

LOGOS

REVISTA ACADÉMICA DE LEAD UNIVERSITY

Enero • Junio 2026
Vol. 7 No. 1

ISSN 2215-5910

LEAD
UNIVERSITY



Haga click
en el artículo
que desea
consultar.

CONTENIDO

INVESTIGACIONES

- 5** **Eficiencia estratégica en la subcontratación internacional: un enfoque de teoría de juegos aplicado a las cadenas globales de valor**
Sandro Zolezzi Hernández
- 14** **Marketing de Influencia: acercamientos teóricos, antecedentes y situación actual**
Laura Montero Corrales
- 24** **Uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la construcción y su efectividad en la reducción de impactos ambientales en Costa Rica**
Kevin Robert Carazo Brown
y Henry Alberto Binns Hernández
- 40** **La inteligencia artificial como herramienta de transformación en el mercado laboral**
Mariangel Conejo Arroyo y Toscano Luconi Esquivel
- 49** **El efecto demostración de Krugman y la transformación cognitiva de Panamá: evidencia empírica del régimen SEM (2007-2025)**
Sandro Zolezzi Hernández
- 61** **Bitcoin y percepción del riesgo: disrupción financiera en la banca estadounidense**
Bárbara S. Armas Rato

ENSAYOS

- 75** **Nearshoring de semiconductores en Costa Rica: estrategia, capacidades y captura de valor**
José Roberto Vega Baudrit, Monserrat Vargas
y Armando Rojas
- 93** **Herramienta de planeación para la eficiencia profesional y estratégica: Un ensayo crítico**
Carlos Segura, Henry Binns, Fermín Medrano,
Scarlett Magdaleno y María Herrera
- 110** **Talento STEM y diplomacia científica: ventaja país en atracción de inversión extranjera directa (IED)**
José Roberto Vega Baudrit, Monserrat Vargas
y Armando Rojas

RESEÑA DE LIBROS

- 127** Mario Agüero Obando

Director Editorial
Lorne Cruz Saborío

Miembros del Comité Editorial
Eduardo Ulibarri Bilbao
Gloriana Ivankovich Escoto
Marcela Hidalgo Solís
Lincy González Rojas
Willy Castro Guzmán

Revisores invitados:
Guillermo Zeledón Flores
Juan Luis Zuñiga

Diseño de Portada
Victoria Jiménez Merlo

Diagramación
Luis Fernando Quirós Abarca

Formato y Estilo / Repositorio Digital
Pablo Ortiz Mata

RAZÓN, PENSAMIENTO Y ARGUMENTOS

A esto se refiere *Logos*, un nombre que, junto a la investigación, revela la naturaleza integral de esta revista.

PRESENTACIÓN

GENERAMOS CONOCIMIENTO ESTRATÉGICO PARA ENTENDER LA DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA, LOS NUEVOS MERCADOS Y LA TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL

El Comité Editorial presenta el volumen 7, número 1 de nuestra revista académica, dando continuidad a un proyecto editorial que busca consolidarse como un espacio de análisis riguroso, diálogo interdisciplinario y producción científica pertinente frente a los cambios estructurales que atraviesan las economías y organizaciones contemporáneas. En un escenario internacional caracterizado por la aceleración tecnológica, la reconfiguración de las cadenas globales de valor, la transformación de los mercados laborales y la creciente presión por avanzar hacia modelos de desarrollo sostenibles, esta edición reafirma el compromiso de la revista con la generación de conocimiento sólido, crítico y aplicado.

A lo largo de sus siete volúmenes, la revista ha procurado articular reflexión teórica y evidencia empírica, promoviendo investigaciones que no solo describan fenómenos emergentes, sino que aporten marcos analíticos útiles para su interpretación estratégica. En esa línea, este número fortalece la vocación académica de la publicación al ofrecer trabajos que dialogan con debates actuales en economía internacional, estrategia organizacional, innovación tecnológica, sostenibilidad y transformación productiva.

La presente edición reúne seis investigaciones, tres ensayos académicos y dos reseñas de literatura, estructurados en torno a problemáticas centrales que

caracterizan el entorno global contemporáneo. Los trabajos incluidos abordan, desde distintas perspectivas teóricas y metodológicas, los desafíos estratégicos que enfrentan las economías y las organizaciones ante procesos de transformación tecnológica, reconfiguración productiva y creciente interdependencia internacional.

En la sección de **Investigaciones**, se incluye el trabajo de **Sandro Zolezzi**, *Eficiencia estratégica en la subcontratación internacional*, que desarrolla un modelo de teoría de juegos para explicar cómo el *offshore outsourcing* puede ser eficiente aun sin ventajas de costos. A través de una estructura secuencial de tres jugadores, el estudio muestra que la elección del proveedor extranjero modifica la competencia en el mercado final y que la eficiencia puede surgir del diseño estratégico y los incentivos de información, más que de diferenciales salariales. El análisis aporta elementos para comprender dinámicas actuales de las cadenas globales de valor, especialmente en economías pequeñas y abiertas como Costa Rica.

