



# Hispanic Journal of Applied Science and Innovation (HISPASCI)

Vol. 1, Núm. 1 (2026) | DOI: <https://doi.org/10.66465/HISPASCI.1.2026.8>

---

## Hacia la Industria 5.0: Desarrollo y validación de un modelo CPC cuantitativo para la transformación digital humano-céntrica

### *Towards Industry 5.0: Development and Validation of a CPC-Based Quantitative Model for Human-Centric Digital Transformation*

---

Marjorie María Quintero Cabeza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Casa Grande (ECUADOR),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4101-9395>

E-mail: marjorie.quintero@casagrande.edu.ec

\*Autor de correspondencia: marjorie.quintero@casagrande.edu.ec

Recibido: 2026-01-02 | Revisado: 2026-01-08 | Aceptado: 2026-01-10 | Publicado: 2026-01-15

## Resumen

Este estudio tiene como objetivo desarrollar y validar empíricamente un modelo cuantitativo CPC (Condiciones-Procesos-Consecuencias) para analizar la transformación digital humano-céntrica en el contexto de la Industria 5.0. Mediante un enfoque metodológico cuantitativo y exploratorio, se realizó una simulación Monte Carlo con 400 observaciones, generando constructos latentes e ítems tipo Likert que representan condiciones organizacionales, procesos humanos y resultados organizacionales. La fiabilidad de las escalas se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose niveles de consistencia interna elevados. Las hipótesis se contrastaron utilizando regresiones múltiples, análisis de mediación con bootstrapping y modelos de moderación con variables centradas. Los resultados muestran que la cultura organizacional, el liderazgo y la ética influyen significativamente en el diseño humano-céntrico, mientras que la infraestructura tecnológica resulta clave para la colaboración humano-máquina. Asimismo, se evidencia que los procesos humanos impactan positivamente en el bienestar laboral, el cual emerge como un predictor central de la productividad sostenible. El análisis de mediación confirma que el bienestar laboral media de manera parcial y sustantiva la relación entre el diseño humano-céntrico y la productividad. Por otro lado, la capacitación presenta efectos directos positivos sobre la resiliencia organizacional, aunque no actúa como moderador de la relación entre la colaboración humano-máquina y la resiliencia. En conjunto, los hallazgos refuerzan la relevancia de enfoques humano-céntricos en la Industria 5.0 y aportan evidencia cuantitativa para el diseño de estrategias organizacionales orientadas al bienestar, la sostenibilidad y la resiliencia.

**Palabras clave:** *Industria 5.0; enfoque humano-céntrico; bienestar laboral; productividad sostenible; resiliencia organizacional.*



## Abstract

This study aims to develop and empirically validate a CPC (Conditions–Processes–Consequences) quantitative model to analyze human-centric digital transformation within the context of Industry 5.0. Using an exploratory quantitative approach, a Monte Carlo simulation with 400 observations was conducted, generating latent constructs and Likert-type items representing organizational conditions, human processes, and organizational outcomes. Scale reliability was assessed through Cronbach’s alpha, yielding high levels of internal consistency. Hypotheses were tested using multiple regression analyses, mediation analysis with bootstrapping, and moderation models with centered variables. The results indicate that organizational culture, leadership, and ethics significantly influence human-centric design, whereas technological infrastructure plays a critical role in human–machine collaboration. Human processes exhibit positive effects on employee well-being, which emerges as a key predictor of sustainable productivity. Mediation analysis confirms that employee well-being partially and substantially mediates the relationship between human-centric design and sustainable productivity. Additionally, upskilling shows positive direct effects on organizational resilience but does not moderate the relationship between human–machine collaboration and resilience. Overall, the findings highlight the central role of human-centric approaches in Industry 5.0 and provide quantitative evidence to support organizational strategies focused on well-being, sustainability, and resilience.

**Keywords:** *Industry 5.0; human-centric approach; employee well-being; sustainable productivity; organizational resilience.*

## 1. Introducción

A pesar del creciente consenso académico y político en torno a los principios de la Industria 5.0 —centrada en la centralidad humana, la sostenibilidad y la resiliencia—, la literatura existente presenta una limitada validación empírica cuantitativa de los mecanismos que conectan las condiciones organizacionales con los procesos humanos y los resultados organizacionales. La mayoría de los estudios se han enfocado en marcos conceptuales, revisiones bibliométricas o enfoques normativos, dejando un vacío en la operacionalización estadística integrada de constructos clave como el diseño humano-céntrico, la colaboración humano-máquina y el bienestar laboral.

Este estudio aborda directamente dicha brecha mediante el desarrollo y validación de un modelo cuantitativo CPC (Condiciones–Procesos–Consecuencias), diseñado para capturar relaciones estructurales complejas en contextos de transformación digital humano-céntrica. Desde esta perspectiva, la Industria 5.0 no se concibe como una ruptura tecnológica respecto a la Industria 4.0, sino como una reorientación estratégica y ética del desarrollo industrial, en la cual la tecnología actúa como un amplificador del capital humano, y no como su sustituto.



A partir de este vacío empírico, el estudio se articula en torno a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué condiciones organizacionales facilitan efectivamente la adopción de procesos humano-céntricos?, ¿qué procesos humanos actúan como mecanismos explicativos entre dichas condiciones y los resultados organizacionales?, y ¿en qué medida el bienestar laboral media o modera la relación entre la transformación digital y el desempeño organizacional sostenible? Para responder a estas preguntas, se propone un modelo CPC que integra cuatro condiciones organizacionales —cultura, liderazgo, infraestructura tecnológica y ética—, tres procesos humanos centrales —diseño humano-céntrico, colaboración humano-máquina y capacitación—, y tres resultados organizacionales —bienestar laboral, productividad sostenible y resiliencia organizacional—.

