integradas permite optimizar tiempos de entrega y mejorar la coordinación entre actores de la cadena productiva.

En el contexto ecuatoriano, la gestión eficiente de inventarios y logística enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura de transporte, los costos logísticos y la variabilidad geográfica del

territorio. No obstante, la implementación de estrategias basadas en análisis de datos, digitalización de procesos y fortalecimiento de redes logísticas representa una oportunidad significativa para mejorar la productividad industrial y facilitar la inserción del país en cadenas globales de valor.

Una adecuada gestión de inventarios y logística no solo reduce costos operativos, sino que también incrementa la eficiencia, la calidad del servicio y la competitividad del sistema productivo nacional.

### **2.3. Optimización de procesos productivos**

La optimización de procesos productivos constituye un enfoque estratégico dentro de la gestión de operaciones industriales, orientado a mejorar la eficiencia, reducir costos y maximizar el valor generado en cada etapa del sistema productivo. Este proceso implica analizar de manera sistemática las actividades operativas para identificar oportunidades de mejora relacionadas con tiempos de producción, utilización de recursos, calidad del producto y sostenibilidad empresarial (Sandí et al., 2022).

Desde una perspectiva metodológica, la optimización productiva se apoya en herramientas de análisis y mejora continua que permiten eliminar actividades que no agregan valor y minimizar desperdicios. Entre los enfoques más utilizados se encuentran la manufactura esbelta (lean manufacturing), la reingeniería de procesos, el Six

Sigma y la automatización industrial, los cuales contribuyen a incrementar la productividad mediante la estandarización y simplificación de operaciones (Bedoya Rodríguez, 2023).

Un elemento clave en la optimización de procesos es el uso de indicadores de desempeño, tales como eficiencia operativa, tiempos de ciclo, nivel de defectos y productividad laboral. Estos indicadores permiten evaluar el rendimiento del sistema productivo y facilitar la toma de decisiones basada en datos. En el contexto de la transformación digital, la incorporación de tecnologías como análisis de datos, inteligencia artificial y sistemas de monitoreo en tiempo real ha ampliado las posibilidades de optimización, favoreciendo una gestión más precisa y proactiva de las operaciones industriales (Zaruma-Pincay et al., 2024).

En la industria ecuatoriana, la optimización de procesos productivos representa una oportunidad relevante para superar limitaciones estructurales asociadas a la baja productividad y la limitada incorporación tecnológica. La adopción de prácticas de mejora continua, la capacitación del talento humano y la integración de herramientas digitales pueden contribuir significativamente a incrementar la competitividad y la sostenibilidad del aparato productivo nacional.

La optimización de procesos productivos no solo busca mejorar la eficiencia interna de las organizaciones, sino también fortalecer su capacidad de adaptación frente a mercados dinámicos y exigentes, consolidando un modelo industrial orientado a la calidad, la innovación y el desarrollo sostenible.

### ***2.3.1. Análisis y mejora de procesos***

El análisis y mejora de procesos constituye una práctica fundamental dentro de la optimización productiva, orientada a identificar ineficiencias, eliminar actividades que no agregan valor y fortalecer la calidad operativa en los sistemas industriales. Este enfoque implica examinar de manera sistemática cada etapa del proceso productivo, considerando tiempos, costos, recursos utilizados y resultados obtenidos, con el propósito de incrementar la eficiencia y la competitividad organizacional (Luna-Victoria-León et al., 2022).

El análisis de procesos se apoya en herramientas técnicas como el mapeo de procesos, diagramas de flujo, análisis de valor agregado y estudios de tiempos y movimientos. Estas metodologías permiten visualizar la secuencia de actividades, detectar cuellos de botella y establecer oportunidades de mejora continua. En este contexto, enfoques como Lean Manufacturing, Kaizen y Six Sigma promueven la reducción de desperdicios, la estandarización de tareas y la mejora sistemática de la calidad (Leon Osma et al., 2024).

La mejora de procesos, por su parte, implica la implementación de cambios estructurados basados en evidencias obtenidas durante el análisis. Esto puede incluir la reorganización del flujo de trabajo, la automatización de operaciones, la capacitación del talento humano o la integración de tecnologías digitales que permitan optimizar el desempeño productivo. La evaluación mediante indicadores clave de rendimiento (KPI) facilita medir el impacto de las mejoras y asegurar la sostenibilidad de los resultados alcanzados (Buenaño Buenaño et al., 2026).

En el contexto de la industria ecuatoriana, el análisis y la mejora de procesos representan una estrategia esencial para enfrentar desafíos relacionados con la productividad, los costos operativos y la adaptación tecnológica. La aplicación de metodologías de mejora continua permite fortalecer la eficiencia organizacional, impulsar la innovación y consolidar modelos productivos más competitivos y sostenibles (Salazar et al., 2025).

### **Tabla 3**

*Cuadro comparativo de enfoques de mejora continua: Lean Manufacturing, Kaizen y Six Sigma*

| <b>Criterio de análisis</b> | <b>Lean Manufacturing</b>                                                                   | <b>Kaizen</b>                                                        | <b>Six Sigma</b>                                                                                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepto principal          | Enfoque orientado a eliminar desperdicios y maximizar el valor en los procesos productivos. | Filosofía de mejora continua basada en pequeños cambios progresivos. | Metodología estructurada enfocada en la reducción de la variabilidad y defectos mediante análisis estadístico. |
| Objetivo central            | Incrementar eficiencia operativa y flujo productivo.                                        | Mejorar continuamente procesos, calidad y cultura organizacional.    | Alcanzar altos niveles de calidad reduciendo errores y fallas.                                                 |
| Tipo de mejoras             | Cambios estructurales y optimización del flujo de trabajo.                                  | Mejoras graduales y sostenidas en el tiempo.                         | Proyectos específicos basados en datos cuantitativos.                                                          |
| Herramientas principales    | Just in Time (JIT), 5S, mapeo de flujo de valor (VSM), Kanban.                              | Ciclo PDCA, trabajo en equipo, estandarización de procesos.          | DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar),                                                         |

|                                  |                                                                      |                                                                |                                                                                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                                      |                                                                | análisis estadístico.                                                          |
| Nivel de complejidad             | Medio; requiere reorganización de procesos y cultura organizacional. | Bajo a medio; enfocado en participación continua del personal. | Alto; requiere formación técnica y uso de herramientas estadísticas avanzadas. |
| Participación del talento humano | Colaborativa, con énfasis en eficiencia operativa.                   | Alta participación de todos los niveles organizacionales.      | Equipos especializados liderados por expertos (Green Belt, Black Belt).        |
| Enfoque en la calidad            | Reduce desperdicios para mejorar calidad y productividad.            | Mejora continúa orientada a la calidad total.                  | Control riguroso de calidad basado en datos.                                   |
| Aplicación en la industria       | Producción manufacturera, logística y servicios industriales.        | Procesos organizacionales y cultura empresarial.               | Procesos críticos que requieren precisión y control estadístico.               |
| Ventajas principales             | Reducción de costos, mayor eficiencia y                              | Mejora constante y fortalecimiento                             | Alta precisión, disminución de defectos y decisiones                           |

|              |                                                   |                                               |                                    |
|--------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
|              | rapidez operativa                                 | del trabajo en equipo                         | basadas en datos                   |
| Limitaciones | Requiere cambios organizacionales significativos. | Resultados graduales que pueden tomar tiempo. | Implementación costosa y compleja. |

**Nota.** Estos enfoques no son excluyentes; en la práctica industrial suelen integrarse para fortalecer la optimización de procesos productivos, combinando eficiencia operativa, cultura de mejora continua y control estadístico de calidad (Delahoz-Dominguez et al., 2020).

### ***2.3.2. Eliminación de desperdicios y eficiencia operativa***

La eliminación de desperdicios constituye un principio fundamental dentro de la optimización de procesos productivos, orientado a maximizar la eficiencia operativa mediante la reducción de actividades que no generan valor agregado. En el ámbito industrial, el concepto de desperdicio hace referencia a cualquier uso innecesario de recursos tiempo, materiales, energía o esfuerzo humano que incrementa los costos sin contribuir directamente a la calidad del producto o servicio final (Fernández Muñoz et al., 2022).

Desde la perspectiva de la manufactura esbelta (Lean Manufacturing), los desperdicios se clasifican comúnmente en

categorías como sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de inventario, movimientos improductivos, procesos ineficientes y defectos de calidad. La identificación sistemática de estos elementos permite rediseñar los procesos productivos para lograr flujos de trabajo más ágiles, reducir tiempos de ciclo y optimizar el uso de recursos disponibles (Heizer, Render & Munson, 2020).

La eficiencia operativa, por su parte, se refiere a la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos productivos utilizando la menor cantidad posible de recursos, manteniendo estándares adecuados de calidad y sostenibilidad. Para ello, las empresas industriales emplean herramientas como el mapeo de flujo de valor (VSM), indicadores de rendimiento (KPI), análisis de tiempos y movimientos, y sistemas de mejora continua basados en datos. La digitalización de procesos y la automatización industrial han ampliado las posibilidades de monitoreo en tiempo real, facilitando decisiones más precisas y estratégicas (Marcilla Córdoba, 2005).

En el contexto de la industria ecuatoriana, la eliminación de desperdicios representa una estrategia clave para enfrentar desafíos relacionados con costos logísticos elevados, limitaciones tecnológicas y niveles de productividad relativamente bajos. La adopción de prácticas orientadas a la eficiencia operativa permite mejorar la competitividad empresarial, fortalecer la calidad del

producto y optimizar la gestión de recursos en un entorno económico dinámico.

La eliminación sistemática de desperdicios y el fortalecimiento de la eficiencia operativa constituyen pilares esenciales para la modernización industrial, al promover procesos productivos más ágiles, sostenibles y alineados con estándares internacionales de gestión de operaciones.

#### **2.4. Herramientas y metodologías para la mejora continua**

La mejora continua constituye un enfoque estratégico dentro de la gestión de operaciones industriales, orientado a optimizar de manera permanente los procesos productivos mediante la evaluación sistemática del desempeño, la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de soluciones basadas en evidencia. Este enfoque permite a las organizaciones adaptarse a entornos competitivos y dinámicos, fortaleciendo la eficiencia operativa, la calidad del producto y la sostenibilidad organizacional (Rojas Arenas, 2018).

En el ámbito industrial, las herramientas y metodologías para la mejora continua se fundamentan en principios de análisis sistemático, participación del talento humano y toma de decisiones basada en datos. Entre las metodologías más relevantes se destacan Lean Manufacturing, Kaizen, Six Sigma y la Gestión de la Calidad

Total (TQM), las cuales buscan reducir desperdicios, optimizar recursos y mejorar la estabilidad de los procesos productivos. Estas metodologías suelen integrarse dentro de sistemas de gestión más amplios que promueven la innovación y la excelencia operacional (Llisterri, 2000).

Entre las herramientas operativas más utilizadas para implementar la mejora continua se encuentran:

- Ciclo PDCA (Planificar–Hacer–Verificar–Actuar): modelo sistemático para evaluar y perfeccionar procesos de forma iterativa.
- Diagramas de Ishikawa y análisis causa–efecto: permiten identificar factores que influyen en problemas de calidad.
- Indicadores clave de desempeño (KPI): facilitan el monitoreo y evaluación de resultados operativos.
- Mapeo de flujo de valor (VSM): herramienta visual que identifica desperdicios y oportunidades de optimización.
- Benchmarking: comparación de prácticas organizacionales con estándares de referencia para mejorar la competitividad.

La incorporación de tecnologías digitales ha ampliado el alcance de estas metodologías, permitiendo el uso de análisis de datos, sistemas de monitoreo en tiempo real y plataformas de gestión empresarial que favorecen decisiones estratégicas más precisas (Wong & Petreski,

2025). En el contexto ecuatoriano, la aplicación de herramientas de mejora continua representa una oportunidad significativa para fortalecer la productividad industrial, especialmente en sectores donde persisten limitaciones tecnológicas y organizacionales.

Las herramientas y metodologías para la mejora continua constituyen pilares esenciales para la modernización industrial, ya que promueven procesos más eficientes, reducen costos operativos y fomentan una cultura organizacional orientada a la innovación y la calidad.

#### ***2.4.1. Lean Manufacturing***

El Lean Manufacturing o manufactura esbelta constituye una metodología de gestión orientada a la optimización de procesos productivos mediante la eliminación sistemática de desperdicios y la maximización del valor para el cliente. Este enfoque tiene sus fundamentos en el Sistema de Producción Toyota y se basa en principios como la mejora continua, el flujo eficiente de trabajo y la producción ajustada a la demanda real, con el objetivo de incrementar la productividad y reducir costos operativos (Rodríguez-Mañay et al., 2024).

Desde una perspectiva operativa, Lean Manufacturing busca identificar actividades que no agregan valor dentro del proceso productivo como tiempos de espera, exceso de inventario, transporte

innecesario o defectos y rediseñar los flujos de trabajo para lograr procesos más ágiles y eficientes. Entre sus principios fundamentales se destacan la definición del valor desde la perspectiva del cliente, el análisis del flujo de valor, la producción continua, el sistema “pull” y la búsqueda permanente de la perfección mediante la mejora continua.

Entre las herramientas más utilizadas dentro del enfoque Lean se encuentran:

5S: organización y estandarización del espacio de trabajo.

- Just in Time (JIT): producción basada en la demanda real para reducir inventarios.
- Kanban: sistema visual para controlar el flujo de materiales y tareas.
- Mapeo de flujo de valor (VSM): análisis integral del proceso para identificar desperdicios.
- Poka-Yoke: mecanismos de prevención de errores en la producción.

En el contexto de la industria nacional ecuatoriana, la aplicación del Lean Manufacturing representa una alternativa estratégica para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos logísticos y fortalecer la calidad del producto final. Su implementación contribuye a optimizar el uso de recursos, promover la participación del talento

humano y avanzar hacia modelos productivos más competitivos y sostenibles.

Lean Manufacturing no solo constituye una herramienta técnica de optimización, sino también una filosofía organizacional orientada a la excelencia operacional, la innovación continua y la adaptación eficiente a entornos industriales dinámicos.

**Tabla 4**

*Lean Manufacturing*



**Nota.** Elaboración propia

### ***2.4.2. Six Sigma y gestión de la calidad***

El Six Sigma constituye una metodología avanzada de gestión orientada a la mejora continua de los procesos mediante la reducción de la variabilidad y la eliminación de defectos en la producción. Su enfoque se basa en el uso sistemático de herramientas estadísticas y análisis de datos para identificar causas raíz de problemas, optimizar el desempeño operativo y garantizar altos estándares de calidad. Este modelo busca alcanzar niveles de desempeño cercanos a la perfección, con un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades, lo que lo convierte en una estrategia clave para la excelencia operacional (Universidad Militar Nueva Granada et al., 2019).

Dentro de la gestión de la calidad, Six Sigma se integra con principios de mejora continua y control de procesos, promoviendo decisiones basadas en evidencia cuantitativa. Su metodología más utilizada es el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), el cual permite estructurar proyectos de mejora de manera sistemática y orientada a resultados. Este enfoque facilita la identificación de variaciones en los procesos productivos y la implementación de soluciones que incrementen la eficiencia, reduzcan costos y mejoren la satisfacción del cliente ( Medellín-Colombia et al., 2010).

La gestión de la calidad en el contexto industrial abarca un conjunto de prácticas organizacionales orientadas a garantizar que los

productos y servicios cumplan con estándares establecidos, tanto internos como internacionales. Incluye sistemas como la Gestión de la Calidad Total (TQM), normas ISO y modelos de mejora continua que buscan fortalecer la cultura organizacional basada en la excelencia. Six Sigma complementa estos enfoques al proporcionar herramientas analíticas que permiten evaluar el desempeño y prevenir fallas antes de que afecten el resultado final del proceso productivo.

Entre los principales beneficios de la implementación de Six Sigma se destacan:

- Reducción significativa de defectos y reprocesos.
- Mejora de la eficiencia operativa y reducción de costos.
- Toma de decisiones basada en análisis estadístico.
- Fortalecimiento de la satisfacción del cliente y la competitividad empresarial.

