

Edición
14

ISSN: 2953-769X

SOSTENIBILIDAD DE LAS
ORGANIZACIONES INTELIGENTES DESDE LA

5ta REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



REVISTA SEMESTRAL



Universidad San Marcos
Revista Académica Institucional



CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y **EDUCACIÓN**

Esta sección está compuesta por artículos libres los cuales brindan una postura personal del autor, con respecto a las líneas de investigación universitarias.



SOSTENIBILIDAD DE LAS ORGANIZACIONES INTELIGENTES EN LA QUINTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: 3 TENDENCIAS PARA EL AÑO 2026

Luis Fernando Benavides Gonzalez, luis.benavides@usanmarcos.ac.cr
Universidad San Marcos, San José, Costa Rica.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6552-8708>

DOI: <https://doi.org/10.64183/8kkk9j35>

Recibido: 10 de octubre de 2025

Aceptado: 12 de octubre de 2025

Resumen. La quinta Revolución Industrial, conocida como Industria 5.0, representa un cambio paradigmático que integra la tecnología avanzada con la dimensión humana, priorizando la sostenibilidad y la resiliencia organizacional. Este documento analiza cómo las organizaciones inteligentes, especialmente las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Costa Rica, pueden adaptarse a este nuevo contexto mediante tres tendencias clave proyectadas para el año 2026:

1. La incorporación de tecnologías inteligentes orientadas a la eficiencia energética y la economía circular.
2. La humanización digital que promueve bienestar laboral y colaboración hombre-máquina.
3. La movilidad eléctrica y la descarbonización en la cadena de valor.

Costa Rica, con una matriz energética renovable superior al 89% y políticas públicas orientadas a la sostenibilidad, ofrece un entorno propicio para la implementación de estas tendencias. Sin

embargo, las PYMES enfrentan desafíos relacionados con la inversión tecnológica, la capacitación del talento humano y la integración de procesos sostenibles. Este artículo propone un enfoque práctico para que las PYMES costarricenses no solo sobrevivan, sino prosperen en la era de la Industria 5.0.

Palabras clave. Industria 5.0, Sostenibilidad, Organizaciones Inteligentes, Inteligencia Artificial, Economía Circular.

SUSTAINABILITY OF INTELLIGENT ORGANIZATIONS IN THE FIFTH INDUSTRIAL REVOLUTION: 3 TRENDS FOR 2026

Luis Fernando Benavides Gonzalez, luis.benavides@usanmarcos.ac.cr

Received: October 10, 2025

Accepted: October 12, 2025

Abstract. The Fifth Industrial Revolution, known as Industry 5.0, represents a paradigm shift that combines advanced technology with a human-centric approach, prioritizing sustainability and organizational resilience. This paper examines how intelligent organizations, particularly small and medium-sized enterprises (SMEs) in Costa Rica, can adapt to this new context through three key trends projected for 2026:

1. The integration of smart technologies aimed at energy efficiency and circular economy,
2. Digital humanization fosters workforce well-being and human-machine collaboration.
3. Electric mobility and decarbonization across the value chain.

Costa Rica, with a renewable energy matrix exceeding 89% and public policies focused on sustainability, provides a favorable environment for implementing these trends. However, SMEs face challenges related to technological investment, workforce training, and sustainable process integration. This article proposes a practical approach for Costa Rican SMEs to not only survive, but thrive in the era of Industry 5.0.

Keywords. Industry 5.0, Sustainability, Intelligent Organizations, Artificial Intelligence, Circular Economy.

TEMA

La quinta Revolución Industrial (Industria 5.0) integra tecnología avanzada con la dimensión humana para impulsar sostenibilidad y resiliencia organizacional. En el caso de las PYMES costarricenses, el reto no es únicamente adoptar herramientas digitales, sino hacerlo con enfoque energético-circular, humano-colaborativo y descarbonizador. Este estudio se delimita a tres tendencias clave proyectadas para 2026: (1) tecnologías inteligentes orientadas a la eficiencia energética y la economía circular (analítica, IoT y gemelos digitales para medir y reducir consumo y residuos); (2) humanización digital que promueva bienestar laboral y colaboración hombre-máquina (automatización centrada en las personas, upskilling y ergonomía tecnológica); y (3) movilidad eléctrica y descarbonización de la cadena de valor (electrificación de flotas, logística sostenible y trazabilidad de emisiones). La pregunta central que guía la investigación es: ¿En qué medida la adopción conjunta de eficiencia energética basada en datos, humanización digital y movilidad eléctrica mejora la sostenibilidad y el desempeño operativo de las PYMES en Costa Rica para 2026?

