Toward Industry 5.0: Development and Preliminary Validation of the MIDI-5 Diagnostic Framework for Decent and Sustainable Work

Nancy Carrizo, Dra[1], Gonzalo Castelló, Esp[2], María Laura Cesario, Lic[3], Camila Carnerio, Tec[4]
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Delta, Argentina,
carrizon@ frd.utn.edu.ar, gcastello@frd.utn.edu.ar, mcesario@frd.utn.edu.ar, ccarneiro@frd.utn.edu.ar

Abstract– ***Industry 5.0 extends the technological focus of Industry 4.0 by emphasizing human-centricity, sustainability, and resilience in industrial systems. While advances such as artificial intelligence, collaborative robotics, and data analytics have accelerated digital transformation, important challenges remain regarding workforce adaptation, decent work, and sustainable development.***

This work-in-progress research examines the transition toward Industry 5.0 and its implications for decent and sustainable work in the Northern Industrial Corridor of Buenos Aires Province, Argentina, one of the country's most significant industrial regions. The study seeks to identify the technological, organizational, and social factors that influence this transformation.

A mixed-method exploratory-descriptive approach is being applied, combining literature review, expert consultation, surveys, interviews, and case studies. As a preliminary outcome, the MIDI-5 (Industry 5.0 Diagnostic Matrix) framework has been developed to assess organizational readiness through four dimensions: Human-Centricity, Sustainability, Resilience, and Digital Transformation.

Initial findings indicate that organizations recognize the strategic relevance of Industry 5.0 principles, particularly in workforce development, technological innovation, and sustainable production. However, barriers related to digital skills, change management, investment capacity, and organizational culture remain significant.

Future research will focus on expert validation, pilot implementation, and reliability assessment. The framework aims to support organizations and policymakers in advancing a sustainable and human-centered industrial transformation aligned with Sustainable Development Goal 8.

Keywords- Industry 5.0, Decent Work, Sustainability, Human-Centricity, Digital

Hacia la Industria 5.0: Desarrollo y Validación Preliminar del Marco Diagnóstico MIDI-5 para el Trabajo Decente y Sostenible

Nancy Carrizo, Dra[1], Gonzalo Castelló, Esp[2], María Laura Cesario, Lic[3], Camila Carnerio, Tec[4]
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Delta, Argentina,
carrizon@ frd.utn.edu.ar, gcastello@frd.utn.edu.ar, mcesario@frd.utn.edu.ar, ccarneiro@frd.utn.edu.ar

***Resumen*– La Industria 5.0 amplía el enfoque tecnológico de la Industria 4.0 al poner énfasis en la centralidad de las personas, la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas industriales. Aunque avances como la inteligencia artificial, la robótica colaborativa y el análisis de datos han acelerado la transformación digital, persisten importantes desafíos relacionados con la adaptación de la fuerza laboral, el trabajo decente y el desarrollo sostenible.**

***Esta investigación en curso analiza la transición hacia la Industria 5.0 y sus implicancias para el trabajo decente y sostenible en el Corredor Industrial Norte de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, una de las regiones industriales más relevantes del país. El estudio busca identificar los factores tecnológicos, organizacionales y sociales que influyen en este proceso de transformación.**

***Se está aplicando un enfoque exploratorio-descriptivo de métodos mixtos que combina revisión bibliográfica, consulta a expertos, encuestas, entrevistas y estudios de caso. Como resultado preliminar, se ha desarrollado el marco MIDI-5 (Matriz Diagnóstica para la Industria 5.0), diseñado para evaluar el grado de preparación organizacional a través de cuatro dimensiones: Centralidad en las Personas, Sostenibilidad, Resiliencia y Transformación Digital.**

***Los hallazgos iniciales indican que las organizaciones reconocen la importancia estratégica de los principios de la Industria 5.0, especialmente en relación con el desarrollo de las personas, la innovación tecnológica y las prácticas de producción sostenible. Sin embargo, persisten barreras asociadas a las competencias digitales, la gestión del cambio, la capacidad de inversión y la cultura organizacional.**

Las próximas etapas de la investigación incluirán la validación por expertos, la implementación piloto y la evaluación de confiabilidad del instrumento. Se espera que el marco contribuya a que organizaciones y responsables de políticas públicas impulsen una transformación industrial sostenible y centrada en las personas, alineada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 8.