En el contexto de la industria ecuatoriana, la adopción de Six Sigma y sistemas de gestión de la calidad representa una oportunidad estratégica para elevar los estándares productivos, mejorar la confiabilidad de los procesos y facilitar la inserción en mercados internacionales que exigen altos niveles de precisión y certificación.

Six Sigma se posiciona como una herramienta clave dentro de la gestión moderna de la calidad, al integrar análisis técnico, mejora continua y enfoque estratégico orientado a la excelencia industrial.

## **2.5. Casos y aplicaciones en la industria ecuatoriana**

La aplicación de herramientas de gestión de operaciones y optimización de procesos en la industria ecuatoriana ha evidenciado avances progresivos en sectores estratégicos como el agroindustrial, manufacturero, logístico y de servicios productivos. Diversas empresas nacionales han incorporado metodologías de mejora continua, automatización y gestión de calidad con el propósito de incrementar la eficiencia operativa, reducir costos y fortalecer su competitividad en mercados locales e internacionales.

En el sector agroindustrial, particularmente en las cadenas productivas del banano, camarón y cacao, se han implementado prácticas de trazabilidad, control estadístico de procesos y certificaciones internacionales que buscan garantizar estándares de calidad y sostenibilidad. La adopción de herramientas Lean Manufacturing ha permitido optimizar tiempos de producción, reducir desperdicios y mejorar la logística de exportación, contribuyendo a consolidar la posición del país en el comercio global (Chamorro-Quiñónez & Navarrete-Zambrano, 2025).

Por su parte, la industria manufacturera ha incorporado sistemas de gestión de calidad basados en normas internacionales y metodologías Six Sigma para disminuir defectos y mejorar la eficiencia productiva. Empresas dedicadas a la producción de alimentos, bebidas y materiales de construcción han desarrollado proyectos orientados a la digitalización de procesos, monitoreo en tiempo real y análisis de indicadores clave de desempeño, lo que ha favorecido la toma de decisiones basada en datos y la optimización de recursos (Ballén Briceño & Sánchez Perdomo, 2021). .

En el ámbito de logística y servicios, la implementación de plataformas digitales y sistemas de planificación empresarial (ERP) ha permitido mejorar la coordinación de inventarios, la distribución de productos y la gestión de la cadena de suministro. Estas iniciativas han contribuido a reducir tiempos de entrega y fortalecer la eficiencia operativa, aspectos fundamentales para la competitividad del sistema productivo nacional (Fontalvo-Herrera et al., 2018).

No obstante, la aplicación de estas metodologías aún enfrenta desafíos relacionados con la inversión tecnológica, la capacitación del talento humano y la formalización empresarial. A pesar de ello, los casos existentes demuestran que la integración de enfoques como Lean Manufacturing (Vargas Sánchez et al., 2020), Six Sigma y gestión de calidad total constituye una vía viable para impulsar la modernización industrial ecuatoriana. Los casos y aplicaciones en la

industria ecuatoriana evidencian un proceso gradual de transformación productiva, donde la adopción de herramientas de optimización y mejora continua se posiciona como un factor clave para fortalecer la productividad, la innovación y la sostenibilidad del aparato industrial del país (Anchundia-Hidalgo et al., 2023a).

### **CAPÍTULO 3. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ESTRATÉGICO PARA LA CONTINUIDAD Y EFICIENCIA OPERATIVA**

*“El mantenimiento industrial estratégico asegura la continuidad operativa, optimiza los recursos y reduce riesgos, convirtiéndose en un factor clave para la eficiencia y competitividad organizacional”*

*(García & López, 2020).*

#### **Introducción**

El mantenimiento industrial ha evolucionado desde una función meramente reactiva hasta convertirse en un componente estratégico dentro de la gestión organizacional. En los entornos productivos contemporáneos, caracterizados por alta competitividad, automatización avanzada y exigencias crecientes en calidad, seguridad y sostenibilidad, el mantenimiento ya no puede concebirse como un centro de costos aislado (Afzali et al., 2019). Por el contrario, constituye un sistema técnico–administrativo que incide directamente en la continuidad operativa, la confiabilidad de los activos y la rentabilidad empresarial.

En el contexto de la transformación industrial y la digitalización de procesos, el mantenimiento adquiere una dimensión estratégica vinculada a la gestión integral de activos físicos (Gayialis et al., 2022). Las organizaciones que incorporan modelos de mantenimiento planificado, apoyados en datos, análisis predictivo y

herramientas de gestión moderna, logran reducir fallas imprevistas, optimizar costos operativos y aumentar la vida útil de sus equipos. Este enfoque sistémico permite integrar la función de mantenimiento con la planificación productiva, la logística, la seguridad industrial y la gestión financiera (Zhao et al., 2022).

La continuidad operativa depende en gran medida del desempeño de los activos industriales. La interrupción de procesos por fallas técnicas no solo genera pérdidas económicas directas, sino también impactos reputacionales, incumplimientos contractuales y afectaciones en la cadena de suministro. En este sentido, el mantenimiento industrial estratégico se orienta a minimizar la incertidumbre operativa mediante la anticipación de fallas, la optimización de recursos y la toma de decisiones basada en indicadores de desempeño (Anchundia-Hidalgo et al., 2023b).

Desde una perspectiva técnica, el mantenimiento se sustenta en principios de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Estos conceptos forman parte del enfoque RAM, ampliamente adoptado en industrias de alta criticidad como energía, petróleo, manufactura avanzada y minería (Cevallos, 2023). La aplicación rigurosa de metodologías como el mantenimiento centrado en la confiabilidad, el mantenimiento productivo total y la gestión de activos basada en riesgo permite estructurar programas sostenibles y alineados con los objetivos corporativos.

Asimismo, la logística del mantenimiento constituye un eje determinante para garantizar tiempos de respuesta eficientes. La correcta gestión de inventarios de repuestos críticos, la planificación de compras y la coordinación interdepartamental reducen los tiempos de inactividad y fortalecen la resiliencia operativa (García et al., 2008). Sin una adecuada articulación entre mantenimiento y logística, incluso los mejores planes técnicos pueden fracasar por falta de disponibilidad de recursos.

En el contexto ecuatoriano, donde predominan sectores como el industrial manufacturero, agroindustrial, energético y minero, el fortalecimiento de prácticas de mantenimiento estratégico representa una oportunidad clave para elevar la competitividad nacional. La incorporación de tecnologías emergentes, la capacitación técnica del talento humano y la adopción de estándares internacionales constituyen desafíos y, al mismo tiempo, oportunidades de mejora estructural (Toliyat et al., 2025).

Este capítulo aborda de manera integral la evolución conceptual del mantenimiento industrial, sus tipologías, su gestión estratégica, la logística asociada, los indicadores de desempeño y su impacto en la productividad. Asimismo, se presentan experiencias y buenas prácticas aplicables al contexto ecuatoriano, con el objetivo de consolidar una visión moderna, técnica y orientada a resultados (Hernandez-Perez et al., 2022).

## **Objetivo**

Analizar el mantenimiento industrial estratégico como herramienta fundamental para garantizar la continuidad operativa, optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia en los procesos productivos.

### **3.1. Evolución y concepto del mantenimiento industrial.**

El mantenimiento industrial ha experimentado una transformación estructural paralela al desarrollo tecnológico de los sistemas productivos. Durante la primera revolución industrial, la simplicidad mecánica de los equipos permitía que las fallas se resolvieran únicamente cuando ocurrían (Ariza-Montobbio & Cuvi, 2020). Este enfoque reactivo respondía a un contexto de baja automatización y escasa dependencia tecnológica. Sin embargo, a medida que los procesos industriales se volvieron más complejos, la frecuencia e impacto de las fallas comenzaron a generar pérdidas significativas.

En la segunda mitad del siglo XX, el crecimiento de la producción en masa y la mecanización intensiva impulsaron el mantenimiento preventivo (Torres-Rodríguez et al., 2024). Este modelo introdujo inspecciones periódicas y sustitución programada de componentes críticos. Aunque representó un avance sustancial frente al modelo correctivo, su principal limitación radicaba en la intervención sistemática sin considerar la condición real del equipo, lo que en ocasiones generaba sobrecostos.

Posteriormente, el desarrollo de tecnologías de monitoreo y sensores dio origen al mantenimiento predictivo. Este enfoque se basa en la medición continua de variables operativas, permitiendo anticipar fallas antes de que se materialicen. Se introdujo así el concepto de confiabilidad como variable estratégica dentro de la gestión industrial (El-Thalji, 2025). La toma de decisiones comenzó a fundamentarse en datos técnicos y análisis estadístico.

En la actualidad, el mantenimiento industrial se integra en la gestión estratégica de activos físicos. Bajo estándares internacionales como ISO 55000, se entiende como un proceso sistemático orientado a maximizar el valor de los activos durante su ciclo de vida. La función de mantenimiento se alinea con los objetivos financieros, operativos y de sostenibilidad de la organización (Medina Lozano, 2022).

La evolución conceptual evidencia que el mantenimiento dejó de ser una actividad secundaria para convertirse en un eje estratégico de competitividad. Las organizaciones modernas adoptan enfoques híbridos que combinan correctivo, preventivo y predictivo según criticidad, riesgo y análisis de costos (Cedeño Anchundia et al., 2016).

## **Tabla 5**

### *Evolución del mantenimiento industrial*

| <b>Etapas</b> | <b>Característica principal</b> | <b>Impacto organizacional</b> |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Correctivo    | Reparación tras falla           | Altos costos imprevistos      |
| Preventivo    | Intervenciones programadas      | Reducción de fallas           |
| Predictivo    | Monitoreo de condición          | Optimización de recursos      |
| Estratégico   | Gestión integral de activos     | Ventaja competitiva           |

***Fuente:*** Elaboración propia

### **3.2. Tipos de mantenimiento industrial**

La clasificación de los tipos de mantenimiento responde a la necesidad de estructurar estrategias diferenciadas según el nivel de criticidad de los activos y el impacto operativo de las fallas. No existe un único modelo aplicable universalmente; la selección depende de análisis técnicos, económicos y de riesgo (Cabeza, 2014).

La combinación adecuada de modalidades permite equilibrar costos, confiabilidad y disponibilidad. Un sistema productivo eficiente integra diversos tipos de mantenimiento dentro de un plan maestro alineado con la estrategia organizacional.

#### ***3.2.1. Mantenimiento correctivo***

El mantenimiento correctivo se ejecuta después de que ocurre una falla. Puede ser no planificado cuando la interrupción afecta inmediatamente la producción o planificado, cuando se tolera la falla

hasta un momento oportuno de intervención (Salas Carlock et al., 2024).

Desde una perspectiva económica, puede resultar viable en activos de baja criticidad o bajo costo de reposición. No obstante, en sistemas altamente automatizados, las paradas inesperadas generan pérdidas sustanciales en productividad y reputación corporativa.

El principal riesgo del mantenimiento correctivo radica en el efecto cascada que una falla puede provocar sobre otros componentes del sistema (Santamaría Oblitas, 2025). Además, incrementa los costos indirectos relacionados con tiempos muertos y penalizaciones contractuales.

En términos estratégicos, su aplicación debe ser controlada y limitada a equipos no críticos. Una dependencia excesiva del mantenimiento correctivo indica debilidades en planificación y gestión preventiva.

**Tabla 6**  
*Ventajas y limitaciones*

| Ventajas                    | Limitaciones               |
|-----------------------------|----------------------------|
| Baja inversión inicial      | Paradas imprevistas        |
| Simplicidad operativa       | Costos indirectos elevados |
| Útil en activos no críticos | Riesgo de fallas mayores   |

**Fuente:** Elaboración propia.

### ***3.2.2. Mantenimiento preventivo***

El mantenimiento preventivo se basa en intervenciones programadas según intervalos de tiempo o uso. Su objetivo es reducir la probabilidad de falla mediante inspecciones, ajustes y reemplazos planificados (Vázquez Pita, 2025).

Este enfoque permite prever recursos, coordinar con producción y mantener estabilidad operativa. Asimismo, facilita la estandarización de procedimientos y mejora la cultura organizacional en torno a la seguridad y disciplina técnica.

Sin embargo, su principal limitación radica en la posibilidad de intervenir equipos que aún se encuentran en condiciones óptimas, generando costos innecesarios (Otero-Potosi et al., 2025). Por ello, debe sustentarse en análisis históricos de fallas y recomendaciones técnicas del fabricante.

En entornos industriales ecuatorianos, el mantenimiento preventivo constituye la modalidad más difundida, especialmente en sectores como alimentos, energía y manufactura.

#### **Beneficios estratégicos**

- Reducción de fallas inesperadas
- Mayor control presupuestario
- Extensión de la vida útil de activos
- Mejora de la seguridad operativa

### ***3.2.3. Mantenimiento predictivo***

El mantenimiento predictivo se fundamenta en el monitoreo de variables físicas que permiten evaluar la condición real del equipo. Se apoya en tecnologías como análisis de vibraciones, termografía infrarroja, ultrasonido y análisis de aceite (Montilla Montaña, 2016). Este modelo reduce intervenciones innecesarias y optimiza recursos técnicos. La decisión de mantenimiento se basa en datos objetivos, disminuyendo la incertidumbre operativa.

Su implementación requiere inversión en equipos de diagnóstico y capacitación especializada del personal técnico. No obstante, el retorno de inversión suele ser favorable en activos críticos (Vásquez Cáceres et al., 2024).

En industrias con alta automatización, el mantenimiento predictivo se integra con sistemas IoT e inteligencia artificial, configurando esquemas de mantenimiento prescriptivo.

## **Figura 4**

*Mantenimiento predictivo y sus componentes estratégicos*



**Nota.** La figura presenta la estructura conceptual del mantenimiento predictivo, incluyendo su definición, objetivos, fundamentos técnicos, técnicas utilizadas, tecnologías aplicadas, ventajas, desventajas y principales ámbitos de aplicación industrial.

### 3.3. Gestión estratégica del mantenimiento

La gestión estratégica del mantenimiento implica integrar esta función dentro del planeamiento corporativo, alineándola con la misión, visión y objetivos institucionales. No se limita a la ejecución

de tareas técnicas, sino que se orienta a la generación de valor sostenible mediante la optimización del desempeño de los activos físicos (Cabico Muibo et al., 2022). En este enfoque, el mantenimiento deja de ser un centro de costos y se convierte en un elemento generador de ventajas competitivas.

La alineación con los objetivos organizacionales permite vincular indicadores de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad, MTBF y MTTR con metas financieras, productivas y de calidad. Esta integración facilita la toma de decisiones basada en datos y fortalece la gobernanza de activos bajo modelos como la gestión del ciclo de vida. En consecuencia, el mantenimiento contribuye directamente a la rentabilidad y sostenibilidad empresarial (Parra et al., 2024).

Desde una perspectiva estratégica, la planificación del mantenimiento debe considerar análisis de riesgos, criticidad de equipos y escenarios operativos futuros. La implementación de metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Productivo Total (TPM) permite priorizar intervenciones con enfoque preventivo y predictivo, reduciendo fallas imprevistas y mejorando la eficiencia global del sistema productivo (Ribeiro et al., 2019).

Asimismo, la transformación digital fortalece la gestión estratégica mediante el uso de sistemas CMMS, análisis de datos y

mantenimiento basado en condición (CBM). Estas herramientas permiten anticipar fallas, optimizar recursos y mejorar la trazabilidad de decisiones. En entornos industriales altamente competitivos, una gestión estratégica del mantenimiento se traduce en mayor resiliencia operativa, reducción de costos y sostenibilidad a largo plazo (Arroyo Vaca et al., 2022).

### ***3.3.1. Planificación y programación del mantenimiento***

La planificación define actividades necesarias, mientras que la programación establece el momento y recursos requeridos. Ambas fases deben sustentarse en análisis de criticidad y riesgos.