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad se encuentra en una etapa crucial de transformación industrial: la

quinta Revolución Industrial, conocida como Industria 5.0. Este nuevo paradigma no se limita a la automatización y digitalización que caracterizaron la Industria 4.0, sino que incorpora un enfoque centrado en el ser humano, la sostenibilidad y la resiliencia organizacional. Según la Comisión Europea (2021), la Industria 5.0 busca “ir más allá de la eficiencia y la productividad, colocando el bienestar humano y la sostenibilidad en el centro del proceso productivo” (p. 4).

A nivel global, esta revolución se manifiesta en la integración de tecnologías como inteligencia artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), robótica colaborativa, big data y energías renovables, con el objetivo de crear organizaciones inteligentes que no solo sean competitivas, sino también responsables con el medio ambiente y la sociedad. La sostenibilidad deja de ser un valor agregado para convertirse en un requisito estratégico que define la permanencia de las empresas en mercados cada vez más exigentes.

En el contexto latinoamericano, y particularmente en Costa Rica, la transición hacia la Industria 5.0 adquiere una relevancia especial. El país se distingue por su matriz energética renovable superior al 89%, políticas públicas orientadas a la descarbonización y una cultura empresarial que, aunque enfrenta limitaciones de recursos, muestra una creciente disposición hacia la innovación sostenible.

Las PYMES, que representan más del 97% del parque empresarial costarricense y generan aproximadamente el 33% del PIB nacional (MEIC, 2023), son actores clave en esta transformación. Sin embargo, su adaptación a la Industria 5.0 implica superar desafíos como la falta de financiamiento, la escasa capacitación tecnológica y la necesidad de integrar procesos sostenibles sin comprometer la rentabilidad.

La sostenibilidad en organizaciones inteligentes no se reduce a la reducción de emisiones o al reciclaje, sino que abarca la optimización energética, la economía circular, la humanización digital y la movilidad limpia.

Figura 1. Industria 5.0 y sostenibilidad.



Fuente: Elaboración propia (2025)

Nota: Imagen generada por Google Gemini (OpenAI, 2025) con el prompt “Un diagrama que muestra la interacción entre tecnología avanzada (IA, IoT, robótica) y factores humanos (bienestar, creatividad, ética), rodeado por un círculo que representa la sostenibilidad. En el centro, el concepto Organización Inteligente conectado con tres ejes: Eficiencia energética y economía circular, Humanización digital y Movilidad eléctrica y descarbonización” openai.com

Estas dimensiones se convierten en pilares estratégicos para las empresas que buscan prosperar en un entorno global marcado por la volatilidad, la digitalización y la conciencia ambiental. A continuación, se analizan tres tendencias clave para el año 2026 que definirán la sostenibilidad de las organizaciones inteligentes en Costa Rica:

1. Integración de tecnologías inteligentes para eficiencia energética y economía circular.
2. Humanización digital y bienestar laboral en entornos inteligentes.
3. Movilidad eléctrica y descarbonización en la cadena de valor.

Cada tendencia será abordada con ejemplos reales, con el propósito de ofrecer una guía práctica para la transición hacia modelos empresariales sostenibles y centrados en las personas.

2. EL CONTEXTO

La quinta Revolución Industrial, conocida como Industria 5.0, surge como respuesta a los retos globales de sostenibilidad y competitividad, integrando tecnologías avanzadas con un enfoque centrado en las personas. Este paradigma busca equilibrar innovación tecnológica, bienestar humano y responsabilidad ambiental, lo que implica que las organizaciones, especialmente

las PYMES, adapten sus procesos para enfrentar un entorno caracterizado por descarbonización, economía circular y digitalización ética. En Costa Rica, el contexto es favorable gracias a su matriz energética renovable superior al 89% y políticas públicas orientadas a la sostenibilidad; sin embargo, persisten desafíos relacionados con inversión tecnológica, capacitación del talento humano y adopción de prácticas sostenibles. Este escenario plantea la necesidad de investigar cómo las PYMES pueden implementar estrategias que les permitan prosperar en la era de la Industria 5.0.