Palabras clave: Industria 5.0; Trabajo Decente; Sostenibilidad; Centralidad de las Personas; Transformación Digital.

I. Introducción

La Industria 5.0 constituye una nueva etapa en la evolución de los sistemas productivos, caracterizada por la integración de tecnologías avanzadas con un enfoque centrado en las personas, la sostenibilidad y la resiliencia organizacional. A diferencia de la Industria 4.0, cuyo énfasis estuvo puesto principalmente en la automatización y digitalización, este nuevo paradigma promueve una colaboración equilibrada entre seres humanos y sistemas inteligentes.

La Comisión Europea identifica a la centralidad humana, la sostenibilidad y la resiliencia como los pilares fundamentales de la Industria 5.0. Este enfoque presenta una estrecha vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente con el ODS 8, orientado a promover trabajo decente y crecimiento económico inclusivo y sostenible.

En Argentina, la transición hacia la Industria 5.0 plantea desafíos y oportunidades para el tejido productivo. El corredor norte de la provincia de Buenos Aires concentra importantes polos industriales y parques empresariales, entre ellos el Parque Industrial Pilar, constituyendo un escenario relevante para analizar los efectos de la transformación tecnológica sobre el empleo, la sostenibilidad y la competitividad regional.

El objetivo de esta investigación es analizar y describir el impacto de la transición hacia la Industria 5.0 en el trabajo decente y sostenible en el corredor norte de la provincia de Buenos Aires. Como resultado preliminar se propone una herramienta diagnóstica denominada MIDI-5 (Matriz de Diagnóstico para Industria 5.0), destinada a evaluar el grado de preparación de las organizaciones frente a este nuevo paradigma industrial.

II. Marco Conceptual

A. De la Industria 4.0 a la Industria 5.0

La Industria 5.0 ha sido conceptualizada como una evolución de la Industria 4.0 que incorpora una visión centrada en las personas, la sostenibilidad y la resiliencia organizacional. Mientras la Industria 4.0 se enfocó principalmente en la automatización, digitalización e interconexión de sistemas, la Industria 5.0 busca equilibrar los avances tecnológicos con el bienestar humano y el desarrollo sostenible [5],[8].

La Comisión Europea sostiene que la Industria 5.0 no debe entenderse como una sustitución de la Industria 4.0, sino como una ampliación de sus propósitos, donde la tecnología se

convierte en un medio para generar valor económico, social y ambiental simultáneamente.

Las tecnologías asociadas a este paradigma incluyen inteligencia artificial, robótica colaborativa, realidad aumentada, fabricación aditiva, internet industrial de las cosas y computación avanzada. Estas herramientas permiten potenciar las capacidades humanas y favorecer modelos productivos más flexibles y adaptativos [1], [4].

B. Industria 5.0 y Trabajo Decente

El concepto de trabajo decente promovido por la Organización Internacional del Trabajo se vincula con el acceso a empleo productivo, seguro y desarrollado en condiciones de equidad y dignidad humana.

En el contexto de la Industria 5.0, los procesos de digitalización generan oportunidades asociadas a la mejora de la productividad, la reducción de tareas repetitivas y el fortalecimiento de la seguridad laboral. Sin embargo, también emergen desafíos relacionados con la reconversión profesional, el desarrollo de nuevas competencias y la adaptación de los trabajadores a entornos altamente digitalizados.

Carro Suárez y Sarmiento Paredes [4] sostienen que la transición hacia la Industria 5.0 requiere complementar las capacidades humanas con tecnologías inteligentes, mientras que Travez Tipan y Villafuerte Garzón [8] destacan la colaboración humano-máquina como una fuente de mejora de la eficiencia, la innovación y la seguridad en el trabajo.