Se incluye además el artículo de **Laura Montero**, *Marketing de Influencia: acercamientos teóricos, antecedentes y situación actual*, que analiza esta práctica como un fenómeno comunicativo central en entornos digitales mediados por plataformas. A partir de una revisión de literatura publicada entre 2005 y 2025, el

estudio identifica sus principales fundamentos teóricos –liderazgo de opinión, eWOM, economía de la atención y Marketing de contenidos– y concluye que el Marketing de influencia trasciende su carácter promocional, configurándose como una práctica donde la autenticidad, la afinidad relacional y la visibilidad adquieren un papel determinante en las dinámicas contemporáneas de consumo.

Se incluye el trabajo de **Kevin Carazo** y **Henry Binns**, *Uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la construcción y su efectividad en la reducción de impactos ambientales en Costa Rica*, que analiza la adopción de prácticas sostenibles en el sector construcción costarricense. Mediante un enfoque cuantitativo aplicado a 26 empresas, el estudio evidencia que, aunque existe conocimiento sobre sostenibilidad, su implementación es limitada debido principalmente a los costos iniciales y a debilidades organizativas. No obstante, se observa una disposición positiva hacia la transición sostenible y se recomienda fortalecer la capacitación técnica, los incentivos económicos y la investigación futura en áreas como percepción de usuarios y financiamiento verde.

También, se presenta el artículo de **Mariangel Conejo** y **Toscano Luconi**, *La inteligencia artificial como herramienta de transformación en el mercado laboral*, que analiza el impacto de la IA desde la perspectiva de las capacidades dinámicas, tomando como referencia el caso de IBM. El estudio evidencia que la IA genera valor cuando las organizaciones cuentan con capacidades para identificar oportunidades, innovar y reconfigurar procesos; de lo contrario, sus efectos se limitan a automatizaciones parciales. Se concluye que la transformación laboral depende más de las capacidades organizacionales que de la tecnología en sí, aportando un marco útil para economías emergentes.

La penúltima investigación, de **Sandro Zolezzi**, *El efecto demostración de Krugman y la transformación cognitiva de Panamá*, analiza la atracción de inversión extranjera directa en servicios modernos bajo el Régimen SEM, aplicando la teoría del efecto demostración. Con base en datos del período 2007-2025 y modelos econométricos, el estudio concluye que la

expansión del régimen responde a un proceso reputacional acumulativo, donde cada nueva empresa fortalece la credibilidad institucional, consolidando a Panamá como referente regional en atracción de IED.

La sección concluye con el artículo de **Bárbara Armas**, *Bitcoin y percepción del riesgo: disrupción financiera en la banca estadounidense*, trabajo ganador del **Primer Concurso de Artículos Académicos IFEB Piensa 2025**, organizado por el Instituto de Filosofía y Economía Bitcoin. El estudio examina cómo las variaciones en la capitalización de Bitcoin influyen en la percepción del riesgo en la banca tradicional, desde la perspectiva de la teoría de la innovación. Mediante un modelo econométrico VAR aplicado a datos trimestrales del período 2014-2024, se identifica una relación entre el crecimiento de la capitalización de Bitcoin, el aumento en las tasas de descuento y ajustes estratégicos en el sistema bancario. Los hallazgos subrayan la necesidad de replantear enfoques regulatorios y estrategias de gestión en un entorno financiero en transformación.

La segunda sección, correspondiente a **Ensayos Académicos**, inicia con el ensayo *Nearshoring de semiconductores en Costa Rica: estrategia, capacidades y captura de valor*, de **José Vega**, **Montserrat Vargas** y **Armando Rojas**, examina la oportunidad que representa la reconfiguración de las cadenas globales de valor para que Costa Rica se inserte en segmentos estratégicos de la industria de semiconductores, como ensamblaje, prueba y servicios especializados. Desde el enfoque de cadenas globales de valor, el estudio evalúa fortalezas y brechas estructurales del país, y propone una hoja de ruta centrada en talento, infraestructura e IED. Concluye que el éxito depende de una política de Estado sostenida y del fortalecimiento de la gobernanza tecnocientífica.

También, se incorpora el artículo de **Carlos Segura**, **Henry Binn**, **Fermín Medrano**, **Scarlett Magdaleno** y **María Herrera**, titulado *Herramienta de planeación para la eficiencia profesional y estratégica: Un ensayo crítico*. El trabajo parte de la pregunta sobre qué herramienta simple puede utilizarse para la planeación eficiente de actividades y propone el desarrollo de un

modelo práctico orientado a mejorar la eficiencia profesional y estratégica. El ensayo analiza la importancia de la planeación personal y de equipo, examina herramientas que sirven de base conceptual, presenta el modelo propuesto y discute su diseño y funcionalidad. En conjunto, la contribución ofrece una metodología estructurada y accesible para fortalecer la organización y ejecución eficiente de actividades.

La sección concluye con el artículo *Talento STEM y diplomacia científica: ventaja país en atracción de inversión extranjera directa (IED)*, de **José Vega, Monserrat Vargas y Armando Rojas**, que examina cómo la articulación entre diplomacia científica y capital humano STEM puede fortalecer la atracción de IED intensiva en conocimiento en Costa Rica. El estudio analiza el ecosistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y las redes de cooperación internacional como activos estratégicos. Destaca la construcción de un “poder blando basado en conocimiento”, identifica retos en gobernanza y coordinación interinstitucional, y propone institucionalizar la diplomacia científica y alinear la estrategia de talento con los objetivos de competitividad y desarrollo productivo del país.