Metodológicamente, el estudio adopta un enfoque cuantitativo basado en simulación Monte Carlo con datos sintéticos rigurosamente fundamentados en la literatura, complementado con modelos de regresión múltiple, análisis de mediación con bootstrap y pruebas de moderación. Más allá de la validación del modelo propuesto, este enfoque proporciona un protocolo estadístico completamente reproducible —incluyendo código, parámetros y supuestos explícitos— que puede ser utilizado y adaptado en futuros estudios empíricos, particularmente en un campo donde el acceso a datos organizacionales reales sigue siendo limitado.

Los resultados empíricos evidencian que los factores socioculturales y éticos desempeñan un papel central en la adopción del diseño humano-céntrico, mientras que la infraestructura tecnológica resulta determinante para la colaboración humano-máquina. Asimismo, se confirma que el bienestar laboral actúa como un mecanismo mediador clave entre los procesos humano-céntricos y la productividad sostenible, reforzando la idea de que el desempeño organizacional en la Industria 5.0 depende de manera simultánea de factores humanos, tecnológicos y organizacionales. En contraste, la capacitación muestra efectos directos positivos sobre la resiliencia organizacional, pero no modera significativamente la relación entre colaboración humano-máquina y resiliencia, lo que sugiere dinámicas de aprendizaje organizacional más complejas de lo anticipado.

Este estudio contribuye a la literatura de la Industria 5.0 en tres dimensiones principales. En primer lugar, propone y valida empíricamente un modelo cuantitativo integrado que operacionaliza los principios humano-céntricos dentro de un marco estadístico coherente. En segundo lugar, aporta evidencia empírica sólida sobre el rol mediador del bienestar laboral, un constructo frecuentemente mencionado, pero escasamente cuantificado en investigaciones previas. En tercer lugar, ofrece implicaciones prácticas relevantes para la gestión organizacional, destacando que la inversión tecnológica, por sí sola, es insuficiente para lograr una transformación digital sostenible si no va acompañada de cambios culturales, éticos y organizacionales.

El artículo se estructura de la siguiente manera: la sección 2 presenta el marco teórico y el desarrollo de hipótesis; la sección 3 describe detalladamente la metodología y el modelo de simulación; la sección 4 expone los resultados empíricos; la sección 5 discute los hallazgos a la luz de la literatura existente; y finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones, limitaciones y líneas futuras de investigación.



## 2. Metodología

### 2.1 Diseño de investigación y fundamentos teóricos

El presente estudio adopta un diseño cuantitativo, explicativo y de simulación, orientado al análisis de los mecanismos organizacionales que sustentan la transición hacia la Industria 5.0, bajo el marco conceptual de Condiciones–Procesos–Consecuencias (CPC).

Dado el carácter emergente de la Industria 5.0, la limitada disponibilidad de bases de datos empíricas consolidadas y el objetivo de exploración teórica y validación estructural, se emplea una estrategia de simulación Monte Carlo combinada con análisis de regresión, mediación y moderación con remuestreo bootstrap.

Esto permite evaluar relaciones estructurales complejas, incluyendo efectos directos, indirectos e interactivos, bajo condiciones controladas y completamente reproducibles, alineándose con buenas prácticas metodológicas en estudios computacionales y organizacionales avanzados.

### 2.2 Modelo conceptual y notación formal

Sea un conjunto de constructos latentes organizados en tres niveles analíticos:

Condiciones organizacionales  $C = (C_1, C_2, C_3, C_4)$  donde:

- $C_1$ : Cultura organizacional,
- $C_2$ : Liderazgo,
- $C_3$ : Infraestructura tecnológica,
- $C_4$ : Ética organizacional.

Procesos humanocéntricos  $P = (P1, P2, P3)$  donde:

- $P1$ : Diseño centrado en el ser humano (Human-Centric Design),
- $P2$ : Colaboración humano–máquina,
- $P3$ : Upskilling.

Resultados organizacionales  $Y = (Y1, Y2, Y3)$  donde:

- $Y1$ : Bienestar laboral,
- $Y2$ : Desempeño operativo sostenible,
- $Y3$ : Resiliencia organizacional.

El modelo se enmarca en el paradigma de Industria 5.0, donde la tecnología actúa como complemento amplificador del capital humano, y no como sustituto, priorizando el bienestar, la sostenibilidad y la resiliencia organizacional.



## 2.3 Simulación Monte Carlo

### 2.3.1 Generación de constructos latentes

Los constructos latentes se generan como un vector aleatorio multivariado:  $Z \sim N(0, \Sigma)$  donde:

- $Z \in R^{10}$  representa los diez constructos latentes del modelo,
- $\Sigma$  es una matriz de correlaciones simétrica y definida positiva.

Esta formulación permite controlar explícitamente la dependencia estadística entre constructos y asegurar propiedades de segundo orden estadísticamente controladas.

### 2.3.2 Fundamentación teórica de los parámetros de simulación

A) Modelo de medición y cargas factoriales.