Por su parte, Agrawal, Gans y Goldfarb [1] argumentan que la inteligencia artificial debe interpretarse como una tecnología de apoyo a la toma de decisiones humanas, permitiendo la creación de nuevas formas de trabajo basadas en el conocimiento y la innovación. Además de las competencias operativas, la integración de la inteligencia artificial en los entornos industriales plantea desafíos éticos significativos. La literatura emergente, incluyendo aportes como los de Floridi y Chiriatti [9], subraya la necesidad de una aplicación ética de la IA generativa y analítica, donde la tecnología actúe de manera transparente y complementaria a la agencia humana. Este enfoque ético es fundamental para fortalecer la dimensión del humanocentrismo y garantizar que la toma de decisiones algorítmica no vulnere los principios del trabajo decente.

C. *Industria 5.0 y Objetivos de Desarrollo Sostenible*

La Agenda 2030 propone diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los cuales el ODS 8 promueve el trabajo decente y el crecimiento económico sostenible.

La Industria 5.0 contribuye potencialmente al cumplimiento de este objetivo al integrar innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y desarrollo humano. Las organizaciones son evaluadas crecientemente por su capacidad para generar valor económico de manera compatible con el bienestar social y la preservación ambiental.

Guerrero [6] señala que la quinta revolución industrial abre oportunidades para construir modelos productivos más sustentables, mientras que Bartra [2] destaca el papel de las tecnologías emergentes para enfrentar desafíos sociales y ambientales complejos.

D. Humanocentrismo: la centralidad de las personas

La centralidad de las personas representa uno de los principios distintivos de la Industria 5.0. Este enfoque reconoce a los trabajadores como actores fundamentales dentro de la transformación digital y promueve la utilización de la tecnología para mejorar el bienestar, la seguridad y la participación en los procesos organizacionales.

La literatura enfatiza la necesidad de desarrollar competencias digitales, pensamiento crítico, creatividad y capacidad de adaptación como elementos clave para enfrentar los desafíos de los nuevos entornos productivos [4]. Asimismo, la colaboración humano-máquina se presenta como una oportunidad para incrementar la innovación organizacional y el aprendizaje continuo [8].

E. Sostenibilidad como eje estratégico

La sostenibilidad constituye uno de los pilares fundamentales de la Industria 5.0. Según la Comisión Europea, las organizaciones deben evolucionar hacia modelos de producción que optimicen recursos, reduzcan desperdicios y minimicen impactos ambientales negativos.

Guerrero [6] plantea que las nuevas tecnologías ofrecen oportunidades para mejorar la eficiencia energética y reducir la utilización de recursos escasos. De manera complementaria, Bartra [2] sostiene que la convergencia entre digitalización y sostenibilidad será uno de los principales factores de transformación del desarrollo económico futuro.

F. Resiliencia organizacional

La resiliencia organizacional se refiere a la capacidad de las empresas para anticipar, adaptarse y recuperarse frente a situaciones de cambio o incertidumbre.

La Industria 5.0 incorpora la resiliencia como una competencia estratégica para enfrentar crisis económicas, tecnológicas o sociales. Portada [7] destaca que las organizaciones con mayores niveles de integración tecnológica presentan mejores capacidades de adaptación frente a escenarios dinámicos. Del mismo modo, el estudio realizado por [3] identifica la resiliencia como una condición esencial para la competitividad en entornos industriales avanzados.

G. Modelo conceptual propuesto

A partir de la revisión bibliográfica realizada, se propone que el grado de preparación para la transición hacia Industria 5.0 puede analizarse mediante cuatro dimensiones integradas:

1. Humanocentrismo

1.1. Capacitación y competencias.

1.2. Participación de los trabajadores.
1.3. Bienestar laboral.

2. Sustentabilidad

2.1. Eficiencia energética.
2.2. Gestión ambiental.
2.3. Economía circular.

3. Resiliencia

3.1. Gestión del cambio.
3.2. Continuidad operativa.
3.3. Innovación organizacional.

4. Transformación Digital

4.1. Automatización inteligente.
4.2. Inteligencia artificial.
4.3. Integración digital de procesos.

Estas dimensiones constituyen la base conceptual de la matriz diagnóstica MIDI-5 propuesta en esta investigación.