La última sección de reseñas de literatura, a cargo de **Mario Agüero**, inicia con el análisis de *Neuroscience for Leadership: Harnessing the Brain Gain Advantage*, de Tara Swart, Kitty Chisholm y Paul Brown. La reseña destaca el rigor científico del libro y su enfoque en la neuroplasticidad como base para el desarrollo del liderazgo, subrayando que estas capacidades pueden entrenarse mediante conocimiento aplicado. Asimismo, resalta su aporte en la comprensión biológica del comportamiento y la construcción de confianza en contextos organizacionales exigentes.

La segunda reseña *Oprime refrescar*, de **Satya Nadella**, destaca la transformación cultural y estratégica de Microsoft bajo su liderazgo, enfatizando el esfuerzo por redescubrir el propósito de la organización y superar resistencias internas. El libro expone un liderazgo basado en coherencia, confianza y aprendizaje continuo, promoviendo una cultura colaborativa y centrada en las personas. Más que un texto motivacional, se presenta como una reflexión aplicada sobre cómo renovar organizaciones en contextos de incertidumbre.

Esta edición reafirma la vocación de la revista como plataforma de análisis crítico y producción académica orientada a los desafíos estructurales de nuestra época. Las contribuciones aquí reunidas abordan, desde distintos ángulos, fenómenos vinculados con la transformación tecnológica, la reconfiguración de las cadenas globales de valor, la sostenibilidad, la innovación organizacional y el liderazgo en contextos de incertidumbre. En conjunto, los trabajos evidencian que la competitividad contemporánea exige no solo capacidades técnicas, sino también marcos institucionales sólidos, visión estratégica y capital humano altamente calificado.

El Comité Editorial agradece a los autores, evaluadores y lectores que hacen posible este proyecto académico. Se espera que los aportes contenidos en esta edición estimulen nuevas investigaciones, debates informados y aplicaciones prácticas en los ámbitos empresarial, público y académico. En un entorno global marcado por cambios acelerados, la reflexión fundamentada y el análisis riguroso continúan siendo herramientas indispensables para comprender la realidad y orientar decisiones con impacto sostenible.

Comité Editorial





EFICIENCIA ESTRATÉGICA EN LA SUBCONTRATACIÓN INTERNACIONAL: UN ENFOQUE DE TEORÍA DE JUEGOS APLICADO A LAS CADENAS GLOBALES DE VALOR

Recibido: 12 de noviembre, 2025 • Revisado: 20 de diciembre, 2025 • Aceptado: 15 de enero, 2026

Sandro Zolezzi Hernández

RESUMEN

Este artículo desarrolla un modelo de teoría de juegos que explica por qué la subcontratación internacional (*offshore outsourcing*) puede ser eficiente incluso en ausencia de ventajas de costos. A través de una estructura secuencial de tres jugadores –dos firmas locales y un proveedor extranjero– se demuestra que la elección del proveedor modifica la estructura competitiva del mercado final, generando equilibrios tipo Cournot y Stackelberg. El modelo introduce una dimensión estratégica basada en incentivos de información y poder de negociación, mostrando que la eficiencia puede surgir del diseño del juego y no del diferencial de costos. Este marco teórico anticipa fenómenos observados en las cadenas globales de valor (CGV) contemporáneas, en especial en economías pequeñas y abiertas como Costa Rica, donde la atracción de inversión extranjera directa (IED) en servicios modernos obedece más a neutralidad competitiva y credibilidad institucional que a ventajas salariales. Se concluye que la IED orientada a servicios cognitivos constituye una forma de eficiencia estratégica global más que una simple búsqueda de ahorro.

Palabras clave: Teoría de juegos, subcontratación internacional, eficiencia estratégica, cadenas globales de valor, inversión extranjera directa, Costa Rica, Cournot, Stackelberg

ABSTRACT

This article develops a game-theoretical model that explains why international outsourcing (*offshore outsourcing*) can be efficient even in the absence of cost advantages. Through a sequential structure involving three players—two domestic firms and one foreign supplier, the model demonstrates that the choice of supplier reshapes the competitive structure of the final goods market, generating Cournot and Stackelberg-type equilibria. It introduces a strategic dimension grounded in information incentives and bargaining power, showing that efficiency may emerge from the design of the game rather than from cost differentials. The framework anticipates current phenomena in global value chains (GVCs), especially in small and open economies such as Costa Rica, where foreign direct investment (FDI) in modern services is driven more by competitive neutrality and institutional credibility than by wage advantages. The paper concludes that knowledge-intensive FDI represents a form of strategic global efficiency rather than a mere search for cost reduction.

Keywords: Game theory, international outsourcing, strategic efficiency, global value chains, foreign direct investment, Costa Rica, Cournot, Stackelberg

Sandro Zolezzi Hernández es Investigador Asociado de la Universidad LEAD y Research Fellow de la Academia de Centroamérica.