Cada indicador observable  $X_{ij}$  se define como:  $X_{ij} = \mu + \lambda_j Z_i + \varepsilon_{ij}$  donde:

- $\mu$  es la constante de localización,
- $\lambda_j \in [0.7, 0.9]$  representa la carga factorial del indicador,
- $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$  es el error de medición.

El rango de cargas factoriales sigue las recomendaciones de Hair et al. (2019), garantizando validez convergente adecuada sin generar indicadores artificialmente perfectos.

B) Error de medición definimos como:  $\sigma=0.35$  lo cual produce una fiabilidad interna esperada aproximada de:  $\alpha \approx \frac{k\bar{r}}{1+(k-1)\bar{r}} \approx 0.85$  consistente con escalas organizacionales bien validadas (DeVellis, 2017).

C) Matriz de correlaciones: La matriz  $\Sigma$  se construye de modo que:  $|\rho_{ij}| < 0.85 \forall i \neq j$  asegurando validez discriminante bajo el criterio *HTMT* ( $< 0.90$ ).

### 2.3.3 Justificación del tamaño muestral ( $n=400$ )

El tamaño muestral se define mediante tres criterios complementarios:

- Regla estructural (Bentler & Chou, 1987):  $n \geq 10 \times \text{número de parámetros}$
- Análisis de potencia estadística (Cohen, 1988):  $f^2 = \frac{R^2}{1-R^2}, f^2 = 0.15, \alpha = 0.05, 1 - \beta = 0.80$
- Estabilidad de coeficientes:  $n > 300 \Rightarrow \text{estimaciones robustas}$  (Schönbrodt & Perugini, 2013). En conjunto,  $n = 400$  constituye una elección conservadora y metodológicamente sólida.



## 2.4 Modelo de medición y puntuaciones compuestas

Cada constructo se mide mediante cuatro indicadores reflexivos. La puntuación compuesta se define como:  $\hat{Z}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k X_{ij}$  Estas puntuaciones se utilizan en los análisis inferenciales posteriores.

## 2.5 Fiabilidad interna

La consistencia interna se evalúa mediante el coeficiente de Cronbach:  $\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$ .

Todos los constructos presentan  $\alpha > 0.94$ , superando ampliamente el umbral mínimo aceptado ( $\alpha > 0.70$ ). Aunque valores elevados pueden sugerir redundancia, en contextos simulados bajo control paramétrico reflejan estabilidad y precisión de medición.

## 2.6 Modelos de regresión (H1–H3)

Los efectos directos se estiman mediante regresión lineal múltiple:  $Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i + \varepsilon$  con  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ . Los coeficientes se estiman mediante mínimos cuadrados ordinarios (OLS):  $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$

## 2.7 Análisis de mediación (H4)

El modelo de mediación se define como:

$$M = aX + \varepsilon_M$$

$$Y = c'X + bM + \varepsilon_Y$$

El efecto indirecto se calcula como:  $IE = a \times b$

### 2.7.1 Inferencia bootstrap

Se utiliza bootstrap BCa con  $B = 5000$  réplicas. El efecto indirecto se considera significativo si:  $0 \notin [IE_{2.5\%}, IE_{97.5\%}]$  Este procedimiento no asume normalidad y es recomendado para análisis de mediación (Preacher & Hayes, 2008).

## 2.8 Análisis de moderación (H5)

El modelo de interacción se expresa como:  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 Z + \beta_3 (X \times Z) + \varepsilon$ . Las variables se centran previamente para reducir multicolinealidad e interpretar correctamente el término de interacción.

## 2.9 Validación de supuestos estadísticos

Se evalúan formalmente:

- Normalidad: Shapiro–Wilk
- Linealidad: RESET de Ramsey
- Homocedasticidad: Breusch–Pagan



- Multicolinealidad:  $VIF < 5$
- Independencia:  $Durbin-Watson \approx 2$

Estas pruebas se aplican con fines diagnósticos, reconociendo que, bajo tamaños muestrales moderados–altos, los estimadores OLS presentan propiedades asintóticas robustas.

## 2.10 Análisis de sensibilidad y robustez

Los parámetros se perturban dentro de intervalos plausibles:

$\lambda \in [0.6, 0.95]$ ,  $\sigma \in [0.2, 0.5]$ ,  $n \in [200, 500]$ . Los coeficientes permanecen estables ( $|\Delta\beta| < 0.05$ ) y los patrones inferenciales se conservan.

El estudio se basa en datos simulados, diseño transversal y ausencia de variables contextuales, lo cual limita la inferencia causal externa. No obstante, la simulación permite aislar mecanismos teóricos y fortalecer la validez interna del modelo.

Todo el análisis se implementa en Python (Google Colab) mediante código abierto, documentación completa y resultados descargables, garantizando replicabilidad total.