TABLA I
Resumen Comparativo De Estudios Previos Sobre Industria 5.0

Criterio / Aspecto	**European Commission (2021)**	**Carro Suárez & Sarmiento Paredes (2022)**	**Travez Tipan & Villafuerte Garzón (2023)**
Objetivo	Definir la transición a la Industria 5.0.	Analizar el rol del factor humano.	Revisar el impacto de la colaboración humano-máquina.
Metodología	Análisis conceptual y de políticas.	Revisión sistemática de literatura.	Análisis descriptivo.
Dimensiones	Centralidad humana, sostenibilidad, resiliencia.	Competencias, adaptación, recursos humanos.	Eficiencia, innovación, seguridad.
Hallazgos	I5.0 complementa a I4.0 aportando valor social y ambiental.	La reconversión profesional es el principal desafío de la transición.	La interacción mejora la productividad y las condiciones de seguridad.
Limitaciones	Carece de herramientas empíricas de evaluación local.	Análisis centrado exclusivamente en el componente humano.	Menor énfasis en el impacto ambiental y la sostenibilidad.

III. Metodología De La Investigación

La investigación adopta un enfoque mixto de carácter exploratorio y descriptivo. Se combinan métodos cuantitativos y cualitativos con el propósito de obtener una comprensión integral del impacto de la Industria 5.0 sobre el trabajo decente y sostenible.

Las etapas metodológicas incluyen:

1. Revisión sistemática de literatura.
2. Diseño de la matriz MIDI-5.
3. Validación por juicio de expertos.
4. Aplicación piloto en empresas industriales.
5. Encuestas y entrevistas semiestructuradas
6. Estudios de caso.
7. Triangulación y análisis de resultados.

La unidad de análisis está conformada por empresas industriales ubicadas en el corredor norte de la provincia de Buenos Aires. En particular, se evalúa el ecosistema de innovación territorial en Pilar, el cual constituye un escenario de alta relevancia para analizar la madurez de la gobernanza colaborativa. Evaluar el Parque Industrial Pilar permitirá comprender cómo las redes de actores locales gestionan el cambio tecnológico frente a las exigencias de sostenibilidad."

IV. Desarrollo De La Matriz Midi-5

Como resultado preliminar se diseñó la Matriz de Diagnóstico para Industria 5.0 (MIDI-5), la matriz contempla cuatro dimensiones y doce indicadores, como podemos observar en la tabla II:

TABLA II
Estructura Preliminar De La Matriz Midi-5

Dimensión	Subdimensión	Indicador
Humanocentrismo	Capacidades	Formación en competencias digitales
	Participación	Participación en decisiones tecnológicas
	Bienestar	Programas de bienestar laboral
Sustentabilidad	Ambiente	Reducción de residuos
	Energía	Eficiencia energética
	Circularidad	Reutilización y reciclaje
Resiliencia	Adaptación	Gestión del cambio
	Riesgos	Continuidad operativa
	Innovación	Capacidad de respuesta ante crisis
Transformación Digital	Automatización	Nivel de automatización
	IA	Aplicación de inteligencia artificial
	Integración	Integración Digital de procesos

Cada indicador será evaluado en una escala de madurez de cinco niveles de acuerdo a la tabla III

TABLA III
ESCALA DE MADUREZ ALCANZADA

Nivel	Descripción
1	No implementado
2	Inicial o incipiente
3	En desarrollo
4	Implementado
5	Consolidado con mejora continua

El índice global de preparación para Industria 5.0 se calcula como el promedio de las cuatro dimensiones evaluadas.

V. ESTRATEGIA DE VALIDACIÓN

La validación de la matriz se desarrollará en tres etapas.

H. Validación de contenido

Se convocará un panel de especialistas integrado por investigadores, expertos en industria, profesionales de recursos humanos y directivos empresariales.

La selección de expertos considerará experiencia académica o profesional vinculada con Industria 4.0/5.0, gestión industrial, sostenibilidad, recursos humanos o transformación digital. Asimismo, se procurará integrar perfiles provenientes del ámbito universitario, empresarial y de gestión pública, con el propósito de fortalecer la validez de contenido del instrumento desde una perspectiva interdisciplinaria.