INTRODUCCIÓN

La globalización contemporánea no solo ha fragmentado los procesos productivos, sino que ha reconfigurado la lógica estratégica de la competencia entre firmas. Las decisiones de *offshoring* y subcontratación internacional, tradicionalmente analizadas desde la perspectiva de reducción de costos o eficiencia operativa, hoy deben entenderse como **elecciones estratégicas que alteran la estructura del juego competitivo**. En este contexto, la empresa no sólo decide dónde producir, sino también **bajo qué reglas desea competir** (Anexo 1).

El modelo propuesto reformula los juegos oligopólicos clásicos tipo Cournot y Stackelberg en un entorno de competencia global y encadenamientos productivos internacionales, donde las decisiones de *sourcing* anteceden y condicionan las decisiones de cantidad o precio. En el marco de este artículo, un equilibrio tipo **Cournot** se refiere a un régimen de competencia simultánea en cantidades, en el que las firmas eligen su nivel de producción sin conocer previamente la decisión de su rival. En contraste, un equilibrio tipo **Stackelberg** implica una estructura jerárquica, en la cual una firma líder decide primero su nivel de producción y la firma seguidora responde estratégicamente con pleno conocimiento de esa decisión.

Este enfoque permite capturar una dimensión menos explorada de la competencia internacional: la posibilidad de eficiencia estratégica derivada del diseño del juego –es decir, de la estructura competitiva inducida por la elección del proveedor– incluso en ausencia de ventajas de costos.

A diferencia de los enfoques de Antràs y Helpman (2004) o Grossman y Rossi-Hansberg (2008), que enfatizan los fundamentos microeconómicos de la fragmentación y el comercio de tareas, el modelo aquí desarrollado introduce una **dimensión conductual y de incentivos de información**: una firma puede preferir un proveedor extranjero no por su menor costo, sino porque al hacerlo modifica la estructura de competencia, evitando revelar información a un rival doméstico. En este sentido, el *offshoring* puede ser racional como una forma de **autoprotección estratégica** más que como una decisión de eficiencia productiva.

Esta reinterpretación tiene implicaciones profundas para economías pequeñas y abiertas como Costa Rica, Panamá o República Dominicana, donde la inversión

extranjera directa (IED) orientada a servicios modernos no se basa en salarios bajos, sino en **neutralidad competitiva**, estabilidad institucional y reputación regulatoria. En el marco de este artículo, la neutralidad competitiva se entiende como un entorno institucional en el que las firmas no obtienen ventajas estratégicas derivadas del acceso privilegiado a información, regulaciones asimétricas o relaciones contractuales que distorsionen la competencia con actores locales o internacionales.

El modelo sugiere que estos atributos constituyen activos estratégicos que posicionan a las economías pequeñas como nodos confiables dentro de las cadenas globales de valor (CGV), no por costos relativos, sino por su capacidad de ofrecer reglas claras, previsibles y simétricas a los inversionistas.

En suma, el aporte de este trabajo consiste en demostrar, mediante un modelo de teoría de juegos simple pero generalizable, que la eficiencia internacional puede surgir **del equilibrio estratégico y no necesariamente del diferencial de costos**. Esta conclusión revalida el papel de las instituciones, la información y la estructura de mercado como determinantes modernos de la competitividad global.

Este modelo se diferencia de los enfoques previos en que el costo no es la variable determinante de la eficiencia, sino la estructura del juego que la firma logra al elegir su proveedor. La decisión de subcontratar redefine las reglas de competencia entre las empresas locales, creando una eficiencia de origen estratégico más que operativo. De este modo, el modelo llena un vacío en la literatura al demostrar que el *offshoring* puede ser racional aun sin diferenciales de costos, siempre que altere favorablemente el equilibrio competitivo.

REVISIÓN DE LA LITERATURA Y POSICIONAMIENTO TEÓRICO

Literatura relacionada

Modelos previos de decisión de abastecimiento internacional en contexto oligopólico –entre otros Leahy (2009), Grossman (2002) y la literatura de *global sourcing* de Antràs y Helpman (2004)– ya habían mostrado que la firma decide primero su forma de organización internacional, y luego, compete en el mercado. Sin embargo, estos enfoques suponen típicamente que la ventaja de la subcontratación es de costos o de mecanismos

de control contractual. En contraste, el modelo introduce un canal adicional: la elección del proveedor modifica la estructura del juego entre las firmas locales (Cournot vs. Stackelberg), de manera que la subcontratación internacional puede ser eficiente aun cuando el proveedor extranjero no es más barato.

Esta característica lo acerca a la literatura de *'trade in tasks'* de Grossman y Rossi-Hansberg (2008), que también identifica offshoring eficiente con ahorros pequeños, pero lo hace en un entorno de equilibrio parcial y con un objetivo distinto: preservar la posición estratégica de la firma 2 frente a un proveedor local que es también competidor.

La decisión de subcontratar internacionalmente ha sido abordada desde diversas corrientes teóricas que, en conjunto, permiten ubicar este modelo dentro del debate contemporáneo.