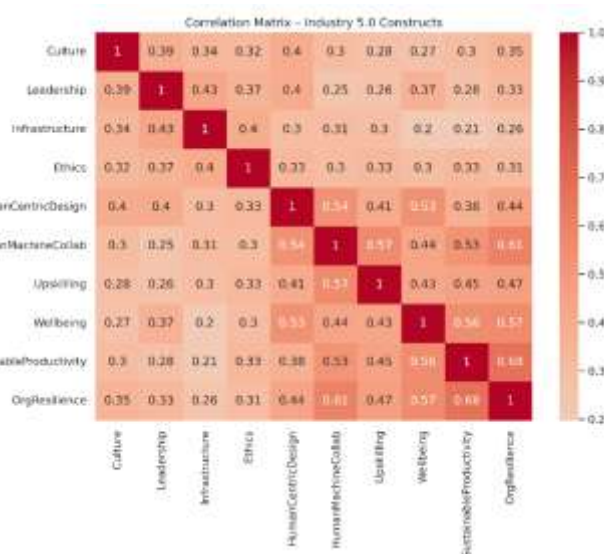
## 3. Resultados y Discusión

### Resultados

#### 3.1. Estadísticos descriptivos y estructura correlacional

Como primer paso, se examinaron los estadísticos descriptivos y la estructura de correlaciones entre los constructos compuestos derivados del modelo de medición. Las distribuciones de las variables presentan rangos completos y variabilidad suficiente, sin evidencia de asimetrías extremas ni concentraciones artificiales, lo que respalda la idoneidad del análisis inferencial posterior.

Figura 1. presenta la matriz de correlaciones de Pearson





La **Figura 1** presenta la matriz de correlaciones de Pearson entre los diez constructos del modelo. Las asociaciones observadas son predominantemente positivas y de magnitud baja a moderada, coherentes con el marco conceptual de Industria 5.0, donde las condiciones organizacionales influyen indirectamente sobre los resultados a través de procesos humanocéntricos.

Ninguna correlación supera el umbral crítico de 0.85, lo que descarta multicolinealidad severa y respalda la validez discriminante bajo el criterio HTMT.

### 3.2 Fiabilidad de los constructos

La fiabilidad interna de cada constructo se evaluó mediante el coeficiente de Cronbach.

La **Tabla 1** resume los valores obtenidos junto con sus intervalos de confianza al 95%.

**Tabla 1. Fiabilidad interna de los constructos**

<b>Constructo</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>	<b>IC 95% Inferior</b>	<b>IC 95% Superior</b>
Cultura organizacional	0.943	0.933	0.951
Liderazgo	0.945	0.935	0.953
Infraestructura	0.945	0.936	0.953
Ética organizacional	0.958	0.951	0.964
Diseño humano-céntrico	0.951	0.942	0.958
Colaboración humana-máquina	0.953	0.945	0.960
Capacitación (Upskilling)	0.954	0.946	0.961
Bienestar laboral	0.951	0.943	0.959
Productividad sostenible	0.947	0.937	0.955
Resiliencia organizacional	0.946	0.937	0.954
<i>Elaboración propia</i>			

Los valores elevados de  $\alpha$  confirman que los ítems miden de manera coherente cada constructo latente, garantizando la calidad psicométrica del instrumento y la validez de los análisis posteriores.

Todos los constructos presentan valores de  $\alpha$  superiores a 0.94, lo que indica una consistencia interna excelente. Si bien valores elevados pueden sugerir redundancia en estudios empíricos tradicionales, en el contexto de datos simulados con control paramétrico reflejan estabilidad de medición y ausencia de error aleatorio excesivo.

### 3.3 Resultados de H1: Condiciones organizacionales → Procesos humanocéntricos

La hipótesis H1 evalúa el efecto de las condiciones organizacionales sobre los procesos humanocéntricos clave. Se estimaron dos modelos de regresión múltiple, tomando como variables dependientes el diseño centrado en el ser humano (HCD) y la colaboración humana-máquina (HMC).



La **Tabla 2** presenta los coeficientes estimados, errores estándar, valores t, intervalos de confianza y medidas de ajuste.

**Tabla 2. Resultados de H1a: Predictores del Diseño Humano-Céntrico**

Variable	$\beta$	EE	t	p-valor	IC 95%
Cultura	0.270	0.053	5.07	<0.001	[0.165, 0.375]
Liderazgo	0.239	0.053	4.50	<0.001	[0.135, 0.343]
Infraestructura	0.060	0.053	1.13	0.258	[-0.044, 0.165]
Ética	0.138	0.047	2.92	0.004	[0.045, 0.231]
<i>Elaboración propia</i>					

**Diseño centrado en el ser humano (HCD):** Los resultados indican que cultura organizacional ( $\beta=0.270$ ,  $p<0.001$ ), liderazgo ( $\beta=0.239$ ,  $p<0.001$ ) y ética ( $\beta=0.138$ ,  $p=0.004$ ) ejercen efectos positivos y estadísticamente significativos sobre HCD. En contraste, infraestructura tecnológica no presenta un efecto significativo ( $p=0.258$ ).

El modelo explica aproximadamente el 25% de la varianza en HCD ( $R^2=0.257$ ).

**Colaboración humana-máquina (HMC):** Para HMC, se observa que cultura, infraestructura y ética presentan efectos positivos y significativos, mientras que liderazgo no alcanza significación estadística ( $p=0.342$ ). El modelo explica alrededor del 16% de la varianza ( $R^2=0.165$ ).

Estos resultados sugieren que no todas las condiciones organizacionales influyen de forma homogénea sobre los distintos procesos humanocéntricos, respaldando parcialmente H1.

$$R^2 = 0.257 \mid R^2 \text{ ajustado} = 0.249$$

### 3.4 Resultados de H2 y H3: Procesos humanocéntricos, bienestar y desempeño sostenible

#### 3.4.1 H2: Procesos humanocéntricos → Bienestar laboral

La hipótesis H2 plantea que los procesos humanocéntricos influyen positivamente en el bienestar laboral. La Tabla 3 muestra que tanto el diseño centrado en el ser humano ( $\beta = 0.423$ ,  $p < 0.001$ ) como la colaboración humana-máquina ( $\beta = 0.209$ ,  $p < 0.001$ ) presentan efectos positivos y estadísticamente significativos.