Una planificación eficiente reduce conflictos con producción y evita intervenciones innecesarias, el uso de software GMAO facilita la trazabilidad de órdenes de trabajo (Samaniego Jiménez et al., 2024). La programación adecuada permite distribuir cargas laborales y minimizar tiempos de inactividad. La disciplina en la planificación es un indicador de madurez organizacional.

#### **Elementos críticos:**

- Análisis de criticidad
- Historial de fallas
- Cronogramas estructurados
- Gestión digital de órdenes

### ***3.3.2. Gestión de activos industriales***

La gestión de activos industriales comprende la administración integral de los equipos e infraestructuras a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la etapa de planificación y adquisición hasta su operación, mantenimiento y disposición final. Su propósito central es maximizar el valor generado por los activos mientras se minimizan los costos totales asociados, considerando tanto gastos directos como impactos indirectos en la producción (Donoso Cedeño et al., 2023).

Este enfoque se fundamenta en el análisis del costo del ciclo de vida, permitiendo evaluar no solo el precio de adquisición, sino también costos de operación, mantenimiento, fallas, energía y eventual reemplazo. De esta manera, las decisiones de inversión dejan de basarse exclusivamente en el costo inicial y se orientan hacia criterios de eficiencia económica y desempeño a largo plazo (Tortorella et al., 2021).

La gestión de activos también integra la evaluación sistemática de riesgos, considerando factores como criticidad operativa, probabilidad de falla, impacto en seguridad y efectos ambientales. Herramientas como el análisis de criticidad, matrices de riesgo y evaluaciones financieras (VAN, TIR) respaldan decisiones estratégicas sobre renovación tecnológica o sustitución de equipos obsoletos.

Una gestión eficiente de activos industriales fortalece la sostenibilidad organizacional al optimizar recursos, reducir desperdicios y mejorar la confiabilidad operativa (Pinzón Barriga, 2022). En entornos industriales competitivos, esta disciplina contribuye directamente a la resiliencia empresarial, a la mejora continua y al cumplimiento de estándares internacionales de gestión, consolidando ventajas estratégicas a largo plazo.

**Tabla 7**

*Fases del ciclo de vida del activo*

| Fase          | Objetivo principal                  |
|---------------|-------------------------------------|
| Diseño        | Optimizar especificaciones técnicas |
| Operación     | Maximizar rendimiento               |
| Mantenimiento | Preservar funcionalidad             |
| Renovación    | Reducir obsolescencia               |

***Fuente:*** Elaboración propia

### 3.4. Logística del mantenimiento industrial

La logística del mantenimiento industrial constituye un eje estratégico dentro de la gestión de activos físicos. Su función principal es garantizar la disponibilidad oportuna de repuestos, herramientas, equipos auxiliares y talento humano especializado,

alineando estos recursos con los planes de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo (Anchundia-Hidalgo & Brito-Jordan, 2023). Una planificación logística adecuada reduce la variabilidad operativa y minimiza tiempos improductivos.

Desde una perspectiva sistémica, la logística impacta directamente en indicadores clave como el MTTR (Mean Time To Repair) y la disponibilidad operativa. Cuando la gestión logística es deficiente, por ejemplo, por ausencia de repuestos críticos o demoras en adquisiciones los tiempos de parada pueden duplicarse, afectando la productividad y elevando los costos indirectos.

Asimismo, la logística del mantenimiento requiere integración con sistemas de gestión como ERP o CMMS, permitiendo la trazabilidad de inventarios, órdenes de trabajo y niveles de consumo. Esta articulación favorece la toma de decisiones basada en datos y fortalece la planificación presupuestaria (Elena Patiño-Rodríguez & Jesús Guevara Carazas, 2020). En entornos industriales complejos, la logística deja de ser un soporte operativo para convertirse en un componente estratégico de competitividad.

#### ***3.4.1. Gestión de inventarios y repuestos críticos***

La gestión de inventarios en mantenimiento industrial se fundamenta en la identificación y clasificación de repuestos según su criticidad e impacto en la operación. La metodología ABC permite segmentar los

ítems en función de su valor económico y relevancia operativa, priorizando aquellos que generan mayor riesgo ante su ausencia (More et al., 2024). Esta clasificación facilita la asignación eficiente de recursos financieros.

Mantener un stock estratégico de repuestos críticos reduce el riesgo de paradas prolongadas y garantiza continuidad operativa. No obstante, un exceso de inventario implica costos financieros asociados al almacenamiento, deterioro, obsolescencia y capital inmovilizado. Por el contrario, la escasez puede ocasionar interrupciones no planificadas con alto impacto económico.

El equilibrio óptimo depende del análisis de consumo histórico, frecuencia de fallas, criticidad del equipo y tiempos de reposición. Herramientas como el análisis de demanda, el cálculo del punto de reorden y el inventario de seguridad permiten optimizar niveles de stock bajo criterios técnicos y financieros (Pincirolí et al., 2023). Una gestión eficiente convierte el inventario en un activo estratégico y no en un pasivo oculto.

### ***3.4.2. Abastecimiento y tiempos de reposición***

El abastecimiento constituye un proceso crítico dentro de la logística del mantenimiento, ya que los tiempos de reposición influyen directamente en la disponibilidad de los activos. Un lead time prolongado incrementa la necesidad de inventarios de seguridad y

eleva costos, mientras que tiempos reducidos permiten operaciones más ágiles y flexibles (Albert et al., 2020).

La selección y evaluación de proveedores estratégicos es determinante para disminuir la incertidumbre en entregas. Establecer acuerdos de nivel de servicio (SLA), contratos marco y relaciones de colaboración a largo plazo mejora la confiabilidad del suministro y reduce riesgos asociados a interrupciones en la cadena logística.

La digitalización de procesos de compra y abastecimiento, mediante plataformas integradas, facilita el seguimiento en tiempo real, la trazabilidad de pedidos y la automatización de reposiciones (Prieto Alvarado et al., 2023). Estas herramientas permiten análisis predictivos de demanda y fortalecen la planificación estratégica del mantenimiento, reduciendo contingencias operativas.

### ***3.4.3. Coordinación entre mantenimiento y logística***

La coordinación entre las áreas de mantenimiento y logística es fundamental para asegurar sincronización entre la planificación técnica y la disponibilidad de recursos. Una comunicación deficiente genera retrasos en órdenes de trabajo, reprocesos y sobre costos asociados a tiempos muertos (González Sosa et al., 2018).

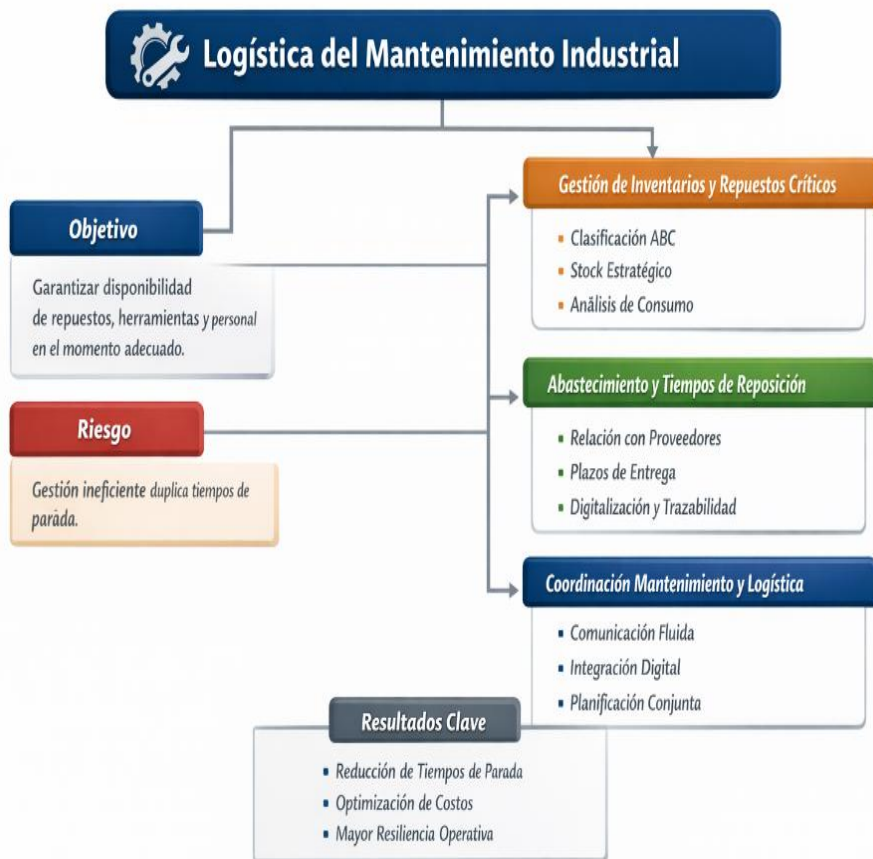
La integración digital entre ambas áreas a través de sistemas compartidos de gestión permite visibilidad en tiempo real de inventarios, programación de intervenciones y necesidades futuras.

Esto optimiza la planificación preventiva y reduce la dependencia de mantenimientos correctivos no programados.

La coordinación estratégica fortalece la resiliencia operativa ante contingencias. Cuando logística y mantenimiento trabajan bajo objetivos comunes, se mejora la capacidad de respuesta ante fallas críticas, se optimizan costos y se incrementa la confiabilidad global del sistema productivo (Anchundia et al., 2025).

**Figura 5**

*Logística del mantenimiento industrial*



**Nota.** La figura sintetiza los componentes estratégicos de la logística del mantenimiento industrial, incluyendo su objetivo, riesgos asociados, gestión de inventarios y repuestos críticos, abastecimiento, coordinación entre mantenimiento y logística, y los

resultados clave en términos de eficiencia operativa y reducción de tiempos de parada.

### **3.5. Indicadores de desempeño en mantenimiento**

Los indicadores de desempeño constituyen herramientas cuantitativas esenciales para evaluar la eficacia de la gestión del mantenimiento. Permiten medir variables críticas como eficiencia operativa, confiabilidad de los activos y control de costos, facilitando la toma de decisiones basada en datos objetivos (Vera et al., 2010). Sin estos indicadores, la gestión se limita a percepciones subjetivas y reacciones correctivas.

En el ámbito industrial, los KPI de mantenimiento deben alinearse con los objetivos estratégicos de la organización. Esto implica que no solo midan resultados técnicos, sino también impactos financieros y productivos. Indicadores bien definidos permiten establecer estándares de desempeño, comparar periodos operativos y detectar desviaciones significativas.

Asimismo, el monitoreo continuo de estos indicadores favorece la mejora continua. El análisis sistemático de tendencias permite anticipar fallas, optimizar recursos y fortalecer la planificación preventiva y predictiva (Achouch et al., 2022). En consecuencia, los indicadores no solo evalúan resultados, sino que orientan la estrategia operativa del mantenimiento.

### ***3.5.1. Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad***

La disponibilidad representa el porcentaje de tiempo en que un equipo se encuentra operativo respecto al tiempo total programado. Se relaciona directamente con la capacidad productiva de la organización y depende tanto de la frecuencia de fallas como de la rapidez de reparación. Un alto nivel de disponibilidad refleja una gestión eficiente de intervenciones y recursos (Caiza Monge & Ochoa García, 2025).

La confiabilidad mide la probabilidad de que un activo funcione sin fallas durante un período determinado bajo condiciones específicas. Este indicador se asocia al MTBF y permite evaluar la estabilidad técnica del equipo. Incrementar la confiabilidad reduce interrupciones imprevistas y mejora la continuidad operacional.

Por su parte, la mantenibilidad evalúa la rapidez y facilidad con la que un equipo puede ser restaurado a condiciones operativas tras una falla, generalmente medida a través del MTTR (Miranda Pablos & Navarro Arvizu, 2025). Equipos con alta mantenibilidad presentan diseños accesibles, repuestos disponibles y procedimientos estandarizados. En conjunto, estos tres indicadores permiten comparar desempeño entre activos y establecer planes de mejora técnica.

### ***3.5.2. Costos y eficiencia del mantenimiento***

El análisis de costos de mantenimiento incluye componentes directos e indirectos. Entre los directos se encuentran mano de obra, repuestos, herramientas y servicios externos; mientras que los indirectos abarcan pérdidas por tiempos de parada, reducción de producción y afectaciones a la calidad (Miranda Pablos & Navarro Arvizu, 2025). Una visión integral de costos permite evaluar el verdadero impacto económico del mantenimiento.

La eficiencia del mantenimiento se determina al relacionar los recursos invertidos con los niveles de disponibilidad y confiabilidad alcanzados. No se trata únicamente de reducir costos, sino de optimizar la relación costo beneficio. Un mantenimiento excesivamente económico puede generar fallas recurrentes, mientras que uno sobredimensionado puede elevar gastos innecesarios (Pech et al., 2021).

El control financiero sistemático, apoyado en presupuestos y análisis comparativos, fortalece la sostenibilidad empresarial. La aplicación de indicadores como costo de mantenimiento por unidad producida o porcentaje del costo de mantenimiento respecto al valor de reposición del activo facilita la evaluación estratégica (Satauri, 2025). De este modo, el mantenimiento se consolida como una función técnica con impacto financiero directo en la competitividad organizacional.

**Tabla 8***Principales Indicadores de Desempeño en Mantenimiento*

| <b>Indicador</b>       | <b>Fórmula / Referencia</b>                                      | <b>Objetivo de Gestión</b>       | <b>Impacto Organizacional</b>               |
|------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|
| Disponibilidad         | Disponibilidad<br>= (Tiempo Operativo / Tiempo Total)<br>× 100   | Maximizar continuidad productiva | Aumenta capacidad instalada y productividad |
| Confiabilidad (MTBF)   | MTBF =<br>Tiempo total de operación /<br>Número de fallas        | Reducir frecuencia de fallas     | Disminuye interrupciones no planificadas    |
| Mantenibilidad (MTTR)  | MTTR =<br>Tiempo total de reparación /<br>Número de reparaciones | Reducir tiempos de reparación    | Mejora tiempos de respuesta técnica         |
| Costo de mantenimiento | $\Sigma$ (Mano de obra +<br>Repuestos +                          | Controlar gasto operativo        | Optimiza rentabilidad empresarial           |

|                              |                                            |                            |                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|                              | Costos indirectos)                         |                            |                                  |
| Eficiencia del mantenimiento | Disponibilidad alcanzada / Costo invertido | Maximizar costo– beneficio | Mejora sostenibilidad financiera |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.6. Impacto del mantenimiento en la productividad y competitividad

El mantenimiento estratégico incide directamente en la productividad al reducir tiempos muertos, minimizar desperdicios y garantizar estabilidad en los procesos productivos. Cuando los activos operan bajo condiciones óptimas, se disminuyen retrabajos, pérdidas de materia prima y variabilidad en la calidad del producto final (Tacuri Albarracín et al., 2025). Esto se traduce en mayor eficiencia operativa y mejor aprovechamiento de la capacidad instalada.

Además, un sistema de mantenimiento bien estructurado incrementa la confiabilidad operativa, reduciendo la frecuencia de fallas imprevistas y fortaleciendo la continuidad del servicio o producción. La confiabilidad no solo impacta indicadores internos, sino también la percepción de clientes y socios estratégicos, consolidando la imagen corporativa como organización sólida y técnicamente competente.

En entornos globalizados, donde la competencia se basa en costos, calidad y tiempos de entrega, el mantenimiento se convierte en un factor diferenciador (Pech et al., 2023). Empresas con alta disponibilidad y bajos índices de fallas pueden cumplir compromisos contractuales con mayor precisión, mejorando su posicionamiento en mercados nacionales e internacionales.

El mantenimiento estratégico contribuye a la sostenibilidad empresarial al optimizar recursos energéticos, prolongar la vida útil de los activos y reducir impactos ambientales derivados de fallas críticas. En este sentido, deja de ser un soporte técnico para convertirse en un componente estructural de la competitividad organizacional (Medina, 2022).