1. **Teorías de la firma y costos de transacción.** Desde Coase (1937) y Williamson (1975, 1985), la explicación clásica de la integración y la externalización se centra en los costos de transacción, la especificidad de activos y los riesgos de oportunismo. Este enfoque no siempre captura la dimensión estratégica de la competencia entre proveedores, especialmente cuando uno es local y el otro extranjero.
2. **Contratos incompletos y organización internacional de la producción.** Grossman y Hart (1986) y Hart y Moore (1990) introdujeron los contratos incompletos y los derechos de control. Antràs (2003) y Antràs y Helpman (2004) aplicaron este marco a la fragmentación internacional, mostrando que las empresas asignan control y propiedad según la intensidad de capital y la posibilidad de subinversión del proveedor. Este modelo aporta al reconocer que la deslocalización no depende solo de costos sino de asimetría de información y poder de negociación.
3. **Fragmentación y comercio de tareas.** Grossman y Rossi-Hansberg (2006, 2008) plantearon que la globalización moderna consiste en comerciar **tareas** más que bienes finales. Este modelo es afín a esa lógica, pues la Firma 2 no traslada toda la producción, sino una tarea intermedia (el insumo X) necesaria para competir en el mercado del bien final G. La decisión estratégica de

subcontratar surge aun sin ventaja de costos por la estructura de información del juego.

4. **Modelos de competencia oligopólica y CGV.** Los modelos de oligopolio internacional (Brander y Spencer, 1985; Helpman y Krugman, 1985) analizaron subsidios, aranceles y entrada de firmas extranjeras, pero no la subcontratación de insumos cuando el proveedor local es competidor en el mercado final. Este modelo llena ese vacío al combinar estructuras Cournot y Stackelberg con una decisión previa de *sourcing*, generando equilibrios múltiples.

Este modelo demuestra que la externalización puede ser óptima aun en ausencia de ventajas de costos, cuando la elección del proveedor modifica la estructura competitiva del mercado final. Además, explica cómo economías pequeñas pueden insertarse en las CGV sin recurrir a salarios bajos, ofreciendo en su lugar neutralidad competitiva y previsibilidad contractual.

Aportes al debate contemporáneo

El artículo se inscribe en una corriente emergente de la economía internacional que busca reinterpretar los modelos microfundados clásicos bajo condiciones de interdependencia y segmentación global. Así, combina la tradición de los juegos oligopólicos (Brander & Spencer, 1985; Helpman & Krugman, 1985) con los avances en teoría de la firma y de la organización industrial internacional (Antràs, 2003; Baldwin, 2016).

El principal valor agregado del modelo es su traslación de un marco teórico conocido –el dilema Cournot/Stackelberg– hacia un contexto global de CGV, donde las decisiones sobre proveedores determinan simultáneamente la estructura del juego y la posición competitiva de las firmas. La simplicidad analítica permite que este enfoque sea replicable empíricamente, mediante la observación de patrones de IED y de localización de centros de servicios compartidos que responden más a estrategias de información que a costos relativos.

Asimismo, el modelo contribuye a la literatura de eficiencia estratégica (Krugman, 1984; Dixit, 1986) al mostrar que las firmas pueden optimizar no solo su producción o sus precios, sino el entorno de competencia mismo. En este sentido, la subcontratación internacional opera como un mecanismo de rediseño del juego económico global.

METODOLOGÍA FORMAL DEL MODELO

Supuestos básicos y estructura del juego

El modelo considera dos firmas locales, la Firma 1 y la Firma 2, que producen un bien final homogéneo G utilizando una unidad del insumo intermedio X . La Firma 1 puede producir el insumo localmente con costo marginal c_1 , mientras que una empresa extranjera F puede ofrecerlo desde el exterior a un costo marginal c_F con $c_1 < c_F$ y una diferencia pequeña.

La demanda inversa del bien final está dada por:

$$P = a - b(q_1 + q_2),$$

donde q_1 y q_2 son las cantidades producidas por las Firmas 1 y 2, respectivamente.

No existe *split award*: la Firma 2 adjudica el insumo a un único proveedor. El juego se desarrolla en tres etapas secuenciales:

- (i) la Firma 1 y la Firma F anuncian simultáneamente los precios del insumo P_1 y P_F ;
- (ii) la Firma 2 elige al proveedor;
- (iii) las firmas locales compiten en el mercado final.

La elección del proveedor determina endógenamente la estructura competitiva de la etapa final: competencia simultánea tipo Cournot si se elige al proveedor extranjero, o competencia jerárquica tipo Stackelberg si se elige al proveedor local.

Resolución del juego

i) Escenario Cournot (subcontratación extranjera)

Si la Firma 2 subcontrata al proveedor extranjero F , ambas firmas locales compiten simultáneamente en cantidades (Anexo 2). Los beneficios son:

$$\begin{aligned}\pi_1 &= (a - b(q_1 + q_2) - c_1)q_1 \\ \pi_2 &= (a - b(q_1 + q_2) - P_F)q_2\end{aligned}$$

$$\text{con } P_F = c_F$$

Las funciones de reacción se obtienen maximizando los beneficios respecto de las cantidades y resolviendo el sistema resultante, lo que conduce al equilibrio de Nash:

$$q_1^* = \frac{a - 2c_1 + P_F}{3b}, \quad q_2^* = \frac{a - 2P_F + c_1}{3b}.$$

ii) Escenario Stackelberg (subcontratación local)

Si la Firma 2 subcontrata a la Firma 1, se establece una relación jerárquica: la Firma 2 actúa como líder y la Firma 1 como seguidora (Anexo 3).