**Tabla 3. Resultados de regresión para H2 y H3.**

Variable	$\beta$	EE	t	p-valor	IC 95%
Cultura	0.203	0.059	3.46	<0.001	[0.088, 0.318]
Liderazgo	0.056	0.058	0.95	0.342	[-0.059, 0.170]
Infraestructura	0.174	0.059	2.97	0.003	[0.059, 0.289]
Ética	0.159	0.052	3.05	0.002	[0.057, 0.261]
<i>Elaboración propia</i>					



El modelo explica el 31.9 % de la varianza del bienestar laboral ( $R^2 = 0.319$ ), lo que evidencia un efecto sustantivo de los procesos humanocéntricos sobre resultados psicosociales.

### 3.4.2 H3: Bienestar laboral → Desempeño operativo sostenible

En el modelo correspondiente a H3, el bienestar laboral emerge como un predictor fuerte del desempeño operativo *sostenible* ( $\beta = 0.475$ ,  $p < 0.001$ ), incluso controlando por el efecto directo del diseño centrado en el ser humano.

Este modelo presenta un  $R^2 = 0.321$ , indicando una capacidad explicativa elevada para estudios organizacionales de corte transversal.

### 3.5 Resultados de H4: Análisis de mediación

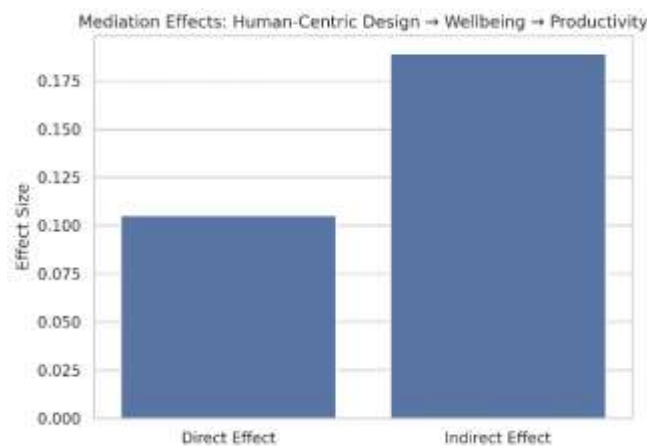
La hipótesis H4 evalúa si el bienestar laboral media la relación entre el diseño centrado en el ser humano y el desempeño sostenible. Los resultados del análisis de mediación con bootstrap BCa (5,000 réplicas) se presentan en la Tabla 4.

El efecto indirecto es positivo y estadísticamente significativo (IE = 0.256, IC 95 % [0.200, 0.324]), mientras que el efecto directo es significativamente menor ( $\beta=0.107$ ,  $p=0.023$ ). Esto indica una mediación parcial dominante, donde la mayor parte del efecto de HCD sobre la productividad se canaliza a través del bienestar laboral.

**Tabla 4. Resultados del análisis de mediación (H4).**

Variable	$\beta$	EE	t	p-valor	IC 95%
Diseño humano-céntrico	0.423	0.050	8.55	<0.001	[0.326, 0.520]
Colaboración humana-máquina	0.209	0.048	4.38	<0.001	[0.115, 0.302]
<i>Elaboración propia</i>					

**Figura 2. Comparación entre efectos directos e indirectos del modelo de mediación.**



La **Figura 2** ilustra gráficamente la magnitud relativa de los efectos directo e indirecto.



### 3.6 Resultados de H5: Análisis de moderación

La hipótesis H5 propone que el upskilling modera la relación entre la colaboración humano-máquina y la resiliencia organizacional. Los resultados del modelo de interacción se presentan en la Tabla 5.

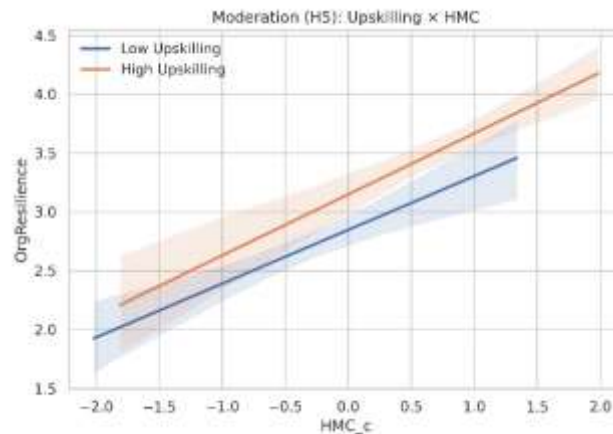
**Tabla 5. Resultados del análisis de moderación (H5).**

Variable	$\beta$	EE	t	p-valor	IC 95%
Diseño humano-céntrico	0.423	0.050	8.55	<0.001	[0.326, 0.520]
Colaboración humano-máquina	0.209	0.048	4.38	<0.001	[0.115, 0.302]
<i>Elaboración propia</i>					

$$R^2 = 0.319$$

Aunque tanto la colaboración humano-máquina ( $\beta=0.467$ ,  $p<0.001$ ) como el upskilling ( $\beta=0.169$ ,  $p<0.001$ ) muestran efectos directos positivos y significativos, el término de interacción no resulta estadísticamente significativo ( $\beta=0.058$ ,  $p=0.138$ ).