### **3.7. Experiencias y buenas prácticas en el contexto ecuatoriano**

En Ecuador, sectores como el energético, agroindustrial y manufacturero han avanzado progresivamente en la adopción de enfoques preventivos y predictivos de mantenimiento. Estas prácticas han permitido reducir paradas no programadas y mejorar indicadores de disponibilidad, especialmente en empresas que operan con procesos continuos o de alta criticidad técnica (Ocaña Pañora et al., 2025).

La implementación de sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAO) ha fortalecido la planificación,

el control de inventarios y la trazabilidad de intervenciones técnicas. Asimismo, la capacitación continua del personal técnico ha contribuido a elevar estándares de diagnóstico, análisis de fallas y aplicación de metodologías como mantenimiento basado en condición.

No obstante, persisten desafíos estructurales, entre ellos limitaciones presupuestarias, dependencia tecnológica externa y obsolescencia de equipos en determinadas industrias (Ávila-Coello, 2024). Estas condiciones restringen la modernización integral de los sistemas productivos y dificultan la transición hacia modelos predictivos avanzados basados en análisis de datos.

La consolidación de una cultura de mantenimiento estratégico representa una oportunidad de mejora estructural para la industria nacional. Integrar mantenimiento con planificación financiera, gestión de riesgos y transformación digital permitirá fortalecer la resiliencia operativa y elevar la competitividad del sector industrial ecuatoriano en el mediano y largo plazo (Zhang et al., 2021).

## **CAPÍTULO 4. TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD EN EL ECUADOR**

*“La innovación y la sostenibilidad no solo son factores clave de competitividad, sino también motores estratégicos para expandirse hacia mercados internacionales.”*

*(Calderón, 2025).*

### **Introducción**

La transformación industrial constituye un proceso estructural que redefine los sistemas productivos a partir de la incorporación de tecnología, innovación organizacional y criterios de sostenibilidad. En el contexto ecuatoriano, este proceso no solo responde a tendencias globales asociadas a la cuarta revolución industrial, sino también a la necesidad interna de fortalecer la competitividad, diversificar la matriz productiva y reducir brechas tecnológicas frente a economías más industrializadas (García & Calantone, 2002).

El Ecuador ha experimentado históricamente una estructura productiva con fuerte dependencia de sectores primarios. Sin embargo, los nuevos escenarios económicos internacionales, caracterizados por cadenas globales de valor dinámicas, digitalización de procesos y exigencias ambientales cada vez más

estrictas, demandan una reconfiguración profunda del aparato industrial (Alamerew et al., 2020). Esta transformación implica la transición desde modelos tradicionales de producción hacia esquemas más flexibles, automatizados, sostenibles y basados en el conocimiento.

En este marco, la Industria 4.0 emerge como un eje estratégico que integra tecnologías como la automatización avanzada, el análisis de datos, la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la manufactura inteligente (Moran Villamarin, 2024). Estas herramientas no solo incrementan la eficiencia operativa, sino que permiten optimizar recursos, reducir costos y mejorar la trazabilidad de los procesos productivos. Para el Ecuador, la adopción de estas tecnologías representa tanto una oportunidad de modernización como un desafío estructural en términos de infraestructura, formación de talento humano y acceso a financiamiento.

Paralelamente, la sostenibilidad industrial se posiciona como un componente indispensable de la competitividad. Las industrias contemporáneas no pueden limitarse a maximizar beneficios económicos; deben incorporar prácticas responsables que minimicen impactos ambientales, promuevan la eficiencia energética y fomenten la economía circular (Sanmartín González, 2024). En un país megadiverso como Ecuador, la responsabilidad ambiental

adquiere especial relevancia, dado que la actividad productiva debe articularse con la conservación de los recursos naturales.

La innovación, entendida como la capacidad de generar y aplicar conocimiento para crear valor, constituye el eje transversal de este proceso transformador. No se trata únicamente de innovación tecnológica, sino también organizacional, comercial y social (Behnke & Janssen, 2020). La gestión sistemática de la innovación permite a las empresas adaptarse a entornos cambiantes, diferenciarse en el mercado y sostener ventajas competitivas en el largo plazo.

Asimismo, la articulación entre academia, industria y Estado bajo modelos de cooperación estratégica resulta fundamental para fortalecer los ecosistemas de innovación (Anderson Argothy Almeida et al., 2026). La generación de investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento son factores determinantes para consolidar una industria moderna y resiliente.

Los desafíos y oportunidades que enfrenta la industria ecuatoriana en su proyección futura. Aspectos como la digitalización, la transición energética, la formación técnica especializada, la inversión en I+D y la integración a mercados internacionales constituyen elementos clave para definir el rumbo del sector productivo nacional.

## **Objetivo**

Analizar los procesos de transformación industrial en el Ecuador, destacando la incorporación de tecnologías de Industria 4.0, la sostenibilidad productiva y la gestión de la innovación como factores estratégicos para fortalecer la competitividad nacional.

### **4.1. Transformación industrial y nuevos modelos productivos**

La transformación industrial constituye un proceso estructural de modernización que implica cambios tecnológicos, organizacionales y estratégicos en los sistemas productivos (Kirchherr et al., 2017). No se limita a la simple incorporación de maquinaria avanzada, sino que supone la reconfiguración integral de la cadena de valor, la gestión empresarial y la cultura organizacional. En el contexto ecuatoriano, este proceso adquiere relevancia estratégica debido a la necesidad de diversificar la matriz productiva, incrementar el valor agregado nacional y fortalecer la competitividad en mercados internacionales (Gómez Pérez, 2024).

- **Conceptualización de la transformación industrial**

La transformación industrial puede definirse como el tránsito desde modelos tradicionales de producción basados en economías de escala, estructuras rígidas y baja digitalización hacia sistemas productivos inteligentes, flexibles y sostenibles (Castelo Salazar, 2021). Este proceso se caracteriza por:

- Digitalización de operaciones
- Integración tecnológica en la cadena productiva
- Automatización progresiva
- Gestión basada en datos
- Enfoque en innovación continua

A nivel global, este fenómeno se encuentra vinculado con la cuarta revolución industrial, la cual integra tecnologías físicas, digitales y biológicas en los procesos productivos. Para el Ecuador, la adopción de estos cambios representa una oportunidad para superar limitaciones históricas asociadas a baja productividad y dependencia de exportaciones primarias (Tobías Macías et al., 2024).

**Tabla 9**  
*Evolución de los modelos productivos*

La evolución de los modelos productivos puede comprenderse a partir de distintas etapas históricas:

| <b>Etapas</b>        | <b>Características principales</b>   | <b>Impacto productivo</b>     |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Producción artesanal | Trabajo manual, baja escala          | Limitada productividad        |
| Producción en masa   | Estandarización, economías de escala | Reducción de costos unitarios |

|                            |                                      |                         |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Producción ajustada (Lean) | Eliminación de desperdicios          | de Mayor eficiencia     |
| Producción flexible        | Adaptabilidad a demanda variable     | a Personalización       |
| Producción inteligente     | Integración digital y automatización | y Optimización integral |

**Nota.** Elaboración propia

En el caso ecuatoriano, muchas industrias aún operan bajo esquemas intermedios entre producción en masa y producción ajustada, con niveles parciales de automatización (Bravo Avalos et al., 2025). La transición hacia modelos inteligentes exige inversión tecnológica y fortalecimiento del capital humano especializado.

- **Nuevos modelos productivos en el contexto actual**

Los nuevos modelos productivos responden a entornos altamente competitivos y globalizados (Castillo & Ominami, 2024b). Entre los más relevantes se encuentran:

- ***Manufactura avanzada***

Integra robótica, automatización y sistemas de control inteligente para optimizar procesos. Permite reducir tiempos de producción, mejorar la calidad y minimizar errores humanos.

- ***Producción flexible***

Se basa en la capacidad de adaptar rápidamente la producción a cambios en la demanda. Resulta estratégica en mercados donde los consumidores exigen personalización y ciclos de vida de productos más cortos.

- ***Producción sostenible***

Incorpora criterios ambientales en la planificación industrial, reduciendo emisiones, consumo energético y generación de residuos. Este modelo es especialmente relevante en Ecuador debido a su biodiversidad y compromiso con el desarrollo sostenible.

- ***Modelo basado en cadenas de valor***

Las empresas ya no compiten de manera aislada, sino integradas en redes productivas nacionales e internacionales. La eficiencia depende de la coordinación logística, la trazabilidad y la cooperación interempresarial.

- **Transformación digital como catalizador**

La transformación digital constituye el eje articulador de los nuevos modelos productivos, al integrar tecnologías de información y comunicación en cada fase de la cadena de valor (Aparici Vázquez De Parga, 2022). La incorporación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), plataformas de gestión integrada, sensores inteligentes y herramientas de analítica avanzada permite

interconectar procesos productivos, administrativos y logísticos bajo un enfoque sistémico. Esta integración tecnológica facilita la visibilidad completa de las operaciones, generando entornos industriales más eficientes, dinámicos y orientados a resultados medibles (Mata Villagómez et al., 2026).

Uno de los principales aportes de la digitalización radica en el monitoreo en tiempo real de variables críticas de producción, tales como rendimiento, consumo energético, tiempos de ciclo y calidad del producto. A través del uso de datos estructurados y paneles de control, las empresas pueden adoptar decisiones basadas en indicadores objetivos, reduciendo la incertidumbre y fortaleciendo la planificación estratégica (Khalid, 2024). Asimismo, la implementación de mantenimiento predictivo, apoyado en sensores y análisis de datos, contribuye a disminuir fallas técnicas, optimizar la vida útil de los equipos y reducir costos operativos.

Adicionalmente, la transformación digital mejora la gestión de inventarios mediante sistemas automatizados que permiten prever demandas, ajustar niveles de abastecimiento y minimizar pérdidas por sobreproducción o desabastecimiento (Arriola Ruiz et al., 2025). La trazabilidad de productos se fortalece significativamente, ya que cada etapa del proceso puede registrarse y supervisarse digitalmente, lo que resulta fundamental para cumplir estándares de calidad y requisitos regulatorios, especialmente en sectores exportadores.

En el contexto ecuatoriano, la adopción de tecnologías digitales presenta un desarrollo desigual. Las grandes empresas, particularmente aquellas vinculadas a mercados internacionales, muestran mayores niveles de modernización y automatización (Lalaleo Analuisa et al., 2025). En contraste, las pequeñas y medianas empresas enfrentan limitaciones asociadas a costos de implementación, falta de infraestructura tecnológica y déficit de talento especializado. Superar estas brechas exige políticas de fomento industrial, programas de capacitación técnica y mecanismos de financiamiento que faciliten la transición digital del tejido productivo nacional.

## **4.2. Industria 4.0 y digitalización de procesos**

La Industria 4.0 representa un cambio paradigmático en la organización y gestión de los sistemas productivos, al integrar tecnologías digitales avanzadas con procesos físicos mediante entornos ciber físicos interconectados (Parrales et al., 2025). Este modelo industrial se fundamenta en la automatización inteligente, la comunicación máquina-máquina (M2M) y el análisis masivo de datos, configurando fábricas inteligentes capaces de adaptarse dinámicamente a la demanda y optimizar sus operaciones en tiempo real.

A diferencia de modelos anteriores centrados en la mecanización o la automatización básica, la Industria 4.0 incorpora inteligencia

artificial, Internet de las Cosas (IoT), computación en la nube, robótica colaborativa y análisis predictivo (Castillo-Vergara, 2024). Estas tecnologías permiten una producción más eficiente, flexible y personalizada, reduciendo tiempos de respuesta y aumentando la calidad del producto final. En este contexto, la digitalización no es un complemento, sino el núcleo operativo del sistema productivo.

#### ***4.2.1. Automatización y control industrial***

La automatización industrial constituye uno de los pilares fundamentales de la Industria 4.0. Consiste en la utilización de sistemas programables, sensores, actuadores y robots para ejecutar procesos productivos con mínima intervención humana (Da Costa Pimenta et al., 2025). Este enfoque no solo incrementa la productividad, sino que mejora la precisión, reduce errores operativos y fortalece la seguridad laboral.

Los sistemas de control industrial, como los PLC (Controladores Lógicos Programables) y plataformas SCADA, permiten supervisar variables críticas tales como presión, temperatura, velocidad y consumo energético. La integración de estos sistemas con redes digitales facilita el monitoreo remoto y la toma de decisiones basada en datos en tiempo real (Pimenta et al., 2025). En consecuencia, las empresas pueden implementar mantenimiento predictivo, optimizar recursos y reducir tiempos de inactividad.

En el caso ecuatoriano, la automatización se ha desarrollado con mayor intensidad en sectores como la agroindustria, alimentos procesados, energía y manufactura básica. Sin embargo, su expansión enfrenta limitaciones relacionadas con la inversión inicial requerida, la dependencia tecnológica externa y la necesidad de talento humano especializado en mecatrónica, ingeniería industrial y sistemas (Bai et al., 2020).

#### ***4.2.2. Uso de datos y tecnologías emergentes***

El uso estratégico de datos constituye el elemento diferenciador de la Industria 4.0. Las tecnologías emergentes permiten recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de información generados en cada etapa del proceso productivo (Lu, 2017). El análisis de Big Data, combinado con algoritmos de inteligencia artificial, facilita la identificación de patrones, la predicción de fallas y la optimización de procesos.

***Entre las tecnologías emergentes más relevantes se encuentran:***

- Internet de las Cosas (IoT)
- Inteligencia Artificial (IA)
- Computación en la nube
- Blockchain para trazabilidad
- Robótica colaborativa

Estas herramientas permiten mejorar la planificación de la producción, reducir desperdicios, optimizar cadenas logísticas y fortalecer la competitividad empresarial (Xu et al., 2018). Además, favorecen la trazabilidad completa del producto, lo cual es esencial para mercados internacionales que exigen certificaciones de calidad y sostenibilidad.

En Ecuador, la incorporación de estas tecnologías aún es incipiente en pequeñas y medianas empresas, aunque existen iniciativas públicas y privadas orientadas a impulsar la transformación digital. La consolidación de infraestructura tecnológica, el acceso a financiamiento y la formación técnica especializada serán determinantes para acelerar este proceso (Hernández-Fuentes & Sánchez-Mojica, 2017).

- **Integración sistémica de la digitalización**

La Industria 4.0 no debe entenderse como la adopción aislada de herramientas tecnológicas, sino como un ecosistema integrado donde convergen automatización, análisis de datos y gestión estratégica. La digitalización transversal permite sincronizar producción, logística, comercialización y servicio postventa, generando cadenas de valor más eficientes y resilientes (Navarrete-Zambrano et al., 2025).

Desde una perspectiva estratégica, la digitalización de procesos industriales en el Ecuador constituye una condición necesaria para

incrementar la productividad nacional y reducir brechas competitivas frente a economías más avanzadas. No obstante, su implementación exige políticas públicas coherentes, inversión sostenida y una cultura empresarial orientada a la innovación continua.

La Industria 4.0 redefine la lógica productiva al transformar fábricas convencionales en entornos inteligentes, interconectados y sostenibles. Su adecuada adopción representa una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad industrial ecuatoriana en el mediano y largo plazo (Herrera-Vidal et al., 2025).