La Firma 1 responde según su función de reacción:

$$q_1 = \frac{a - c_1 - bq_2}{2b},$$

Anticipando esta respuesta, la Firma 2 maximiza su beneficio:

$$\pi_2 = (a - b(q_1 + q_2) - P_1)q_2,$$

lo que conduce al óptimo:

$$q_2^* = \frac{a - 2P_1 + c_1}{2b},$$

y, por sustitución, al nivel de producción del seguidor.

Decisión de subcontratación y condiciones de equilibrio

Dado el par de precios (P_1, P_F) , la Firma 2 elige al proveedor que maximiza su beneficio esperado. Si $P_1 > P_F$, subcontrata al proveedor extranjero y se obtiene el equilibrio Cournot; si $P_1 < P_F$, subcontrata al proveedor local y emerge un equilibrio Stackelberg. Cuando $P_1 = P_F$, la Firma 2 es indiferente y pueden sostenerse ambos equilibrios de Nash (Anexo 4).

Interpretación estratégica

El modelo muestra que puede ser racional subcontratar al extranjero incluso en ausencia de ventajas de costos, con el objetivo de preservar la simetría informativa y evitar revelar información estratégica a un competidor local. Así, la elección del proveedor no solo determina los costos, sino también la estructura del juego competitivo y, con ello, la eficiencia resultante.

Idea central

La sección muestra con claridad que la subcontratación internacional puede ser una decisión racional aun sin ventaja de costos porque le permite a la Firma 2 obligar al mercado a jugar Cournot (simultáneo) en lugar de Stackelberg (jerárquico), protegiendo así su información y su posición estratégica.

Relevancia para economías pequeñas y abiertas

El modelo tiene especial relevancia para países como Costa Rica, Panamá o República Dominicana, cuyas economías son pequeñas, abiertas y dependen de la IED y los servicios modernos. En estos contextos:

- La ventaja no proviene de costos laborales bajos, sino de neutralidad competitiva y credibilidad institucional.
- El proveedor extranjero puede ser preferido no por costo, sino por evitar asimetrías locales.
- El modelo explica la atracción de IED en servicios compartidos y centros digitales, donde la eficiencia es estratégica.

La lógica del modelo puede observarse empíricamente en sectores de servicios modernos en Centroamérica. En Panamá, por ejemplo, las empresas SEM muestran un patrón de crecimiento sostenido donde la eficiencia no proviene de menores costos laborales, sino de la neutralidad institucional que evita conflictos de información entre filiales y proveedores locales. De modo similar, Costa Rica ha consolidado su atractivo para centros de servicios globales gracias a su reputación de estabilidad y previsibilidad regulatoria, atributos que –en los términos de este modelo– equivalen a comprar una estructura de juego más eficiente y menos riesgosa.

En materia de política económica, el desafío no es atraer más inversión, sino atraer la correcta: aquella que respeta las reglas del juego y amplifica la eficiencia colectiva. Los gobiernos del siglo XXI deben entender que el poder de un país pequeño no radica en su tamaño, sino en su **capacidad para definir las condiciones del juego**. Quien diseña un entorno de confianza, transparencia y coherencia regulatoria se convierte en un jugador global, aunque carezca de escala.

IMPLICACIONES PARA ECONOMÍAS PEQUEÑAS Y ABIERTAS: EL CASO DE COSTA RICA Y PANAMÁ

Las predicciones del modelo son particularmente relevantes para economías pequeñas y abiertas como Costa Rica y Panamá, cuya inserción en las cadenas globales de valor se ha basado crecientemente en servicios modernos y actividades intensivas en conocimiento. En estos contextos, la decisión de subcontratar

proveedores extranjeros, aun cuando no exista una ventaja clara de costos, puede interpretarse como una estrategia racional para preservar neutralidad competitiva y evitar la revelación de información estratégica entre firmas locales que compiten en mercados reducidos.

El modelo sugiere que la elección de proveedores internacionales no responde únicamente a diferenciales salariales o tecnológicos, sino a la posibilidad de inducir una estructura de competencia más simétrica y predecible en el mercado final. Este patrón es consistente con la experiencia observada en países como Costa Rica y Panamá, donde la atracción de inversión extranjera directa en servicios modernos ha descansado menos en ventajas de costos y más en atributos institucionales que reducen fricciones estratégicas entre actores locales y globales.

En este sentido, el modelo ofrece un marco analítico útil para comprender por qué economías pequeñas pueden integrarse exitosamente a las cadenas globales de valor no como centros de producción de bajo costo, sino como nodos confiables que facilitan coordinación, previsibilidad y eficiencia estratégica en entornos competitivos complejos.

CONCLUSIONES: CUANDO EL COSTO DEJA DE SER EL JUEGO

El modelo desarrollado demuestra que la globalización no es solo un fenómeno de costos relativos, sino un campo de estrategias cognitivas y de diseño institucional. En un mundo donde la información y la confianza son los verdaderos activos, las firmas no buscan únicamente producir más barato, sino competir bajo las reglas que mejor preservan su posición estratégica.