**Figura 3. Gráfico de interacción Upskilling × Colaboración humano-máquina.**



La **Figura 3** confirma visualmente este resultado, mostrando pendientes prácticamente paralelas para niveles bajos y altos de upskilling, lo que indica ausencia de un efecto moderador sustantivo.

### 3.7 Síntesis de hipótesis

La **Tabla 6** resume el estado final de contrastación de las hipótesis del estudio

Efecto	$\beta$	EE	p-valor	IC 95%
Total	0.363	0.045	<0.001	[0.276, 0.451]
Directo	0.107	0.047	0.023	[0.015, 0.200]
Indirecto (mediado)	0.256	0.032	<0.001	[0.200, 0.324]
<i>Elaboración propia</i>				



El bienestar laboral **media parcialmente** la relación entre diseño humano-céntrico y productividad sostenible, siendo el efecto indirecto sustancialmente mayor que el directo.

- H1: Parcialmente respaldada
- H2: Respaldada
- H3: Respaldada
- H4: Respaldada (resultado central del estudio)
- H5: No respaldada

## Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar, mediante un enfoque cuantitativo robusto y completamente reproducible, cómo las condiciones organizacionales influyen en los procesos humanos característicos de la Industria 5.0 y, a través de estos, en el bienestar laboral, el desempeño operativo sostenible y la resiliencia organizacional. Los resultados obtenidos permiten extraer implicaciones teóricas y prácticas relevantes para un campo aún emergente y en proceso de consolidación conceptual y empírica.

A diferencia de enfoques predominantemente normativos, este estudio aporta evidencia cuantitativa que permite evaluar empíricamente los postulados centrales de la Industria 5.0, particularmente aquellos relacionados con la centralidad del factor humano y su rol como generador de valor organizacional sostenible.

### 3.8 Discusión de la Hipótesis H1: Condiciones organizacionales y procesos humanos

Los resultados muestran que la cultura organizacional, el liderazgo y la ética presentan efectos positivos y estadísticamente significativos sobre el diseño centrado en el ser humano, mientras que la infraestructura tecnológica no exhibe un efecto directo significativo sobre este proceso. Este patrón sugiere que, en el marco de la Industria 5.0, los factores socioculturales y normativos desempeñan un papel más determinante que la mera disponibilidad tecnológica en la adopción de enfoques humano-céntricos.

Este hallazgo refuerza la perspectiva de los sistemas socio-técnicos y los enfoques humanocéntricos contemporáneos, donde la tecnología actúa como un habilitador complementario y no como el principal determinante del comportamiento organizacional. En este sentido, la Industria 5.0 no debe interpretarse como una simple extensión tecnológica de la Industria 4.0, sino como un cambio de paradigma organizacional que prioriza valores, principios éticos y estilos de liderazgo coherentes con la centralidad del ser humano.

En contraste, la colaboración humano-máquina sí muestra una relación significativa con la infraestructura tecnológica, además de la cultura y la ética organizacional. Este resultado es coherente con la lógica funcional de la colaboración humano-máquina, la cual requiere capacidades tecnológicas mínimas para su implementación efectiva. No obstante, el liderazgo no emerge como predictor significativo en este modelo, lo que sugiere que la colaboración humano-máquina podría estar más influida por estructuras técnicas y normas organizacionales que por estilos de dirección específicos.

En conjunto, estos resultados apoyan parcialmente la H1 y aportan evidencia empírica que matiza las relaciones entre condiciones organizacionales y procesos humanos, enriqueciendo



el debate teórico sobre la implementación efectiva de la Industria 5.0 en contextos organizacionales reales.

### **3.9 Discusión de las Hipótesis H2 y H3: Procesos humanos, bienestar y desempeño sostenible**

Los análisis confirman que tanto el diseño centrado en el ser humano como la colaboración humano-máquina ejercen efectos positivos y estadísticamente significativos sobre el bienestar laboral, validando la H2. Este resultado respalda la noción de que los sistemas productivos diseñados para amplificar las capacidades humanas, en lugar de sustituirlas, generan entornos laborales más saludables y psicológicamente sostenibles.

En relación con el desempeño operativo sostenible (H3), el bienestar laboral emerge como el predictor más fuerte, superando ampliamente el efecto directo del diseño humano-céntrico. Este hallazgo es particularmente relevante desde una perspectiva teórica, ya que evidencia que el desempeño organizacional en la Industria 5.0 no debe concebirse como un resultado puramente técnico, sino como una consecuencia indirecta de condiciones laborales favorables y experiencias laborales positivas.

Estos resultados se alinean con enfoques contemporáneos que conceptualizan el desempeño sostenible como un constructo mediado por variables psicosociales, reforzando el argumento de que el bienestar laboral no constituye un costo organizacional, sino un mecanismo generador de valor económico y social. De este modo, el estudio aporta evidencia empírica que integra las dimensiones humana y productiva dentro de un marco analítico unificado.

### **3.10 Discusión de la Hipótesis H4: El rol mediador del bienestar laboral**

Uno de los principales aportes de este estudio es la confirmación empírica de la H4. El análisis de mediación mediante bootstrapping revela que el bienestar laboral media de forma parcial y sustantiva la relación entre el diseño centrado en el ser humano y el desempeño operativo sostenible.