**Tabla 10**  
*Tecnologías clave de la Industria 4.0 y su impacto en la transformación industrial*

| <b>Tecnología</b>       | <b>Descripción técnica</b>                                                         | <b>Aplicación en procesos industriales</b>                                      | <b>Impacto en la competitividad</b>                            |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Automatización avanzada | Integración de robots, PLC y sistemas programables para ejecutar tareas con mínima | Líneas de ensamble, control de calidad, procesos repetitivos de alta precisión. | Incremento de productividad y reducción de errores operativos. |

---

|                              |                                                                                                |                                                                               |                                                             |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                              | intervención humana.                                                                           |                                                                               |                                                             |
| Internet de las Cosas (IoT)  | Interconexión de dispositivos y sensores que recopilan y transmiten datos en tiempo real.      | Monitoreo de maquinaria, gestión energética, trazabilidad de productos.       | Optimización de recursos y mejora en la toma de decisiones. |
| Big Data analítica avanzada  | Procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos para identificar patrones y tendencias. | Planificación de producción, predicción de demanda, mantenimiento predictivo. | Reducción de costos y mejora en eficiencia operativa.       |
| Inteligencia Artificial (IA) | Algoritmos que permiten aprendizaje automático y automatización inteligente.                   | Sistemas predictivos, control automatizado, optimización logística.           | Mayor capacidad de adaptación y competitividad estratégica. |

---

|                        |                                                                                  |                                                                                       |                                                                             |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Computación en la nube | Almacena miento y procesamiento de datos en plataformas digitales remotas.       | Gestión empresarial (ERP), colaboración interdepartament al, respaldo de información. | Flexibilidad operativa y reducción de inversión en infraestructur a física. |
| Blockchain             | Sistema descentraliz ado para registro seguro y transparent e de transaccion es. | Control de cadena de suministro y certificación de origen.                            | Mayor de confianza y comercial y acceso a mercados internacionale s.        |

***Fuente:*** Elaboración propia.

### **4.3. Sostenibilidad industrial y responsabilidad ambiental**

La sostenibilidad industrial se configura como un componente estratégico de la competitividad contemporánea, al integrar criterios ambientales, económicos y sociales en la gestión productiva (Romero Zaleta & Osorio Calderon, 2025). En el Ecuador, este enfoque adquiere especial relevancia debido a la necesidad de equilibrar el crecimiento industrial con la conservación de recursos naturales y el cumplimiento de normativas ambientales nacionales e internacionales (Gallego Trijueque & Oliva Marañón, 2022). La

transición hacia modelos sostenibles no es únicamente una exigencia ética, sino una condición para mantener acceso a mercados globales que demandan estándares ambientales cada vez más rigurosos.

#### ***4.3.1. Producción limpia y eficiencia energética***

La producción limpia constituye una estrategia preventiva orientada a minimizar la generación de residuos y emisiones contaminantes desde el origen del proceso productivo. A diferencia de los enfoques correctivos tradicionales, este modelo propone rediseñar procesos, optimizar insumos y adoptar tecnologías más eficientes para reducir impactos ambientales antes de que estos se materialicen (Navas-Olmedo et al., 2022). En el contexto industrial ecuatoriano, su aplicación resulta fundamental en sectores como la agroindustria, alimentos procesados y manufactura ligera.

Uno de los ejes centrales de la producción limpia es la eficiencia en el uso de recursos naturales, especialmente agua, energía y materias primas. La implementación de auditorías energéticas, la modernización de maquinaria y la adopción de tecnologías de bajo consumo permiten disminuir costos operativos y mejorar el desempeño ambiental (Pareja-Eastaway & Turmo Garuz, 2013). Este enfoque contribuye simultáneamente a la sostenibilidad económica y ecológica de las empresas.

La eficiencia energética, por su parte, implica la optimización del consumo eléctrico y térmico en procesos industriales. La sustitución de equipos obsoletos por sistemas más eficientes, la automatización de controles energéticos y el aprovechamiento de fuentes renovables representan medidas estratégicas para reducir la huella de carbono empresarial (Cordova Vaca et al., 2026). En Ecuador, donde los costos energéticos inciden significativamente en la estructura productiva, estas acciones fortalecen la competitividad y la resiliencia industrial.

La producción limpia no debe entenderse como un gasto adicional, sino como una inversión estratégica de largo plazo. Las empresas que adoptan este enfoque logran reducir desperdicios, mejorar su imagen corporativa y acceder a incentivos ambientales, consolidando así una ventaja competitiva sostenible (Pozo-Benites et al., 2025).

## **Figura 6**

*Producción Limpia y Eficiencia Energética como Estrategias de Desarrollo Sostenible*



**Fuente:** Elaboración propia

**Nota.** Este mapa conceptual sintetiza los principios fundamentales de la producción limpia y la eficiencia energética, destacando su relación con el uso responsable de los recursos, la incorporación de energías renovables y la reducción de emisiones contaminantes. Ambos enfoques constituyen estrategias clave para promover la sostenibilidad ambiental, optimizar los procesos productivos y generar ahorro económico en el sector industrial y empresarial.

#### **4.3.2. Economía circular en la industria**

La economía circular propone un modelo productivo alternativo al esquema lineal tradicional basado en “extraer-producir-desechar”.

Este enfoque promueve la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales, transformando los residuos en nuevos insumos productivos (Vaca Escobar, 2025). En el ámbito industrial, implica rediseñar procesos y productos para prolongar su ciclo de vida y reducir la dependencia de recursos vírgenes.

En el contexto ecuatoriano, la aplicación de la economía circular representa una oportunidad estratégica para sectores con alta generación de residuos, como la construcción, la industria alimentaria y la manufactura textil (Chambi Rosa et al., 2025). La valorización de subproductos agroindustriales, por ejemplo, puede generar nuevos nichos de mercado y fomentar la innovación productiva.

Un elemento clave de este modelo es el ecodiseño, que incorpora criterios ambientales desde la concepción del producto. Esto incluye el uso de materiales reciclables, la reducción de componentes contaminantes y la facilidad de desmontaje para su posterior reutilización. Estas prácticas permiten disminuir costos a largo plazo y fortalecer la sostenibilidad empresarial (Dong et al., 2019).

La transición hacia la economía circular requiere políticas públicas de incentivo, infraestructura para reciclaje industrial y una cultura organizacional orientada a la innovación sostenible. En Ecuador,

avanzar en este modelo puede contribuir a la diversificación productiva y al fortalecimiento de cadenas de valor más resilientes.

#### **4.4. Innovación como eje de competitividad**

La responsabilidad ambiental empresarial implica el compromiso sistemático de las organizaciones para gestionar y mitigar los impactos ecológicos derivados de sus actividades productivas. Este compromiso se materializa en el cumplimiento de normativas ambientales, la implementación de sistemas de gestión y la adopción de prácticas transparentes de reporte y evaluación (García-Jiménez et al., 2025).

Las empresas modernas incorporan Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) que permiten identificar riesgos, establecer objetivos de mejora y monitorear indicadores de desempeño ambiental. Estos sistemas facilitan el control de emisiones, el manejo adecuado de residuos y el uso eficiente de recursos, fortaleciendo la gobernanza corporativa y reduciendo riesgos legales.

Asimismo, la responsabilidad ambiental se vincula con la obtención de certificaciones y estándares internacionales que acreditan buenas prácticas productivas (Macias Villacreses et al., 2025). Estas certificaciones mejoran el posicionamiento en mercados externos y aumentan la confianza de inversionistas y consumidores.

En el Ecuador, la consolidación de una cultura empresarial ambientalmente responsable constituye un desafío estructural, especialmente en pequeñas y medianas empresas. No obstante, su implementación progresiva puede generar beneficios económicos, sociales y reputacionales, contribuyendo a una industria más sostenible y competitiva en el mediano y largo plazo.

#### ***4.4.1. Gestión de la innovación industrial***

La gestión de la innovación industrial se refiere al conjunto de procesos, métodos y estructuras organizacionales que permiten transformar ideas en productos, servicios o mejoras productivas con valor económico. No es un proceso espontáneo; requiere planificación estratégica, liderazgo directivo y mecanismos formales de evaluación y seguimiento (Pacherres Nolivos et al., 2020).

Una gestión eficiente de la innovación implica identificar oportunidades tecnológicas, analizar tendencias del mercado, fomentar la creatividad interna y establecer alianzas estratégicas. Asimismo, requiere proteger los resultados mediante registros de propiedad intelectual y evaluar la viabilidad técnica y financiera de cada proyecto. En este sentido, la innovación debe gestionarse como un activo estratégico y no como una actividad aislada (Lazaro Soto et al., 2024).

En Ecuador, muchas empresas aún desarrollan innovaciones de manera reactiva y no sistemática. Fortalecer la gestión implica crear departamentos de I+D, capacitar talento humano especializado y establecer indicadores de desempeño vinculados a productividad e impacto económico. La institucionalización de estos procesos contribuirá a consolidar ventajas competitivas sostenibles.

#### ***4.4.2. Vinculación entre academia, industria y Estado***

La articulación entre academia, industria y Estado constituye un elemento fundamental para fortalecer los ecosistemas de innovación. Este modelo de cooperación permite integrar investigación científica, necesidades productivas y políticas públicas en una estrategia coordinada de desarrollo tecnológico (Aguilar Chávez et al., 2025).

Las universidades generan conocimiento y desarrollan investigación aplicada; el sector industrial aporta experiencia práctica y demanda tecnológica; mientras que el estado establece marcos normativos, incentivos fiscales y financiamiento para proyectos estratégicos.

En el Ecuador, avanzar hacia una vinculación más sólida requiere fortalecer programas de investigación conjunta, promover incubadoras y parques tecnológicos, e incentivar proyectos colaborativos orientados a sectores estratégicos (Rahmani & Heydari, 2014). La consolidación de este ecosistema permitirá

dinamizar la innovación industrial, mejorar la competitividad y fomentar un desarrollo productivo sostenible a largo plazo.

**Figura 7**

*Modelo de Vinculación Triple Hélice: Academia, Industria y Estado para el Desarrollo e Innovación*



**Nota.** La presente infografía representa el modelo de articulación estratégica entre la academia, la industria y el Estado, conocido como enfoque de triple hélice. Este esquema evidencia la interdependencia entre la generación de conocimiento (academia), la aplicación productiva y tecnológica (industria) y el marco normativo y de

financiamiento (Estado). La interacción coordinada entre estos actores impulsa la investigación, la innovación, la competitividad y el desarrollo sostenible a nivel nacional y regional.

#### **4.5. Desafíos y oportunidades para la industria ecuatoriana del futuro**

La industria ecuatoriana enfrenta un escenario de transformación estructural determinado por factores tecnológicos, geopolíticos, ambientales y económicos. El contexto internacional evidencia una reconfiguración de las cadenas globales de valor, una aceleración en la digitalización productiva y una transición hacia modelos energéticos más sostenibles (Velásquez Jama et al., 2025). En este entorno, la competitividad ya no depende exclusivamente del volumen de producción, sino de la capacidad de generar valor agregado, innovación y eficiencia sistémica. Para el Ecuador, este momento representa simultáneamente una presión adaptativa y una ventana estratégica de oportunidad.

Uno de los desafíos más significativos radica en la baja sofisticación tecnológica del aparato productivo. Aunque existen sectores con cierto grado de modernización, una parte considerable de la industria opera con procesos tradicionales, limitada automatización y escasa integración digital (Ríos Quiñónez, 2026). Esta situación impacta directamente en la productividad laboral y en la competitividad internacional. La brecha tecnológica no solo es técnica, sino también

organizacional: muchas empresas carecen de planificación estratégica orientada a la innovación y de estructuras internas que gestionen procesos de mejora continua.

Otro desafío crítico es la insuficiente articulación entre política industrial, sistema educativo y sector empresarial. La formación de talento humano no siempre responde a las demandas reales del sector productivo, lo que genera desajustes entre oferta académica y necesidades tecnológicas emergentes (Geissdoerfer et al., 2017b). Además, la inversión en investigación aplicada continúa siendo limitada, lo cual restringe la generación de soluciones locales adaptadas al contexto nacional. Sin una estrategia coordinada que impulse investigación, transferencia tecnológica y financiamiento productivo, la modernización industrial será fragmentada.

Sin embargo, el Ecuador posee oportunidades estratégicas relevantes. La riqueza en recursos naturales, la ubicación geográfica privilegiada y el potencial en sectores como agroindustria, energías renovables, alimentos procesados y bioeconomía constituyen bases sólidas para desarrollar industrias con mayor valor agregado (Lieder & Rashid, 2016). Si estos sectores incorporan tecnología, digitalización y certificaciones ambientales, pueden posicionarse en mercados internacionales que demandan productos diferenciados y sostenibles. La tendencia global hacia la trazabilidad, la producción limpia y la

economía circular favorece a países que logren integrar sostenibilidad e innovación en su estructura productiva.

**Tabla 11**

*Escenarios prospectivos para la industria ecuatoriana*

| <b>Dimensión estratégica</b> | <b>Escenario inercial (sin transformación estructural)</b> | <b>Escenario transformador (con modernización integral)</b>        |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Nivel tecnológico            | Baja automatización y limitada digitalización en PYMES     | Alta integración de Industria 4.0 y digitalización transversal     |
| Productividad industrial     | Crecimiento lento y estancamiento competitivo              | Incremento sostenido de productividad y eficiencia operativa       |
| Valor agregado               | Predominio de exportaciones primarias                      | Diversificación productiva con mayor contenido tecnológico         |
| Innovación e I+D             | Dependencia tecnológica externa                            | Ecosistema nacional de innovación fortalecido                      |
| Inserción internacional      | Participación limitada en cadenas globales de valor        | Integración activa en cadenas regionales y globales sofisticadas   |
| Sostenibilidad ambiental     | Cumplimiento mínimo normativo                              | Producción limpia, economía circular y liderazgo en sostenibilidad |

|                       |                                                |                                                                  |
|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Talento humano        | Desajuste entre formación y demanda industrial | Capital humano especializado alineado con transformación digital |
| Resiliencia económica | Alta vulnerabilidad ante crisis externas       | Mayor capacidad de adaptación y estabilidad estructural          |

**Fuente:** Elaboración propia.

## Conclusiones Generales

Las reflexiones finales de la obra evidencian que el fortalecimiento de la productividad industrial en el Ecuador depende de la transformación estructural del sistema productivo, el cual aún presenta limitaciones relacionadas con la baja diversificación económica, la escasa incorporación tecnológica y la informalidad empresarial. En este contexto, la competitividad nacional exige una transición hacia modelos industriales más eficientes, sostenibles y orientados al valor agregado, capaces de responder a las dinámicas de la economía global contemporánea.

Asimismo, el libro destaca que la gestión estratégica de operaciones y la optimización de procesos mediante enfoques de mejora continua constituyen pilares fundamentales para elevar la eficiencia operativa. La integración de metodologías como Lean Manufacturing y Six Sigma, junto con la digitalización y el análisis de datos, permite

reducir desperdicios, mejorar la calidad y fortalecer la toma de decisiones dentro de las organizaciones industriales.

Desde la perspectiva del mantenimiento industrial, se concluye que su evolución hacia un enfoque estratégico contribuye directamente a la continuidad operativa, la confiabilidad de los sistemas productivos y la sostenibilidad empresarial. Esta transformación requiere inversión en tecnología, capacitación del talento humano y una visión organizacional orientada a la prevención y la innovación, más allá de enfoques correctivos tradicionales.