El principal hallazgo, que una empresa puede racionalmente subcontratar al extranjero aun sin ventaja de costos, desafía la ortodoxia de la eficiencia estática. Introduce, en cambio, una noción dinámica de eficiencia estratégica, donde el objetivo no es minimizar costos sino maximizar grados de libertad frente a competidores y entornos inciertos.

Esta lectura es particularmente relevante para las economías pequeñas y abiertas. Países como Costa Rica, Panamá o República Dominicana no compiten por precios, sino por neutralidad institucional, estabilidad jurídica y reputación como socios confiables. En ellos, la IED moderna actúa como un mecanismo

de outsourcing de confianza: las multinacionales compran certidumbre, no solo capacidad productiva.

En términos más amplios, el análisis sugiere que la competencia global ya no se define en términos de los costos laborales, sino en el diseño del entorno institucional. Las naciones que comprendan esta lógica –aquellas capaces de ofrecer entornos donde las reglas son previsibles y la información fluye sin riesgo estratégico– serán las que capten la nueva ola de inversión global. En última instancia, el costo más bajo no gana el juego: lo gana quien diseña el tablero.

En la economía global del siglo XXI, la eficiencia ya no se mide solo en unidades monetarias, sino en grados de libertad estratégica. Las empresas que entienden esta lógica dejan de competir por costos y comienzan a diseñar su propio tablero de juego. Esa es la nueva

frontera de la globalización: no producir más barato, sino competir con más inteligencia.

En el terreno de la política económica, este modelo invita a repensar la forma en que los países pequeños y abiertos compiten por atraer inversión extranjera. La eficiencia internacional no se conquista reduciendo salarios ni concediendo exenciones, sino **diseñando entornos donde la información fluya sin riesgo estratégico y las reglas del juego sean estables y predecibles**. La verdadera política industrial del siglo XXI no consiste en fabricar bienes más baratos, sino en construir sistemas institucionales que permitan a las empresas jugar con inteligencia, confianza y neutralidad. Así, la ventaja competitiva deja de ser una cuestión de costos y se convierte en una cuestión de **claridad, coherencia y credibilidad**.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antràs, P. (2003). Firms, contracts, and trade structure. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1375-1418. <https://doi.org/10.1162/003355303322552907>
- Antràs, P., & Helpman, E. (2004). Global Sourcing. *Journal of Political Economy*, 112(3), 552-580. <https://doi.org/10.1086/383099>
- Baldwin, R. (2016). *The great convergence: Information technology and the new globalization*. Harvard University Press.
- Brander, J. A., & Spencer, B. J. (1985). Export subsidies and international market share rivalry. *Journal of International Economics*, 18(1-2), 83-100. [https://doi.org/10.1016/0022-1996\(85\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0022-1996(85)90006-6)
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16), 386-405. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0335.1937.tb00002.x>
- Dixit, A. K. (1986). Comparative statics for oligopoly. *International Economic Review*, 27(1), 107-122. <https://doi.org/10.2307/2526601>
- Grossman, G. M. (2002). Outsourcing versus FDI in industry equilibrium. *Journal of the European Economic Association*, 1(2-3), 317-327. <https://doi.org/10.1162/154247603322390961>
- Grossman, G. M., & Hart, O. D. (1986). The costs and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration. *Journal of Political Economy*, 94(4), 691-719. <https://doi.org/10.1086/261404>
- Grossman, G. M., & Rossi-Hansberg, E. (2008). Trading tasks: A simple theory of offshoring. *American Economic Review*, 98(5), 1978-1997. <https://doi.org/10.1257/aer.98.5.1978>
- Hart, O., & Moore, J. (1990). Property rights and the nature of the firm. *Journal of Political Economy*, 98(6), 1119-1158. <https://doi.org/10.1086/261729>
- Helpman, E., & Krugman, P. R. (1985). *Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy*. MIT Press.
- Krugman, P. R. (1984). Import protection as export promotion: International competition in the presence of oligopoly and economies of scale. In H. Kierzkowski (Ed.), *Monopolistic competition and international trade* (pp. 180-193). Oxford University Press.
- Leahy, D. (2009). International outsourcing, firm heterogeneity and welfare. *Manchester School*, 77(4), 447-468. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.2009.02010.x>
- Marin, D., & Verdier, T. (2003). Globalization and the new enterprise. *Journal of the European Economic Association*, 1(2-3), 337-344. <https://doi.org/10.1162/154247603322390970>
- Williamson, O. E. (1975). *Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications*. Free Press.
- Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism*. Free Press.