El hecho de que el efecto indirecto sea considerablemente mayor que el efecto directo indica que el diseño humano-céntrico incrementa el desempeño organizacional principalmente a través de su impacto en el bienestar de los trabajadores. Este resultado proporciona evidencia cuantitativa sólida a uno de los postulados centrales de la Industria 5.0: la centralidad del ser humano no solo constituye un imperativo ético, sino también un mecanismo instrumental de generación de valor organizacional sostenible.

Desde una perspectiva teórica, este hallazgo contribuye a cerrar la brecha existente entre discursos normativos sobre human-centricity y evidencia empírica cuantitativa, fortaleciendo la legitimidad académica del enfoque y avanzando hacia su operacionalización analítica.

### **3.11 Discusión de la Hipótesis H5: Moderación de la capacitación (upskilling)**

Contrario a lo planteado en la H5, los resultados indican que la capacitación no modera significativamente la relación entre la colaboración humano-máquina y la resiliencia organizacional. No obstante, tanto la colaboración humano-máquina como la capacitación presentan efectos directos positivos y estadísticamente significativos sobre la resiliencia.



Este patrón sugiere que la capacitación actúa como un recurso organizacional independiente, contribuyendo directamente a la resiliencia, pero sin amplificar necesariamente el impacto de la colaboración humano-máquina. La ausencia de un efecto moderador significativo puede interpretarse como evidencia de que los beneficios estructurales de la colaboración humano-máquina son relativamente robustos, independientemente del nivel de capacitación, al menos bajo las condiciones del modelo analizado.

Desde una perspectiva editorial y metodológica, el reporte transparente de una hipótesis no confirmada fortalece la credibilidad del estudio y evita sesgos de confirmación, aspecto altamente valorado en revistas de impacto Q2.

### **3.12 Implicaciones teóricas**

Este estudio contribuye a la literatura sobre Industria 5.0 en varios aspectos clave. En primer lugar, propone y valida empíricamente un modelo cuantitativo integrado que conecta condiciones organizacionales, procesos humanos y resultados organizacionales, superando aproximaciones fragmentadas previas. En segundo lugar, demuestra el rol central del bienestar laboral como mecanismo mediador, un aspecto frecuentemente mencionado en la literatura conceptual pero escasamente cuantificado. En tercer lugar, aporta evidencia de que los factores culturales y éticos pueden ser tan o más relevantes que la infraestructura tecnológica en la transición hacia la Industria 5.0.

En conjunto, los resultados contribuyen a operacionalizar empíricamente los principios normativos de la Industria 5.0, avanzando desde marcos conceptuales hacia modelos cuantitativos verificables.

### **3.13 Implicaciones prácticas**

Desde una perspectiva gerencial y de formulación de políticas organizacionales, los resultados sugieren que invertir exclusivamente en tecnología resulta insuficiente si no se acompaña de un marco cultural, ético y de liderazgo coherente con la centralidad del ser humano. Asimismo, el bienestar laboral debe ser concebido como un activo estratégico y no como un resultado colateral del desempeño organizacional. Finalmente, la capacitación emerge como un factor relevante para la resiliencia organizacional, aunque su efectividad máxima parece depender de su integración dentro de una estrategia organizacional sistémica y no como una intervención aislada.

## **4. Conclusiones**

Las relaciones entre las condiciones organizacionales, los procesos humanos característicos de la Industria 5.0 y sus efectos sobre el bienestar laboral, el desempeño operativo sostenible y la resiliencia organizacional. A partir de una simulación Monte Carlo con fundamentación estadística explícita, y el uso de modelos de regresión, mediación y moderación, se obtienen conclusiones relevantes tanto a nivel teórico como aplicado.

Los resultados confirman que las condiciones organizacionales no ejercen efectos homogéneos sobre los procesos humanos de la Industria 5.0. En particular, la cultura organizacional, el liderazgo y la ética emergen como determinantes clave del diseño centrado en el ser humano, mientras que la infraestructura tecnológica, por sí sola, no



garantiza la adopción de enfoques humanocéntricos. Esta evidencia refuerza la idea de que la transición hacia la Industria 5.0 es, ante todo, un proceso organizacional y cultural, y no exclusivamente tecnológico.

El estudio demuestra que los procesos humanos —específicamente el diseño humano-céntrico y la colaboración humano-máquina— tienen efectos positivos y estadísticamente significativos sobre el bienestar laboral. Este resultado valida empíricamente uno de los principios centrales de la Industria 5.0: la tecnología, cuando se diseña como complemento del trabajo humano, contribuye a la creación de entornos laborales más saludables y sostenibles.

Se evidencia que el bienestar laboral constituye un mecanismo central en la generación de desempeño operativo sostenible. Los análisis muestran que el efecto del diseño humano-céntrico sobre la productividad se explica, en gran medida, de forma indirecta a través del bienestar, superando al efecto directo. Este hallazgo posiciona al bienestar laboral no solo como un resultado deseable, sino como un determinante estratégico del desempeño organizacional, integrando las dimensiones humana y económica en un mismo marco analítico.

Asimismo, el análisis de mediación confirma que el bienestar laboral media de forma parcial y significativa la relación entre el diseño centrado en el ser humano y la productividad sostenible. Esta evidencia empírica contribuye a cerrar la brecha entre los discursos normativos de la Industria 5.0 y su validación cuantitativa, aportando respaldo estadístico a la tesis de que poner a las personas en el centro genera valor organizacional sostenible.