La obra plantea que la modernización industrial del país solo será viable mediante la articulación efectiva entre academia, sector productivo y políticas públicas, impulsando ecosistemas de innovación que promuevan la transferencia tecnológica y el desarrollo del capital humano. La adopción de prácticas sostenibles y modelos productivos basados en el conocimiento se presenta como una condición esencial para construir una industria ecuatoriana más resiliente, competitiva y alineada con los desafíos del siglo XXI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Sattarpanah Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance In Industry 4.0: Overview, Models, And Challenges. *Applied Sciences*, 12(16), 8081. <https://doi.org/10.3390/app12168081>
- Afzali, P., Keynia, F., & Rashidinejad, M. (2019). A New Model For Reliability-Centered Maintenance Prioritisation Of Distribution Feeders. *Energy*, 171, 701-709. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040>
- Aguilar Chávez, L. A., Rodríguez Medina, M. A., Aguilar Rivas, X. G., & Herrera Ríos, E. B. (2025). Revisión Sistemática De Literatura: Factores Influyentes En La Implementación Exitosa De La Industria 4.0. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 16(31). <https://doi.org/10.23913/Ride.V16i31.2549>
- Alamerew, Y. A., Kambanou, M. L., Sakao, T., & Brissaud, D. (2020). A Multi-Criteria Evaluation Method Of Product-Level Circularity Strategies. *Sustainability*, 12(12), 5129. <https://doi.org/10.3390/su12125129>
- Albert, J., Bogard, J., Siota, F., Mccarter, J., Diatalau, S., Maelaau, J., Brewer, T., & Andrew, N. (2020). Malnutrition In Rural Solomon Islands: An Analysis Of The Problem And Its

Drivers. *Maternal & Child Nutrition*, 16(2), E12921.  
<https://doi.org/10.1111/Mcn.12921>

Albuquerque Llorens, F. (2008). Innovación, Transferencia De Conocimientos Y Desarrollo Económico Territorial: Una Política Pendiente. *Arbor*, 184(732), 687-700.  
<https://doi.org/10.3989/Arbor.2008.I732.215>

Allauca-Espinoza, D. A., Andrade-Romero, E. G., Cayán-Martínez, J. C., & Martínez-Pérez, R. G. (2025). Sistema De Planeación Y Control Para La Fabricación De Prótesis Superiores. *CIENCIAMATRIA*, 11(21), 363-382.  
<https://doi.org/10.35381/Cm.V11i21.1686>

Alva Rocha, L. A., Cervantes Zubirías, G., Méndez Flores, M. M., Morales Rodríguez, M. A., & Sandoval Flores, G. (2024). Implementación De La Mejora Continua Aplicada Al Proceso Productivo De La Empresa Recicladora Sustentable En Reynosa Tamaulipas. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 14(28).  
<https://doi.org/10.23913/Ride.V14i28.1863>

Anchundia, J. C., Rodriguez-Borges, C., & Perez-Rodriguez, J. A. (2025). Mejoras En La Calidad Del Mantenimiento Vehicular Empleando Herramientas De La Industria 4.0. *Revista Científica Y Arbitrada Del Observatorio Territorial Artes Y Arquitectura* *FINIBUS*, 86.  
<https://doi.org/10.56124/Finibus.V8i16.009>

Anchundia-Hidalgo, P. D., & Brito-Jordan, D. P. (2023). Las Cinco Fundacionales Del Mantenimiento Planeado Como Alternativa Para Gestionar El Mantenimiento En Una Industria De Producción Pesquera. *Mqinvestigar*, 7(4), 719-736. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.719-736>

Anchundia-Hidalgo, P. D., Brito-Jordan, D. P., & Castro-Coello, R. L. (2023a). Análisis De La Implementación De Las Cinco Fundacionales Del Pilar Mantenimiento Planeado Del TPM En Una Industria De Producción Pesquera. *Mqinvestigar*, 7(4), 1451-1480. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.1451-1480>

Anchundia-Hidalgo, P. D., Brito-Jordan, D. P., & Castro-Coello, R. L. (2023b). Análisis De La Implementación De Las Cinco Fundacionales Del Pilar Mantenimiento Planeado Del TPM En Una Industria De Producción Pesquera. *Mqinvestigar*, 7(4), 1451-1480. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.1451-1480>

Anderson Argothy Almeida, Lizbeth Martínez Arias, Murillo Astudillo, S., & Santiago López, H. (2026). Capital Tecnológico E Infraestructura De Innovación En La Industria Textil, Cuero Y Calzado De Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 19(50), 40-52. <https://doi.org/10.29076/Issn.2528-7737vol19iss50.2026pp40-52p>

- Aparici Vázquez De Parga, E. (2022). El Plan De Recuperación, Transformación Y Resiliencia: Inversiones Y Reformas. *ICE, Revista De Economía*, (924).  
<https://doi.org/10.32796/Ice.2022.924.7360>
- Ariza-Montobbio, P., & Cuví, N. (2020). Ecosystem-Based Adaptation In Ecuador: Good Practices For Adaptive Co-Management. *Ambiente & Sociedade*, 23, E03152.  
<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20180315r2vu2020l4ao>
- Arriola Ruiz, E., Gomis Hernández, R., & Carrillo, J. (2025). ¿Están Listas Las Maquiladoras Para Implementar La Industria 4.0? *Frontera Norte*, 37.  
<https://doi.org/10.33679/Rfn.V1i1.2383>
- Arroyo Morocho, F. R. (2018). La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 78-98.  
<https://doi.org/10.33890/Innova.V3.N12.2018.786>
- Arroyo Vaca, C. S., Obando Quito, R. F., & Investigador Independiente, Ecuador. (2022). Importancia De La Implementación De Mantenimiento Preventivo En Las Plantas De Producción Para Optimizar Procesos. *E-IDEA Journal Of Engineering Science*.  
<https://doi.org/10.53734/Esci.Vol4.Id240>

- Ausejo-Sánchez, J. L., Luperdi-Rios, F. V., Ching-Campos, G. A., Faviola Medina-Palma, D., & Samanamud-Malca, S. (2025). Investigación Sobre Estrategia Y Gestión En América Latina: Un Estudio Bibliométrico Basado En Revistas Indexadas En Scopus. *Iberoamerican Journal Of Science Measurement And Communication*, 6(1), 1-18.  
<https://doi.org/10.47909/Ijsmc.318>
- Ávila-Coello, A. A. (2024). Seguridad De La Información En Instituciones Públicas: Desafíos Y Buenas Prácticas En El Contexto Ecuatoriano. *Journal Of Economic And Social Science Research*, 4(2), 140-156.  
<https://doi.org/10.55813/Gaea/Jessr/V4/N2/96>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 Technologies Assessment: A Sustainability Perspective. *International Journal Of Production Economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Ballén Briceño, J. D., & Sánchez Perdomo, S. J. (2021). Asociación Entre Las Variables De La Inteligencia Emocional Y El Desempeño Laboral De Los Estudiantes De Ingeniería Industrial Del Centro Regional Buga De Uniminuto. *Cuadernos Latinoamericanos De Administración*, 17(33).  
<https://doi.org/10.18270/Cuaderlam.V17i33.3625>
- Baporikar, N. (Ed.). (2020). *Handbook Of Research On Entrepreneurship Development And Opportunities In*

*Circular Economy: IGI Global.*  
<https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5116-5>

- Bedoya Rodríguez, F. J. (2023). El Rompecabezas: Estrategia Didáctica Para Mejorar El Aprendizaje Del Cálculo En Estudiantes De Ingeniería. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (53), 162-180. <https://doi.org/10.17227/Ted.Num53-14357>
- Behnke, K., & Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary Conditions For Traceability In Food Supply Chains Using Blockchain Technology. *International Journal Of Information Management*, 52, 101969. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.025>
- Bravo Avalos, S. P., Gavilánez Vega, M. I., Santiana Espín, C. G., & Vallejo Chávez, L. M. (2025). El Impacto De La Economía Ecuatoriana Frente A La Crisis Energética: Desafíos Y Oportunidades Para El Sector De Los Agronegocios Y El Desarrollo Sostenible. *Reciena*, 5(1), 70-78. <https://doi.org/10.47187/8atk7c09>
- Buenaño Buenaño, E. N., Jiménez Salinas, R. F., Del Pezo Chalén, K. M., & Paredes Castro, M. I. (2026). El Control Automata Para Optimización De Procesos Productivos Del Banano En Ecuador: Una Revisión Sistemática. *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, 8(1). <https://doi.org/10.53358/Ideas.V8i1.1161>

- Cabeza, P. C. (2014). Ética Empresarial, Responsabilidad Social Y Bienes Comunicativos. *Tópicos, Revista De Filosofía*, (47), 199. <https://doi.org/10.21555/Top.V0i47.667>
- Cabico Muibo, A. V., Neme Calacich, S., & Sandoval Caraveo, M. D. C. (2022). Gestión Estratégica En Las Pequeñas Y Medianas Empresas En Mozambique. *CIENCIA UNEMI*, 15(38), 73-83. <https://doi.org/10.29076/Issn.2528-7737vol15iss38.22pp73-83p>
- Caiza Monge, E. R., & Ochoa García, S. A. (2025). Plan De Gestión Para El Mantenimiento De La Vía E30 Pujilí - La Maná: Management Plan For The Maintenance Of The E30 Pujilí - La Maná Road. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1). <https://doi.org/10.60100/Rcmg.V6i1.630>
- Castelo Salazar, A. G. (2021). Cultura Organizacional, Una Ventaja Competitiva De Las PYMES Del Cantón Santo Domingo. *Journal Of Economic And Social Science Research*, 1(2), 65-77. <https://doi.org/10.55813/Gaea/Jessr/V1/N2/32>
- Castillo, M., & Ominami, C. (2024a). Transformación Productiva Y Nueva Actualidad De Las Políticas Industriales En América Latina. *Estudios Internacionales*, 56(207). <https://doi.org/10.5354/0719-3769.2024.73995>
- Castillo, M., & Ominami, C. (2024b). Transformación Productiva Y Nueva Actualidad De Las Políticas Industriales En América

Latina. *Estudios Internacionales*, 56(207).

<https://doi.org/10.5354/0719-3769.2024.73995>

Castillo-Vergara, M. (2024). Industria 4.0 En La Pyme: Management & Technology Número Especial. *Journal Of Technology Management & Innovation*, 19(1), 3-5.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-27242024000100003>

Cedeño Anchundia, E. R., Arévalo Gamboa, L. M., Universidad Estatal De Milagro, León Granizo, O. D., & Universidad Estatal De Milagro. (2016). Estudio Del Impacto Logístico – Técnico Que Genera El Mantenimiento Predictivo En Las PYMES De Milagro, Ecuador. *Journal Of Science And Research: Revista Ciencia E Investigación*, 1(2), 7-15.  
<https://doi.org/10.26910/Issn.2528-8083vol1iss2.2016pp7-15>

Cevallos, D. (2023). Buenas Prácticas De Gobierno Abierto A Nivel Municipal En Ecuador. *Revista Cálamo*, (14), 51-64.  
<https://doi.org/10.61243/Calamo.14.141>

Chambi Rosa, J., Quispe Acosta, J. A., Ulloa De La Cruz, D. Y., & Angeles Cabrera, M. E. (2025). *Oportunidades De La Globalización Para Las Pequeñas Y Medianas Empresas Del Sector Industrial: Revisión Sistemática*. Zenodo.  
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.17955428>

Chamorro-Quiñónez, J. G., & Navarrete-Zambrano, C. M. (2025). Avances Y Desafíos En La Contabilidad De Costos En

Entornos Industriales Digitalizados. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 1-13.  
<https://doi.org/10.55813/Gaea/Rcym/V3/N3/37>

Clarke, C., Williams, I. D., & Turner, D. A. (2019). Evaluating The Carbon Footprint Of WEEE Management In The UK. *Resources, Conservation And Recycling*, 141, 465-473.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.003>

Contreras Rivadinayra, O., Polo Cueva, J. A., & Montoya Cárdenas, G. A. (2022). Revisión De La Literatura Sobre Gestión De Inventario En La Industria Textil. *Qantu Yachay*, 2(1), 26-40.  
<https://doi.org/10.54942/Qantuyachay.V2i1.19>

Córdova Herrera, J. C. (2018). *Propuesta De Un Proceso De Planeamiento Y Control De La Producción, Basado En La Gestión Por Procesos Y Estandarización Del Proceso Productivo Para Mejorar La Productividad De Las Mype Del Sector Lácteo En La Provincia De Cajamarca* [Licenciatura, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas].  
<https://doi.org/10.19083/Tesis/625580>

Cordova Vaca, A. M., Calero Corrales, E. J., & Diaz Puruncaja, D. M. (2026). Los Sistemas De Información Y Su Relación En La Transformación Digital De Las PYMES En Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 19(50), 108-120.  
<https://doi.org/10.29076/Issn.2528-7737vol19iss50.2026pp108-109p>

Cruz-Ortega, F. (2025). *Las Ciencias Sociales En El Currículo De La Carrera De Ingeniería Industrial*.  
<https://doi.org/10.5281/ZENODO.14722839>

Da Costa Pimenta, C. C., Zarzuelo Prieto, D., Balan Garcia, A., Goicochea Calderón, J. A., & Beltrán Sánchez, S. (2025). Industria 4.0: Impacto De La Digitalización Y La Automatización En La Transformación Social E Industrial. *Revista Inclusiones*, 12(1), 216-243.  
<https://doi.org/10.58210/Fprc3592>

Delahoz-Dominguez, E. J., Guillen-Ibarra, S., & Fontalvo-Herrera, T. (2020). Análisis De La Acreditación De Calidad En Programas De Ingeniería Industrial Y Los Resultados En Las Pruebas Nacionales Estandarizadas, En Colombia. *Formación Universitaria*, 13(1), 127-134.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000100127>

Delaplace, M., & Dropsy, V. (2025). Turismo Y Transiciones Ante Los Retos Contemporáneos: Algunos Ejemplos (C. Editorial, Trad.). *Via Tourism Review*, 27.  
<https://doi.org/10.4000/14gau>

Departamento De Ingeniería De Producción, Universidad EAFIT, Medellín-Colombia, Arrieta Posada, J. G., Botero Herrera, V. E., Ingeniera De Producción. Universidad EAFIT, Medellín-Colombia, Romano Martínez, M. J., & Ingeniera De Producción. Universidad EAFIT, Medellín-Colombia.

- (2010). Benchmarking Sobre Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) En El Sector De La Confección En La Ciudad De Medellín, Colombia. *Cuadernos De Difusión*, 15(28), 141-170. <https://doi.org/10.46631/Jefas.2010.V15n28.06>
- Díaz Ortega, N. I., Cudris Niño, L. F., & Garcia Mogollón, J. M. (2025). Gestión Del Capital Circulante Y La Rentabilidad: Un Análisis Bibliométrico E Identificación De Tendencias. *Ingeniería Solidaria*, 20(3), 1-19. <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2024.03.05>
- Dong, W., Liu, S., & Du, Y. (2019). Optimal Periodic Maintenance Policies For A Parallel Redundant System With Component Dependencies. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106133. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106133>
- Donoso Cedeño, M. M., Echeverría Zurita, L. O., Moreira Pérez, R. W., & Ponce Anchundia, L. S. (2023). Innovación En La Enseñanza Del Inglés En La Educación Superior: Desafíos, Oportunidades Y Buenas Prácticas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(7), 165-174. <https://doi.org/10.59169/Pentaciencias.V5i7.924>
- Duval Guevara Vega, E. M., Delgado Deza, J. R., Rojas Ahumada, K. A., Soto Alarcón, A. O. A., Venegas Villarreal, A. M., Villar García, E. G., & González Vásquez, J. A. (2022). Most Used Materials In Additive Manufacturing In The Metalworking Sector: A Systematic Review. *Gestión De*

*Operaciones Industriales*, 1(2), 35-39.  
<https://doi.org/10.17268/Goi4.0.2022.07>

Elena Patiño-Rodríguez, C., & Jesus Guevara Carazas, F. (2020). Maintenance And Asset Life Cycle For Reliability Systems. En L. Kounis (Ed.), *Reliability And Maintenance—An Overview Of Cases*. Intechopen.  
<https://doi.org/10.5772/Intechopen.85845>

El-Thalji, I. (2025). Emerging Practices In Risk-Based Maintenance Management Driven By Industrial Transitions: Multi-Case Studies And Reflections. *Applied Sciences*, 15(3), 1159.  
<https://doi.org/10.3390/App15031159>

España-Merchán, A. Y. (2023). Responsabilidad Social Empresarial Hacia La Implementación De Prácticas Ambientales En Ecuador. *Revista Amazónica De Ciencias Económicas*, 2(2), E475. <https://doi.org/10.51252/Race.V2i2.475>

Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). The Circular Economy: An Opportunity For Renewal, Growth, And Stability. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 725-728.  
<https://doi.org/10.1002/Tie.21912>

Fernández Muñoz, C. A., Rodríguez Morachis, M. A., Terrazas Mata, L. E., & Zorrilla Briones, F. (2022). Determinación De Demandas De Clientes Anticipadas Con La Utilización De Modelos De Pronósticos Para La Planeación De La