3. DESARROLLO

Tendencia 1: Tecnologías inteligentes para eficiencia energética y economía circular

La primera tendencia que marca la sostenibilidad de las organizaciones inteligentes a partir del año 2026 consiste en la incorporación de tecnologías inteligentes orientadas a la eficiencia energética y la economía circular. En la quinta Revolución Industrial, la digitalización deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en un medio que permite optimizar recursos, reducir desperdicios y minimizar la huella de carbono.

Tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la analítica predictiva, son esenciales para

monitorear procesos en tiempo real, anticipar fallos y garantizar un uso racional de energía y materiales. un tema recurrente en las reuniones de las empresas ya sean estas pequeñas o grandes.

Figura 2. *Internet de las cosas*



Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Imagen generada por Google Gemini (OpenAI, 2025) con el prompt “Un gráfico que muestra una planta industrial con sensores IoT conectados a una plataforma digital, indicadores de consumo energético y flechas que representan el ciclo de reutilización de materiales (economía circular)” openai.com.

A nivel mundial, la adopción de IoT en procesos industriales ha demostrado reducir el consumo energético entre un 15 % y un 30 % (Schneider Electric, 2023, p. 12). En Costa Rica, esta tendencia se ve reforzada por la matriz energética renovable que supera el 89 % y por políticas públicas orientadas a la descarbonización (MEIC, 2023, p. 8). Sin embargo, las PYMES enfrentan limitaciones financieras y tecnológicas que dificultan la implementación de soluciones avanzadas. Por ello, la integración inteligente debe ser

gradual y adaptada a la realidad local.

Sin embargo, en Florex Costa Rica se ha logrado reducir el consumo de agua en un 89 % y el consumo energético en un 64 % mediante sistemas automatizados y prácticas de economía circular, reincorporando más de 5 toneladas de plástico reciclado en su producción (Florex, 2024, p. 3). Además, Green Solutions CR, implementa sensores IoT para monitorear la generación de residuos y optimizar procesos de reciclaje, reduciendo en un 50 % los desechos enviados a rellenos sanitarios (Green Solutions, 2024, p. 5). Estas iniciativas demuestran que la tecnología no solo mejora la eficiencia, sino que también fortalece la competitividad y la imagen corporativa.

En la siguiente tabla se muestra de forma resumida, como las diferentes tecnologías, nuevas unas y tradicionales otras, generan beneficios directos en las empresas modernas, aportan valor en la reducción de costos y generan menos emisiones contaminantes en las empresas modernas.

Tabla 1. Beneficios de tecnologías aplicadas

Tecnología aplicada	Beneficio principal	Reducción de costos	Reducción de emisiones
IoT (monitoreo energético)	Control en tiempo real	15%	12%
IA (optimización de procesos)	Predicción de fallos	10%	8%
Economía circular (reciclaje)	Reutilización de materiales	20%	18%

Fuente: Elaboración propia (2025)

Nota: Adaptado de Schneider Electric (2023) y casos PYMES en Costa Rica.

En esta tabla No.1 se evidencia como la economía circular basada en el reciclaje logra generar un 18% en la reducción de emisiones en las empresas, siendo el rubro más elevado de los analizados, también se puede visualizar que esta tecnología también es la que reduce en mayor cantidad los costos en las compañías.

Tendencia 2: Humanización digital y bienestar laboral en entornos inteligentes

La segunda tendencia clave para el año 2026 en la sostenibilidad de organizaciones inteligentes, consiste en la humanización digital, que busca equilibrar la automatización con el bienestar humano. A diferencia de la Industria 4.0, centrada en la eficiencia, la Industria 5.0 introduce un enfoque donde la tecnología colabora con las personas, potenciando su creatividad y reduciendo la carga física y mental. Esto implica diseñar entornos laborales que integren IA colaborativa, robótica asistencial, y plataformas digitales que promuevan la salud, la capacitación y la inclusión.