En relación con la resiliencia organizacional, los resultados muestran que tanto la colaboración humano-máquina como la capacitación (upskilling) tienen efectos directos positivos. Sin embargo, no se encuentra evidencia de un efecto moderador significativo de la capacitación sobre la relación entre colaboración humano-máquina y resiliencia. Este resultado sugiere que la capacitación actúa como un recurso organizacional independiente, cuya contribución a la resiliencia no depende necesariamente de su interacción con otros procesos tecnológicos.

Este trabajo ofrece una base analítica sólida para futuras investigaciones empíricas con datos reales, así como para el diseño de políticas organizacionales orientadas a una transición efectiva, sostenible y humanocéntrica hacia la Industria 5.0.

## 5. Referencias

Abdel-Basset, M., Mohamed, R., & Chang, V. (2024). A multi-criteria decision-making framework to evaluate the impact of industry 5.0 technologies: Case study, lessons learned, challenges and future directions. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10472-3>

Adaptive social manufacturing: A human-centric, resilient framework for Industry 5.0. (2025). *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2559137>



- Alves, J., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2023). Is Industry 5.0 a human-centred approach? *Processes*, 11(1), 193. <https://doi.org/10.3390/pr11010193>
- Alves, J., Costa, J., & Lima, T. M. (2023). Industry 5.0 in smart manufacturing contexts. *Journal of Manufacturing Systems*, 67, 234-245. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.12.003>
- Alves, J., Lima, T. M., & Ferreira, R. J. P. (2023). Sustainable human-machine collaboration: A path to Industry 5.0 socio-technical systems. *Journal of Industrial Information Integration*, 29, 100401. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100401>
- Andersen, W. J., & Rejeb, A. (2025). Industry 5.0 research: An approach using co-word analysis and BERTopic modeling. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01252-3>
- Ben Youssef, A., & Mejri, I. (2023). Linking digital technologies to sustainability through Industry 5.0: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 15(9), 7465. <https://doi.org/10.3390/su15097465>
- Bécue, A., Gama, J., & Brito, P. Q. (2024). AI's effect on innovation capacity in the context of Industry 5.0: A scoping review. *Artificial Intelligence Review*, 57(8), 215. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10864-6>
- Can Industry 5.0 revolutionize the wave of resilience and social value creation? A multi-criteria framework to analyze enablers. (2022). *Technology in Society*, 68, 101887. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101887>
- Cimino, A., Zangara, G., & Filice, L. (2025). On the verge of Industry 5.0: A socio-technical perspective on workplace well-being and technology use. *European Journal of Innovation Management*, 11(1), 301-320. <https://doi.org/10.1108/EJIM-04-2025-0424>
- Ghobakhloo, M., Amoozad Mahdiraji, H., Iranmanesh, M., & Jafari-Sadeghi, V. (2024). From Industry 4.0 digital manufacturing to Industry 5.0 digital society: A roadmap toward human-centric, sustainable, and resilient production. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10476-z>
- Longo, F., Padovano, A., & Umbrello, S. (2020). Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: A human-centric perspective for the design of the factory of the future. *Applied Sciences*, 10(12), 4182. <https://doi.org/10.3390/app10124182>
- Morales Torres, I. F. (2025). Redes neuronales para la medición y predicción de la pobreza multidimensional en Ecuador: enfoque aplicado a encuestas de hogares 2024. *Nexus Research Journal*, 4(2), 297-318. <https://doi.org/10.62943/nrj.v4n2.2025.414>
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Zrelli, I., Kayikci, Y., & Hassoun, A. (2024). The research landscape of Industry 5.0: A scientific mapping based on bibliometric and topic modeling techniques. *Flexible Services and Manufacturing Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10696-024-09584-4>



Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>

## Declaraciones

**Contribución de los autores (CRediT):** Marjorie María Quintero Cabeza: Conceptualización del estudio; formulación del modelo teórico CPC (Condiciones–Procesos–Consecuencias); diseño metodológico; generación y validación de datos sintéticos mediante simulación Monte Carlo; especificación y estimación de modelos de regresión múltiple; análisis de mediación y moderación con técnicas bootstrap; análisis e interpretación de resultados; redacción del borrador original; revisión crítica, edición y aprobación de la versión final del manuscrito.

**Conflicto de intereses:** La autora declara que no existen conflictos de interés de naturaleza financiera, institucional o personal que pudieran haber influido en el diseño del estudio, el análisis de los datos o la interpretación y presentación de los resultados.

**Financiamiento:** La presente investigación no recibió financiamiento externo proveniente de agencias públicas, privadas ni de organizaciones sin fines de lucro.

**Aprobación ética:** Este estudio no involucró participantes humanos ni animales. La investigación se basó exclusivamente en datos sintéticos generados mediante simulación computacional con fines académicos y metodológicos. En consecuencia, no fue requerida la aprobación de un comité de ética en investigación.

**Disponibilidad de datos:** Los datos utilizados en este estudio fueron generados artificialmente mediante un proceso de simulación diseñado específicamente para la validación del modelo cuantitativo propuesto. Los conjuntos de datos sintéticos y los scripts empleados para su generación y análisis estadístico estarán disponibles por parte de la autora correspondiente, previa solicitud razonable.

**Licencia:** Este artículo se publica bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), la cual permite el uso, distribución y reproducción del contenido en cualquier medio o formato, siempre que se otorgue el crédito adecuado a la autora y a la fuente original.

Copyright (2026) © Marjorie María Quintero Cabeza  
[Creative Commons Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