- Producción De Producto Médico. *REVISTA IPSUMTEC*, 5(5), 82-89. <https://doi.org/10.61117/Ipsumtec.V5i5.154>
- Figal Garone, L., López Villalba, P. A., Maffioli, A., & Ruzzier, C. A. (2020). Firm-Level Productivity In Latin America And The Caribbean. *Research In Economics*, 74(2), 186-192. <https://doi.org/10.1016/J.Rie.2020.04.004>
- Figueras-Ferrer, E. (2021). Reflexiones En Torno A La Cultura Digital Contemporánea. Retos Futuros En Educación Superior. *Arte, Individuo Y Sociedad*, 33(2), 449-466. <https://doi.org/10.5209/Aris.68505>
- Fontalvo-Herrera, T. J., Delahoz, E. J., & Mendoza-Mendoza, A. A. (2018). Aplicación De Minería De Datos Para La Clasificación De Programas Universitarios De Ingeniería Industrial Acreditados En Alta Calidad En Colombia. *Información Tecnológica*, 29(3), 89-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300089>
- Gallego Trijueque, S., & Oliva Maraón, C. (2022). La Cuarta Revolución Industrial: Transformación Digital Como Nuevo Paradigma. *Signo Y Pensamiento*, 41. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.Syp41.Crit>
- Gallegos-Daniel, C., Taddei-Bringas, C., & González-Córdova, A. F. (2023). Panorama De La Industria Láctea En México. *Estudios Sociales. Revista De Alimentación Contemporánea*

<https://doi.org/10.24836/Es.V33i61.1251>

- Gamarra De Velazco, F. K. (2024). La Educación Superior En La Modalidad Virtual Desde La Perspectiva Del Docente. Caso: Docentes De La Carrera De Ingeniería Industrial FCA-UNP. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 9768-9792. [https://doi.org/10.37811/Cl\\_Rcm.V8i1.10297](https://doi.org/10.37811/Cl_Rcm.V8i1.10297)
- García, R., & Calantone, R. (2002). A Critical Look At Technological Innovation Typology And Innovativeness Terminology: A Literature Review. *Journal Of Product Innovation Management*, 19(2), 110-132. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1920110>
- García, S., Rast, L., Camacho Zambrano, G., Deutscher Entwicklungsdienst, & Centro De Planificación Y Estudios Sociales (Ecuador) (Eds.). (2008). *Buenas Prácticas En Participación: Experiencias De Participación Y Control Social De La Sociedad Civil En Procesos De Desarrollo En Ecuador*. DED : CEPLAES.
- García-Jiménez, H., Villarreal-Peralta, E. M., & Muñan-Valencia, J. A. (2025). Plan Sonora: Lineamientos Estratégicos Para La Competitividad Regional En La Era Del Nearshoring Y El Neoproteccionismo. *Estudios Sociales Revista De Alimentación Contemporánea Y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/Es.V35i65.1619>

- Gayialis, S. P., Kechagias, E. P., Konstantakopoulos, G. D., & Papadopoulos, G. A. (2022). A Predictive Maintenance System For Reverse Supply Chain Operations. *Logistics*, 6(1), 4. <https://doi.org/10.3390/Logistics6010004>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017a). The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *Journal Of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017b). The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? *Journal Of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gomez Cáceres, L., & Vergara Rodríguez, C. J. (2018). *Enfoques, Teorías Y Perspectivas De La Ingeniería Industrial Y Sus Programas Académicos*. Corporación Universitaria Del Caribe Cecar. <https://doi.org/10.21892/9789588557694>
- Gómez Pérez, A. L. (2024). Crisis Sociocomerciales En La Industria Textil De México (1519-2022). *RDP Revista Digital De Posgrado*, (9), 8-34. <https://doi.org/10.22201/Fesa.Rdp.2024.9.71>
- González, A. (2020). Un Modelo De Gestión De Inventarios Basado En Estrategia Competitiva. *Ingeniare. Revista Chilena De Ingeniería*, 28(1), 133-142. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000100133>

- González Sosa, J. V., Loyo Quijada, J., López Ontiveros, M. Á., Pérez Montoya, P., & Cruz Hernández, A. (2018). Mantenimiento Industrial En Máquinas Herramientas Por Medio De Amfe. *Revista Ingeniería Industrial*, 17(3).  
<https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.12>
- Guerra Procel, F. J., & Duque Suárez, G. V. (2018). Política Industrial Neoliberal Y Posneoliberal Ecuatoriana Y Sus Consecuencias Actuales, 1982-2016. *Estado & Comunes*, 2(7).  
[https://doi.org/10.37228/Estado\\_Comunes.V2.N7.2018.85](https://doi.org/10.37228/Estado_Comunes.V2.N7.2018.85)
- Guerrero Moreno, D. R., Silva Leal, J. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2019). Revisión De La Implementación De Lean Six Sigma En Instituciones De Educación Superior. *Ingeniare. Revista Chilena De Ingeniería*, 27(4), 652-667.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400652>
- Hernández-Fuentes, S. N., & Sánchez-Mojica, K. Y. (2017). Innovación Y Competitividad: Micro Y Pequeñas Empresas Del Sector Agroindustrial En Cúcuta. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación*, 8(1), 23-33.  
<https://doi.org/10.19053/20278306.V8.N1.2017.7368>
- Hernandez-Perez, J., Benitez-Morales, J. G., & Aguilera-Jimenez, M. A. (2022). Diseño De Máquina CNC De Cinco Ejes. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10, 91-99.  
<https://doi.org/10.29057/Icbi.V10iespecial6.9278>

- Herrera-Vidal, G., Olarte-Jiménez, L., Blanco-Camacho, J., & Marriaga-González, C. (2025). La Automatización En Pymes: Brechas Tecnológicas En La Industria 4.0 En Cartagena - Colombia. *Boletín De Innovación, Logística Y Operaciones*, 7(1), 80-91.  
<https://doi.org/10.17981/Bilo.7.1.2025.08>
- Jaimes, L., Luzardo, M., & Rojas, M. D. (2018). Factores Determinantes De La Productividad Laboral En Pequeñas Y Medianas Empresas De Confecciones Del Área Metropolitana De Bucaramanga, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(5), 175-186.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500175>
- Johan Sebastian, Riascos-Guerrero, J. A., Galván-Colonia, E., & Pincay-Lozada, J. L. (2024). Estrategias Basadas En Inteligencia Artificial Para La Gestión De Inventarios En La Cadena De Suministro. *Revista Tecnología En Marcha*.  
<https://doi.org/10.18845/Tm.V37i6.7271>
- Katz, J. (2000). Structural Change And Labor Productivity Growth In Latin American Manufacturing Industries 1970–96. *World Development*, 28(9), 1583-1596.  
[https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00050-4](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00050-4)
- Khalid, M. (2024). Energy 4.0: AI-Enabled Digital Transformation For Sustainable Power Networks. *Computers & Industrial*

*Engineering*, 193, 110253.

<https://doi.org/10.1016/J.Cie.2024.110253>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing The Circular Economy: An Analysis Of 114 Definitions. *Resources, Conservation And Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/J.Resconrec.2017.09.005>

Lalaleo Analuisa, F. R., López Gómez, A. F., & Arroba Freire, E. M. (2025). Impacto De La Gestión Empresarial En La Competitividad De Las Pequeñas Y Medianas Empresas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria De Ciencias Contables, Auditoría Y Tributación: CORPORATUM* 360, 8(15), 1-20. <https://doi.org/10.56124/Corporatum-360.V8i15.001>

Lazaro Soto, B. E., Tejada Arana, A. A., & Contreras Rivera, R. J. (2024). *Responsabilidad Social Empresarial Y Conservación Del Medio Ambiente: Estrategias Y Desafíos Para Un Desarrollo Sostenible*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.14511202>

Leiva, L., Ramírez, P., & Figueroa, C. (2025). Motivación Por El Aprendizaje En Estudiantes De Ingeniería Industrial, Una Propuesta. *Areté, Revista Digital Del Doctorado En Educación De La Universidad Central De Venezuela*, 11(21), 19-36. <https://doi.org/10.55560/Arete.2025.21.11.2>

- Leon Osma, J. C., Salamanca Merchán, J. D., & Rodríguez Lozano, E. P. (2024). Diagnóstico Para La Implementación De Sistemas De Información Gerencial En PYME De La Provincia Del Tundama. *Política, Globalidad Y Ciudadanía*, 10(20), 66-83. <https://doi.org/10.29105/Rpgyc10.20-328>
- Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards Circular Economy Implementation: A Comprehensive Review In Context Of Manufacturing Industry. *Journal Of Cleaner Production*, 115, 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>
- Llisterri, J. J. (2000). *Competitividad Y Desarrollo Económico Local*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0007788>
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey On Technologies, Applications And Open Research Issues. *Journal Of Industrial Information Integration*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- Luna-Victoria-León, G. A., Collao-Díaz, M. F., Corzo-Chávez, J. A., & Meza-Ortiz, R. N. (2022). El Plan Maestro De Producción Y La Incertidumbre En El Sector Manufactura: Una Revisión De La Literatura. *Ingeniería Industrial*, (43), 35-59. <https://doi.org/10.26439/Ing.Ind2022.N43.6108>
- Macias Villacreses, T. L., Peñafiel Sánchez, K. A., Baque Holguín, K. M., & García Mero, E. D. (2025). Políticas Públicas Y Sostenibilidad Ambiental En El Sector Industrial

Ecuatoriano. *RECIAMUC*, 9(3), 354-364.  
[https://doi.org/10.26820/Reciamuc/9.\(3\).Julio.2025.354-364](https://doi.org/10.26820/Reciamuc/9.(3).Julio.2025.354-364)

Malpartida Gutiérrez, J. N., & Tarmeño Bernuy, L. E. (2020). Implementación De Las Herramientas Del Lean Manufacturing Y Sus Resultados En Diferentes Empresas. *Alpha Centauri*, 1(2), 51-59.  
<https://doi.org/10.47422/Ac.V1i2.12>

Marcilla Córdoba, G. (2005). Desregulación, Estado Social Y Proceso De Globalización. *Doxa. Cuadernos De Filosofía Del Derecho*, (28), 239.  
<https://doi.org/10.14198/DOXA2005.28.16>

Martínez Saavedra, J. D., & Arboleda Zuñiga, J. (2021). Propuesta Para La Reducción De Tiempos Y Productos No Conformes En El Área De Confecciones De La Empresa Suramericana De Guantes S. A. S. Mediante Herramientas De Lean Manufacturing. *INVENTUM*, 16(30), 40-53.  
<https://doi.org/10.26620/Uniminuto.Inventum.16.30.2021.40-53>

Mata Villagómez, K. V., Ricaurte Montalvo, A. M., Lozano Larrea, R. N., & Mata Villagómez, M. W. (2026). *Emprendimiento Internacional Y Transformación Digital: Un Análisis Sistemático Del Impacto De La Innovación Tecnológica En*

*La Expansión De Nuevos Negocios Internacionales.*

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.18181823>

Medina Hoyos, G. A., Montalvo Montalvo, G. P., & Vásquez Coronado, M. H. (2018). Mejora De La Productividad Mediante Un Sistema De Gestión Basado En Lean Six Sigma En El Proceso Productivo De Pallets En La Empresa Maderera Nuevo Peru S.A.C, 2017. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología E Innovación*, 5(1). <https://doi.org/10.26495/Icti.V5i1.863>

Medina Lozano, R. D. P. (2022). *Estrategias De Gestión De Mantenimiento Para Mejorar Los Indicadores De Mantenimiento De Equipos De Transporte De Carga Terrestre* [Ingeniero Industrial, Universidad San Ignacio De Loyola]. <https://doi.org/10.20511/USIL.Thesis/12184>

Medina, R. (2022). Tipos De Mantenimiento En Las Unidades De Medición De Producción De Pozos Petroleros. *Revista Enfoques*, 6(21), 37-49. <https://doi.org/10.33996/Revistaenfoques.V6i21.124>

Miranda Pablos, F. D. M., & Navarro Arvizu, E. M. (2025). Plan Estratégico Para Una Empresa De Servicios De Mantenimiento Del Sur De Sonora, México. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-17. <https://doi.org/10.31637/Epsir-2025-1888>

- Montilla Montaña, C. A. (2016). *Fundamentos De Mantenimiento Industrial*. Universidad Tecnológica De Pereira.  
[Https://Doi.Org/10.22517/9789587224092](https://doi.org/10.22517/9789587224092)
- Moran Villamarin, E. D. (2024). Análisis De La Digitalización De Procesos Contables En La Era De La Industria 4.0. *Revista Multidisciplinar De Estudios Generales*, 3(3).  
[Https://Doi.Org/10.70577/Reg.V3i3.1](https://doi.org/10.70577/Reg.V3i3.1)
- More, S., Tuladhar, R., Grainger, D., & Milne, W. (2024). Maintenance Decision-Making And Its Relevance In Engineering Asset Management. *Maintenance, Reliability And Condition Monitoring*, 4(1), 1-17.  
[Https://Doi.Org/10.21595/Marc.2024.23687](https://doi.org/10.21595/Marc.2024.23687)
- Moreno Marcial, P. E., & Santos Méndez, M. M. (2022). Optimización De Procesos De Producción En Medianas Empresas Del Sector Textil. *RECIAMUC*, 6(1), 226-234.  
[Https://Doi.Org/10.26820/Reciamuc/6.\(1\).Enero.2022.226-234](https://doi.org/10.26820/Reciamuc/6.(1).Enero.2022.226-234)
- Nan, L., & Villalobos Gutiérrez, F. (1970). Profile For Communication Skills To Sports Journalism: A Model To Arm/Perfil Por Competencias Profesionales Para La Comunicación Deportiva: Un Modelo Por Armar. *REVISTA ENCUENTROS*, 13(1).  
[Https://Doi.Org/10.15665/Re.V13i1.348](https://doi.org/10.15665/Re.V13i1.348)

- Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L., & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 Technologies To Enable Circular Economy Practices In A Manufacturing Context: A Business Model Proposal. *Journal Of Manufacturing Technology Management*, 30(3), 607-627. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0071>
- Navarrete-Zambrano, C. M., Boné-Andrade, M. F., & Arboleda-Salazar, C. S. (2025). Innovación Y Emprendimiento En Ecuador Como Factores Clave Para El Desarrollo Económico Sostenible. *Journal Of Economic And Social Science Research*, 5(2), 177-188. <https://doi.org/10.55813/Gaea/Jessr/V5/N2/196>
- Navas-Olmedo, W., Pallo, Y., Reascos, J., & Rodriguez, J. (2022). La Innovación En Las Pymes Como Factor De Sostenibilidad En El Ecuador. *Tesla Revista Científica*, 3(1), E153. <https://doi.org/10.55204/Trc.V3i1.E153>
- Ocaña Pañora, L. S., Chiza Llambo, J. C., Tibanquiza Chunchu, S. E., & Moreno Garzón, G. P. (2025). Propuesta De Transformación Hacia La Industria 4.0 Del Monitoreo, Inspección Y Mantenimiento De Tanques Reservorios De Crudo En Ecuador. *Alfapublicaciones*, 7(1.1), 49-73. <https://doi.org/10.33262/Ap.V7i1.1.585>

- Osorio Gómez, J. C., Moreno Villarreal, L. D., Ledesma Arango, A. J., Mosquera, J. A., Segura González, M. P., Álvarez Patiño, J. E., Rojas López, J., & Ramírez Guespu, J. A. (2020). SOBRE LA OBLIGADA “Virtualización” De Los Programas Académicos En Tiempos De Pandemia: Percepciones Desde Los Programas De Ingeniería Industrial Del Valle Del Cauca Y Cauca. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería ACOFI* 2020, 1-10. <https://doi.org/10.26507/Ponencia.732>
- Osorio Marulanda, C. A., Manyoma Velásquez, P. C., & Villar Uribe, A. M. (2023). *La Experiencia Curricular Sobre Un Curso De Ingeniería Y Sociedad Para Estudiantes De Ingeniería Industrial*. 1-10. <https://doi.org/10.26507/Paper.3026>
- Otero-Potosi, S., Aguirre-Chagna, V., Lopez-Chamorro, S., Vargas-Chavarrea, Á., Suarez-Valencia, C., & Guevara-Vera, D. (2025). Evolución Y Nuevas Perspectivas Del Mantenimiento Industrial: Una Revisión Sistemática. *STUDIES IN ENGINEERING AND EXACT SCIENCES*, 6(2), E17963. <https://doi.org/10.54021/Seesv6n2-002>
- Pacherres Nolivos, S., Vergara Romero, A., & Sorhegui Ortega, R. A. (2020). Responsabilidad Social Corporativa Y El Turismo Sostenible. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 7(2), 1-20. <https://doi.org/10.21855/Ecociencia.72.340>