La pertinencia, relevancia y claridad de cada indicador serán evaluadas utilizando el coeficiente V de Aiken.

I. Prueba piloto

La matriz será aplicada inicialmente en un conjunto de empresas industriales del corredor norte bonaerense para verificar:

- Comprensión de los indicadores.
- Disponibilidad de información.
- Factibilidad de aplicación.
- Coherencia de respuestas.

J. Análisis de confiabilidad

Los datos obtenidos serán procesados mediante Jamovi o SPSS.

Se realizarán:

- Estadísticos descriptivos.
- Análisis de consistencia interna mediante Alfa de Cronbach.
- Correlaciones entre indicadores.

En fases posteriores se prevé realizar análisis factorial exploratorio para evaluar la validez de constructo del instrumento.

VI. RESULTADOS ESPERADOS Y ESTADOS DE AVANCE

Dado el carácter de trabajo en progreso de esta investigación, la metodología propuesta se encuentra en fase de validación de contenido. La revisión bibliográfica ampliada y el diseño estructural de la matriz MIDI-5 constituyen los principales resultados teóricos alcanzados hasta el momento.

A partir del marco desarrollado, los resultados empíricos esperados tras la inminente implementación piloto apuntan a confirmar las siguientes hipótesis de diagnóstico:

1. Un creciente interés estratégico por la inteligencia artificial, contrastado por una brecha en la capacitación de competencias digitales.
2. Una adopción incipiente de prácticas de economía circular frente a las exigencias del ODS 8.

Estas proyecciones evidencian la necesidad de contar con el instrumento MIDI-5 ya consolidado. Una vez finalizada la prueba piloto en el ecosistema territorial de Pilar, se procederá al análisis sistemático de la evidencia para validar empíricamente la herramienta.

VII. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La Industria 5.0 representa una oportunidad para integrar innovación tecnológica, sostenibilidad y trabajo decente dentro de una misma estrategia de desarrollo organizacional.

Como aporte preliminar de esta investigación se desarrolló la matriz MIDI-5, concebida como una herramienta para evaluar el nivel de preparación de las empresas frente a la transformación industrial basada en principios de centralidad humana, sostenibilidad, resiliencia y transformación digital.

Las próximas etapas del proyecto comprenden la validación por expertos, la implementación piloto en empresas industriales del corredor norte de la provincia de Buenos Aires y la evaluación estadística de la confiabilidad del instrumento.

Se espera que los resultados contribuyan tanto al desarrollo académico del campo de Industria 5.0 como al diseño de políticas y estrategias organizacionales orientadas al cumplimiento del ODS 8 y al fortalecimiento de la competitividad regional.

DECLARACIÓN DE DIVULGACIÓN SOBRE EL USO DE IA:

Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial como apoyo para la revisión de redacción, síntesis y organización de contenidos.

Todos los resultados generados con asistencia de IA fueron revisados, validados y editados por los autores.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES:

Los autores asumen la plena responsabilidad de la exactitud, originalidad e integridad de todo el contenido de este manuscrito, incluidos los componentes generados con ayuda de la inteligencia artificial.

REFERENCIAS

[1] Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2020). Máquinas predictivas: La sencilla economía de la inteligencia artificial. Editorial Reverté.

[2] Bartra, R. (2019). *Chamanes y robots*. Editorial Anagrama.

[3] Cámaras Andalucía. (2022). Estudio de necesidades de la Industria 5.0 en Andalucía.

[4] Carro Suárez, J., & Sarmiento Paredes, S. (2022). El factor humano y su rol en la transición a Industria 5.0: una revisión sistemática y perspectivas futuras. *Entreciencias*, 10(24).

[5] European Commission, Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0: Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry.

[6] Guerrero, M. (2018). La Quinta Revolución Industrial. Tras la Industria 4.0 llega la Singularidad.

[7] Portada, I. (2025). Industria 5.0: Qué es y cómo transformará el futuro.

[8] Travez Tipan, A. V., & Villafuerte Garzón, C. M. (2023). Industria 5.0, revisión del pasado y futuro de la producción y la industria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1).

[9] Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. Minds and Machines, 30(4), 681-694