De acuerdo con la Comisión Europea (2021), “la Industria 5.0 coloca al ser humano en el centro, asegurando que la tecnología sirva para mejorar la calidad de vida y no para reemplazarla” (p. 6). A nivel mundial, empresas líderes han adoptado sistemas de IA para tareas repetitivas, liberando tiempo para actividades estratégicas. En Costa Rica,

donde las PYMES representan la mayoría del tejido empresarial, la humanización digital se traduce en herramientas que faciliten la capacitación continua, la ergonomía digital y la conciliación laboral.

Figura 3. Interacción entre trabajadores y robots colaborativos



Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Imagen generada por Google Gemini (OpenAI, 2025) con el prompt “Una imagen que muestra la interacción entre un trabajador y un robot colaborativo, con indicadores de bienestar (salud, capacitación) y productividad, rodeado por íconos de IA y conectividad” openai.com.

En PYMES del sector servicios y de acuerdo con un estudio del TEC (2022), el 50 % de las PYMES costarricenses utiliza IA para mejorar la atención al cliente, mientras que el 34 % la emplea para asegurar la continuidad del negocio (Leiva-Bonilla et al., 2022, p. 14).

Además, en el contexto del comercio electrónico, hay empresas locales que han

implementado Chatbots inteligentes que reducen tiempos de respuesta y mejoran la experiencia del cliente, sin eliminar la interacción humana en procesos críticos. Estas prácticas no solo incrementan la eficiencia, sino que también fortalecen la satisfacción laboral y la fidelización del talento humano.

En la tabla dos se presentan tres herramientas que se empezaron a utilizar en los inicios de la tercera década del siglo XXI, sus beneficios, el impacto que cada una de ellas tiene en la productividad de las empresas modernas y el nivel de adopción por parte de las compañías actuales.

Tabla 2. Impacto de la humanización digital en PYMES costarricenses

Herramientas aplicadas	Beneficio humano	Impacto en productividad	Nivel de adopción
IA colaborativa	Reducción de tareas repetitivas	+18%	50%
Plataformas de capacitación	Mejora de competencias	+12%	42%
Ergonomía digital	Disminución de fatiga	+9%	35%

Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Adaptado de Adaptado de Leiva-Bonilla et al. (2022) y datos del MEIC.

Como se puede ver en la anterior tabla, la inteligencia artificial (IA) colaborativa es la herramienta aplicada, con el nivel de adopción más alto de las tres en estudio y además la misma herramienta (la IA) es la que tiene el mayor impacto en la productividad de las compañías modernas.

Tendencia 3: Movilidad eléctrica y descarbonización en la cadena de valor

La tercera tendencia que define la sostenibilidad de las organizaciones inteligentes a partir del 2026 es la movilidad eléctrica y la descarbonización. Este enfoque busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en toda la cadena de valor, desde el transporte de materias primas hasta la distribución de productos. La movilidad eléctrica no solo implica la adopción de vehículos eléctricos, sino también la integración de infraestructura de carga, sistemas inteligentes de gestión energética y políticas que incentiven la transición hacia un transporte limpio.

Figura 4. Flota eléctrica con fuentes alternativas



Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: Imagen generada por Google Gemini (OpenAI, 2025) con el prompt “crea una imagen que muestre una flota de vehículos eléctricos conectados a estaciones de carga alimentadas por energía renovable, con indicadores de reducción de CO₂ y ahorro energético” openai.com.

A nivel mundial, la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023) proyecta que para 2030 el 60 % de los vehículos nuevos serán eléctricos, lo que contribuirá significativamente a la reducción de emisiones en el sector transporte (p. 22). Costa Rica, pionera en sostenibilidad, ha implementado la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico y mantiene una matriz energética renovable superior al 89 %, lo que convierte al país en un entorno ideal para la electrificación del transporte (MEIC, 2023, p. 10). Sin embargo, las PYMES enfrentan retos como el costo inicial de adquisición de vehículos eléctricos y la falta de infraestructura en zonas rurales.