- Palacios Guillem, M., Gisbert Soler, V., & Pérez Bernabeu, E. (2015).  
Sistemas De Gestión De La Calidad: Lean Manufacturing,  
Kaizen, Gestión De Riesgos (UNE-ISO 31000) E ISO 9001.  
*3C Tecnología\_Glosas De Innovación Aplicadas A La Pyme*,  
4(4), 175-188.  
<https://doi.org/10.17993/3ctecno.2015.V4n4e16.175-188>
- Pareja-Eastaway, M., & Turmo Garuz, J. (2013). La Necesaria  
Transformación Del Modelo Productivo En España: El Papel  
Del Territorio. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 59(3), 455-  
479. <https://doi.org/10.5565/Rev/Dag.59>
- Parra, C., Morán, C., Pizarro, F., Duque, P., Aránguiz, A., González-  
Prida, V., & Parra, J. (2024). Implementation Of The Asset  
Management, Operational Reliability And Maintenance  
Survey In Recycled Beverage Container Manufacturing  
Lines. *Information*, 15(12), 784.  
<https://doi.org/10.3390/Info15120784>
- Parrales, A., Argüello, L., Cruz, B., & Díaz, J. (2025).  
Implementación De Tecnologías Limpias Como Estrategia  
Para Mejorar La Sostenibilidad Ambiental En Plantas  
Industriales. *Innovation & Development In Engineering And  
Applied Sciences*, 7(1), 16.  
<https://doi.org/10.53358/Ideas.V7i1.985>
- Pech, M., Topalović, A., Krstić, Ž., & Iveć, A. (2023). Predictive  
Maintenance In Industry 4.0 For The Smes: A Decision

- Support System Case Study Using Open-Source Software. *Designs*, 7(4), 98. <https://doi.org/10.3390/Designs7040098>
- Pech, M., Vrchota, J., & Bednář, J. (2021). Predictive Maintenance And Intelligent Sensors In Smart Factory: Review. *Sensors*, 21(4), 1470. <https://doi.org/10.3390/S21041470>
- Pimenta, C. C. D. C., Prieto, D. Z., Primo, L. R., & Riet, E. R. V. (2025). Industrial Engineering And Sustainable Development. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 19(1), E010877. <https://doi.org/10.24857/Rgsa.V19n1-079>
- Pincirolì, L., Baraldi, P., & Zio, E. (2023). Maintenance Optimization In Industry 4.0. *Reliability Engineering & System Safety*, 234, 109204. <https://doi.org/10.1016/J.Res.2023.109204>
- Pinzón Barriga, L. E. (2022). La Utilización De Robótica En La Inspección De Espacios Confinados. *E-IDEA Journal Of Engineering Science*, 4(9), 1-13. <https://doi.org/10.53734/Es.4.Vol4.Id223>
- 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 (MLAJ)*, 3(2), 236-255. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-015>

- Prieto Alvarado, F. E., Salas Suspes, H. P., Cortés Molano, N. P., & Tavera, P. A. (2023). Mantenimiento Del Estatus De Eliminación Del Sarampión En Colombia Durante El Control De Brotes, 2019. *Revista Panamericana De Salud Pública*, 47, 1. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.165>
- Rahmani, D., & Heydari, M. (2014). Robust And Stable Flow Shop Scheduling With Unexpected Arrivals Of New Jobs And Uncertain Processing Times. *Journal Of Manufacturing Systems*, 33(1), 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.03.004>
- Reyes Domínguez, D., Infante Abreu, M. B., & Parv, A. L. (2024). Main Trend Topics On Industry 4.0 In The Manufacturing Sector: A Bibliometric Review. *Applied Sciences*, 14(15), 6450. <https://doi.org/10.3390/app14156450>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM Supported By 5S To Improve The Availability Of An Automotive Production Line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Ríos Quiñónez, M. B. (2026). Técnicas De Creatividad Aplicadas A La Innovación Empresarial En Empresas Emergentes Ecuatorianas: Una Revisión Sistemática De Su Impacto En La Generación De Modelos De Negocio Disruptivos (2020–

- 2025). *Espi-Ritu Emprendedor TES*, 10(1), 21-39.  
<https://doi.org/10.33970/Eetes.V10.N1.2026.462>
- Rodríguez-Mañay, L. O., Guaita-Pradas, I., & Marques-Pérez, I. (2024). Competitiveness In The Agricultural Sector: A Literature Review. *Clio América*, 18(35).  
<https://doi.org/10.21676/23897848.5913>
- Rojas Arenas, I. D. (2018). Del Desarrollo Económico Al Desarrollo Económico Endógeno: Una Mirada Desde El Pensamiento Complejo. *Revista CINTEX*, 23(1), 12-23.  
<https://doi.org/10.33131/24222208.308>
- Romero Zaleta, M. A., & Osorio Calderon, J. (2025). Transformación Digital En La Industria 5.0. Reflexiones Sobre El Futuro Del Trabajo Y La Producción. *Innovaciones De Negocios*, 22(44).  
<https://doi.org/10.29105/In22.44-481>
- Rueda-Carvajal, G. D., Tobar-Rosero, O. A., Sánchez-Zuluaga, G. J., Candelo-Becerra, J. E., & Flórez-Celis, H. A. (2025). Opportunities And Challenges Of Industries 4.0 And 5.0 In Latin America. *Sci*, 7(2), 68.  
<https://doi.org/10.3390/Sci7020068>
- Salas Carlock, S., Hernández Beltrán, M. P., Villanueva Marcial, Y. M., & Chandomi Castellanos, E. (2024). Evaluación Y Mejora De Un Modelo De Gestión De Mantenimiento En Una Institución De Educación Superior. *Ciencia Latina Revista*

*Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1483-1511.  
[https://doi.org/10.37811/CI\\_Rcm.V8i5.13613](https://doi.org/10.37811/CI_Rcm.V8i5.13613)

Salazar, L., Schling, M., De Salvo, C. P., & Martel, P. (Eds.). (2025). *Agricultural Productivity In Latin America And The Caribbean: What We Know And Where We Are Heading*. Inter-American Development Bank.  
<https://doi.org/10.18235/0013802>

Salinas-Navarro, D. E., Da Silva-Ovando, A. C., Mejía-Argueta, C., & Chong, M. (2022). Reflexiones Desde La Práctica Docente: Experiencias De Aprendizaje Para La Educación En Ingeniería Industrial En La Pospandemia. *Apuntes: Revista De Ciencias Sociales*, 49(92), 151-182.  
<https://doi.org/10.21678/Apuntes.92.1745>

Samaniego Jiménez, A., Moreno Quinto, N. M., Campuzano Yambo, M. L., & Valenzuela Méndez, K. (2024). Inclusión Educativa De Estudiantes Con Discapacidades En Escuelas Públicas Ecuatorianas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 2954-2971.  
[https://doi.org/10.37811/CI\\_Rcm.V8i2.10727](https://doi.org/10.37811/CI_Rcm.V8i2.10727)

San Nicolás Utn, F. R., & Aacini, A. A. D. C. D. Ing. I. Y. A. (2023). Libro De Resúmenes Del XVI Congreso Internacional De Ingeniería Industrial – COINI 2023. *AJEA*, (AJEA 30).  
<https://doi.org/10.33414/Ajea.1316.2023>

- Sandí, A. C. L., Moreno Martinez, A., Velazquez De Saldivar, G. M. P., Sánchez Cascante, J. C., Ortega Gómez, J. C., Sosa Herrera, M., & Arriaga Villanueva, N. (2022). Employability Of Industrial Engineering Students In Universities In The Latin American Context. *Revista Científica De La UCSA*, 9(1), 32-56. <https://doi.org/10.18004/Ucsa/2409-8752/2022.009.01.032>
- Sanmartín González, M. E. (2024). *Autogeneración: Desafíos Y Oportunidades Para El Desarrollo Y Competitividad Del Sector Eléctrico Ecuatoriano* [Application/Pdf]. 55 Páginas. <https://doi.org/10.57998/BDIGITAL/HANDLE.001.2581>
- Santamaría Oblitas, S. G. (2025). Evolución Científica Y Tendencias Del Procesamiento Digital De Señales En El Diagnóstico De Fallas Eléctricas: Un Análisis Bibliométrico (2019-2025). *Revista Reflexiones De La Sociedad Y Economía*, 2(2), 121-148. <https://doi.org/10.62776/Rse.V2i2.55>
- Satauri, I., & El Beqqali, O. (2025). Predictive Maintenance Approaches: A Systematic Literature Review. *ICATH 2025*, 70. <https://doi.org/10.3390/Engproc2025112070>
- School Of Business Universidad Adolfo Ibañez Chile, & Bravo-Ortega, C. (2021). Productivity In The Agricultural Sector: A Global Outlook From A Latin American Perspective. *International Journal Of Agriculture And Natural Resources*, 48(3), 259-287. <https://doi.org/10.7764/Ijanr.V48i3.2341>

- Tacuri Albarracín, H., El Guemmat, K., Mansouri, K., & Akef, F. (2025). Predictive Maintenance Approaches: A Systematic Literature Review. *Journal Of Industrial Engineering And Management*, 18(3), 427. <https://doi.org/10.3926/Jiem.8537>
- Tobías Macías, F. F., De Hoyos Vázquez, F. F., Villarreal Flores, R. A., Vázquez De La Garza, P. G., Fernández Guerra, M. G., & Arreaga Garza, O. (2024). Digitalización De Procesos En La Industria 4.0. *RICEA Revista Iberoamericana De Contaduría, Economía Y Administración*, 13(25), 62-86. <https://doi.org/10.23913/Ricea.V13i25.220>
- Toliyat, S. M. H., Ojra, A., Shokri, A., & Hu, S. (2025). Challenges Of Achieving Digital Transformation In Manufacturing Firms: The Case Of Predictive Maintenance And Spare Part Inventory Management. *Journal Of Manufacturing Technology Management*, 36(1), 159-178. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2024-0211>
- Torres Cardenas, F. A., & Sanabria Ruiz, V. A. (2023). Modelo De Gestión De Inventarios En Logística Humanitaria Para La Respuesta Óptima Ante Un Posible Desastre Natural En El Distrito De Barrancabermeja. *Entre Ciencia E Ingeniería*, 17(33), 9-15. <https://doi.org/10.31908/19098367.2801>
- Torres-Rodríguez, R. M., Pérez-Guerrero, J. N., & González-López, N. A. (2024). El Mantenimiento Productivo Total Como

- Estrategia En La Gestión Del Mantenimiento Industrial. *Mqinvestigar*, 8(1), 1229-1240. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.1229-1240>
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration Of Industry 4.0 Technologies Into Total Productive Maintenance Practices. *International Journal Of Production Economics*, 240, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108224>
- Universidad Militar Nueva Granada, Arteaga Sarmiento, W. J., Villamil Sandoval, D. C., Universidad Militar Nueva Granada, González, A. J., & Universidad Militar Nueva Granada. (2019). Caracterización De Los Procesos Productivos De Las Pymes Textileras De Cundinamarca. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 11(2). <https://doi.org/10.22335/Rlct.V11i2.839>
- Vaca Escobar, P. N. (2025). Marketing Y Competitividad En La Industria. *Revista Política Y Ciencias Administrativas*, 4(1), 137-154. <https://doi.org/10.62465/Rpca.V4n1.2025.144>
- Valenzuela-Cobos, A., Vera-Cabanilla, B., Castillo-Heredia, L., & Valenzuela-Cobos, J. (2025). Industry 4.0 In Logistics Management In Latin America: A Bibliometric Review. *Journal Of Industrial Engineering And Management*, 18(1), 115. <https://doi.org/10.3926/Jiem.8147>

- Valero Camino, M. I. (2024). Productivity And Economic Growth Of Manufacturing Smes In An Ecuadorian Locality. *Sapientia: International Journal Of Interdisciplinary Studies*, 5(2), E24022. <https://doi.org/10.51798/Sijis.V5i2.749>
- Vargas Sánchez, J. J., Muñoz Mercado, J. J., Paba Luna, N. A., & Ordoñez Castro, N. (2020). Aplicación De La Técnica Multivariada Manova A Dos Variables De Control Provenientes De Tres Modelos De Simulación Estocásticos De Un Proceso Productivo. *Entre Ciencia E Ingeniería*, 14(28), 66-75. <https://doi.org/10.31908/19098367.2056>
- Vasquez Caceres, J. E., Orellana Pardave, J. A., Rebaza Pino, A. C., & Altamirano Chunga, L. A. (2024). Gestión De Mantenimiento De Maquinaria Y Equipos En Diferentes Sectores Agroindustriales: Revisión Sistemática. *Revista Alfa*, 8(23), 559-575. <https://doi.org/10.33996/Revistaalfa.V8i23.286>
- Vázquez Pita, E. (2025). Evolución Del Concepto De Inteligencia Artificial (IA) Y Sus Consecuencias Jurídicas. *Revista De Derecho De La UNED (RDUNED)*, (35), 437-474. <https://doi.org/10.5944/Rduned.35.2025.45884>
- Velásquez Jama, A. M., & Olvera Moran, B. (2023). Implementación De La Simulación Para La Mejora De Los Procesos Productivos. *Concienciadigital*, 6(1), 75-86. <https://doi.org/10.33262/Concienciadigital.V6i1.2441>

- Velásquez Jama, A. M., Valdivieso Piguave, R. A., Arias Pereira, J. M., & Ramos Cadena, M. A. (2025). Sostenibilidad En Ingeniería Industrial: Integración De Tecnología E Innovación Para Un Futuro Sostenible.: Sustainability In Industrial Engineering: Integration Of Technology And Innovation For A Sustainable Future. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1). <https://doi.org/10.60100/Rcmg.V6i1.656>
- Vera, I., Thenoux, G., Solminihac, H. D., & Echaveguren, T. (2010). Modelo De Evaluación Técnica Del Desempeño Del Mantenimiento De Pavimentos Flexibles. *Revista De La Construcción*, 9(2), 76-88. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2010000200008>
- Vilas, C. M. (2000). Estado Y Mercado En La Globalización: La Reformulación De Las Relaciones Entre Política Y Economía. *Revista De Sociología E Política*, (14), 29-49. <https://doi.org/10.1590/S0104-44782000000100002>
- Wong, S., & Petreski, M. (2025). *Competition Law And Regulations: Productivity Impacts In Latin American Manufacturing Firms*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0013363>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State Of The Art And Future Trends. *International Journal Of Production*

*Research*, 56(8), 2941-2962.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

Zaruma-Pincay, M. E., Macías -Villacreses, T. L., & Suarez-Orrala, J. W. (2024). El Rol De La Gerencia De Operaciones En La Calidad Del Producto De La Corporación Ecuatoriana De Aluminio S.A CEDAL. *Mqinvestigar*, 8(3), 5042-5054.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5042-5054>

Zhang, S., Huang, K., & Yuan, Y. (2021). Spare Parts Inventory Management: A Literature Review. *Sustainability*, 13(5), 2460. <https://doi.org/10.3390/Su13052460>

Zhao, J., Gao, C., & Tang, T. (2022). A Review Of Sustainable Maintenance Strategies For Single Component And Multicomponent Equipment. *Sustainability*, 14(5), 2992. <https://doi.org/10.3390/Su14052992>

EDITORIAL



**edulearn**  
Academy SAS

---

ISBN: 978-9942-7494-4-4



9 789942 749444