En Costa Rica Green Solutions CR: Ha incorporado vehículos eléctricos para la recolección de residuos, reduciendo en un 40 % las emisiones de CO₂ en su operación logística (Green Solutions, 2024, p. 6). Además, Tico Green Technologies ofrece soluciones de instalación de cargadores eléctricos para PYMES, promoviendo la adopción de flotas sostenibles y reduciendo costos operativos a largo plazo (Tico Green, 2024, p. 4). Estas iniciativas demuestran que la movilidad eléctrica no solo es viable, sino que también genera ventajas competitivas y mejora la imagen corporativa.

La tabla tres nos presenta las estrategias aplicadas para gestionar de forma inteligente la energía en el parque industrial y comercial, basándose en las variables, la reducción de

emisiones por cada estrategia aplicada, el ahorro operativo generado y los beneficios adicionales por adoptar cada una de las estrategias en estudio.

Tabla 2. *Comparativo de movilidad eléctrica y sus beneficios*

Estrategia aplicada	Reducción de emisiones	Ahorro operativo	Beneficio adicional
Flota eléctrica	40%	25%	Imagen sostenible
Infraestructura de carga	—	—	Atracción de clientes
Gestión inteligente de energía	15%	10%	Optimización logística

Fuente: Elaboración propia (2025).

Producto del análisis de la anterior tabla, es importante recalcar que, si una empresa adquiere o modifica su flota de vehículos por una eléctrica, reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, en casi la mitad de lo que lo que produce en la actualidad, con una flota basada en combustibles fósiles como gasolina o Diesel.

4. CONCLUSIONES

La quinta Revolución Industrial redefine el concepto de sostenibilidad empresarial al integrar tecnología avanzada con un enfoque humano y ambiental. Para las PYMES costarricenses, esta transición no es opcional, sino una condición para mantener su competitividad en mercados globales cada vez más exigentes. Las tres tendencias analizadas

—tecnologías inteligentes para eficiencia energética y economía circular, humanización digital y movilidad eléctrica— constituyen pilares estratégicos que permitirán a las organizaciones evolucionar hacia modelos inteligentes, resilientes y sostenibles.

Costa Rica cuenta con ventajas significativas, como su matriz energética renovable y políticas públicas orientadas a la descarbonización. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la inversión tecnológica, la capacitación del talento humano y la infraestructura para movilidad eléctrica. La adopción gradual, acompañada de alianzas de empresas públicas y privadas, además de los programas de financiamiento, serán clave para garantizar una transición exitosa.

Recomendaciones

1. Planificación gradual: Implementar tecnologías inteligentes en etapas, priorizando áreas críticas como eficiencia energética y gestión de residuos.
2. Capacitación continua: Desarrollar programas de formación en competencias digitales y sostenibles para el personal.
3. Alianzas estratégicas: Establecer vínculos con instituciones académicas, proveedores tecnológicos y entidades gubernamentales para acceder a recursos y conocimiento.
4. Incentivos financieros: Aprovechar

programas estatales y créditos verdes para la adquisición de tecnologías limpias y vehículos eléctricos.

5. Medición y reporte: Implementar indicadores de sostenibilidad que permitan evaluar el impacto de las acciones y comunicar resultados a clientes y stakeholders.

Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). (2023). Informe sobre PYMES y sostenibilidad en Costa Rica (pp. 8–10). Recuperado de <https://www.meic.go.cr>

Schneider Electric. (2023). Industria 5.0: La clave para un futuro más sostenible y eficiente (p. 12). Recuperado de <https://www.se.com>

Schneider Electric. (s.f.). Industria 5.0 y sostenibilidad [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com>

5. CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2023). Global EV Outlook 2023 (p. 22). Recuperado de <https://www.iea.org>

Comisión Europea. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry (pp. 4–6). <https://doi.org/10.2777/308407>

Datasy. (s.f.). Tendencias IoT en Costa Rica – Webinar [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com>

FIFCO. (s.f.). Transformación sostenible en FIFCO – Conferencia [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com>

Flores Costa Rica. (2024). Memoria de sostenibilidad (p. 3). Recuperado de <https://florescr.com>

Green Solutions CR. (2024). Informe de gestión sostenible (pp. 5–6). Recuperado de <https://greensolutionscr.com>

Leiva Bonilla, C., et al. (2022). Digitalización y desarrollo sostenible de la PYME en Costa Rica (p. 14). Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14043>

MEIC. (s.f.). Movilidad eléctrica en Costa Rica [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com>