ANEXOS

| ANEXO 1. CUADRANTES DE OUTSOURCING | | |
|------------------------------------|---|--|
| Proceso / Proveedor | In - house | Outsource |
| Onshore | Actividades asumidas al interior de la empresa en el mismo país en donde se venden los productos o servicios | Actividades asumidas por un proveedor externo a la empresa en el mismo país en donde se venden los productos o servicios |
| Offshore | Actividades asumidas al interior de la empresa, en un país diferente de donde se venden los productos o servicios | Actividades asumidas por un proveedor externo a la empresa en un país diferente de donde se venden los productos o servicios |

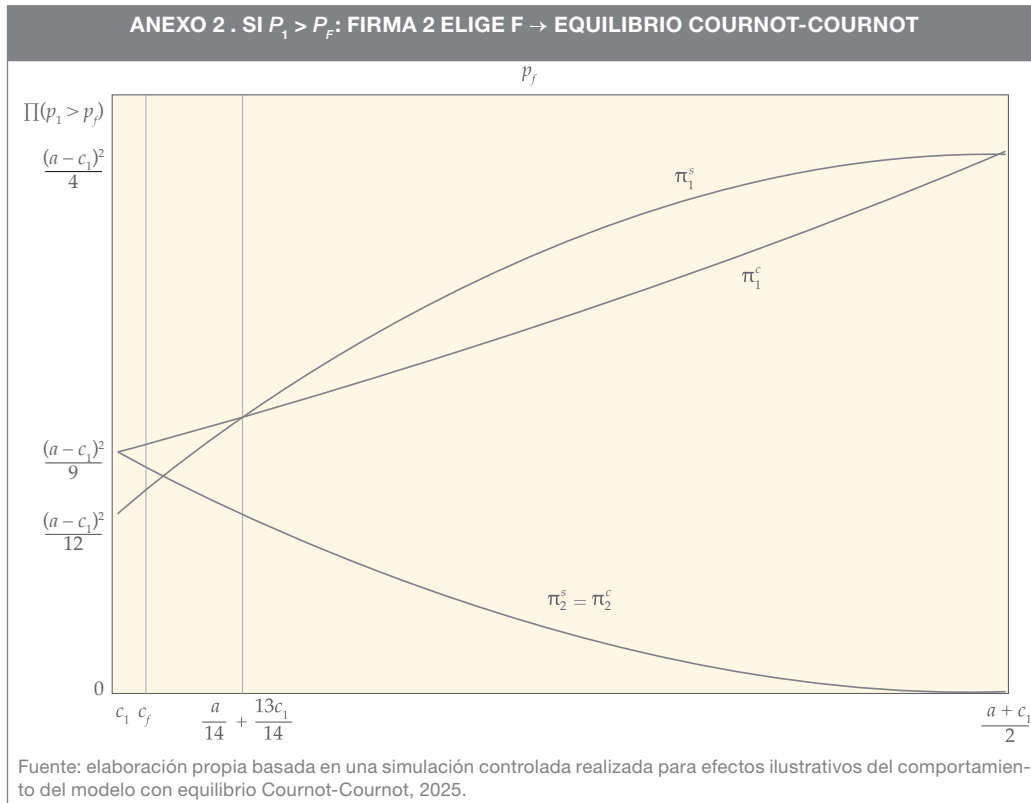
Fuente: Leahy, D. (2009).

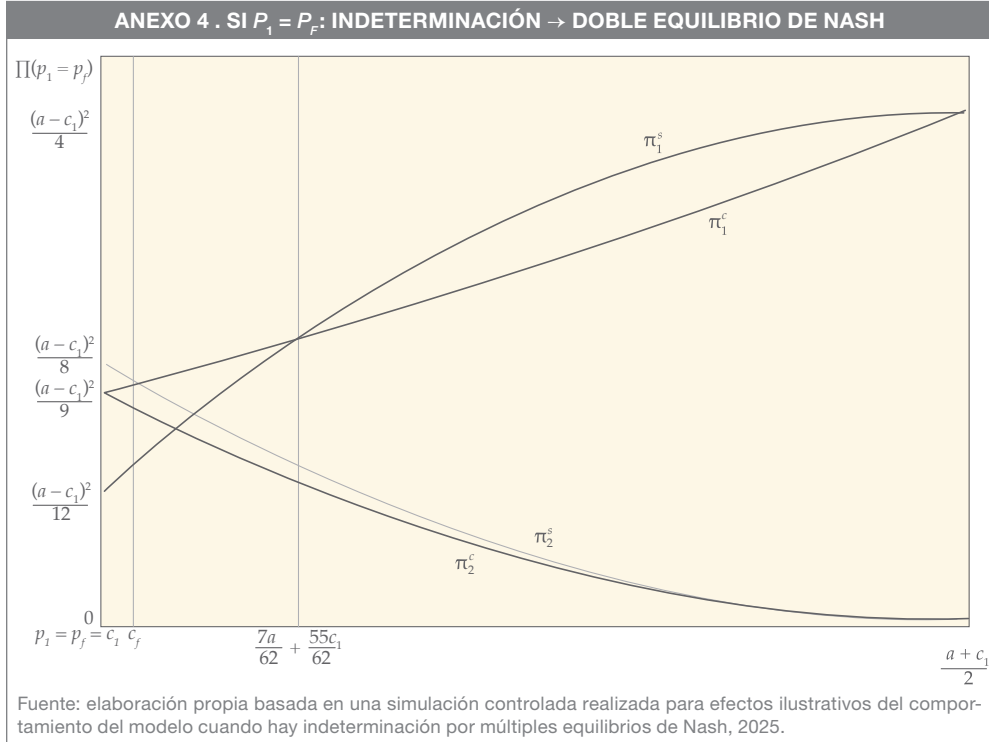
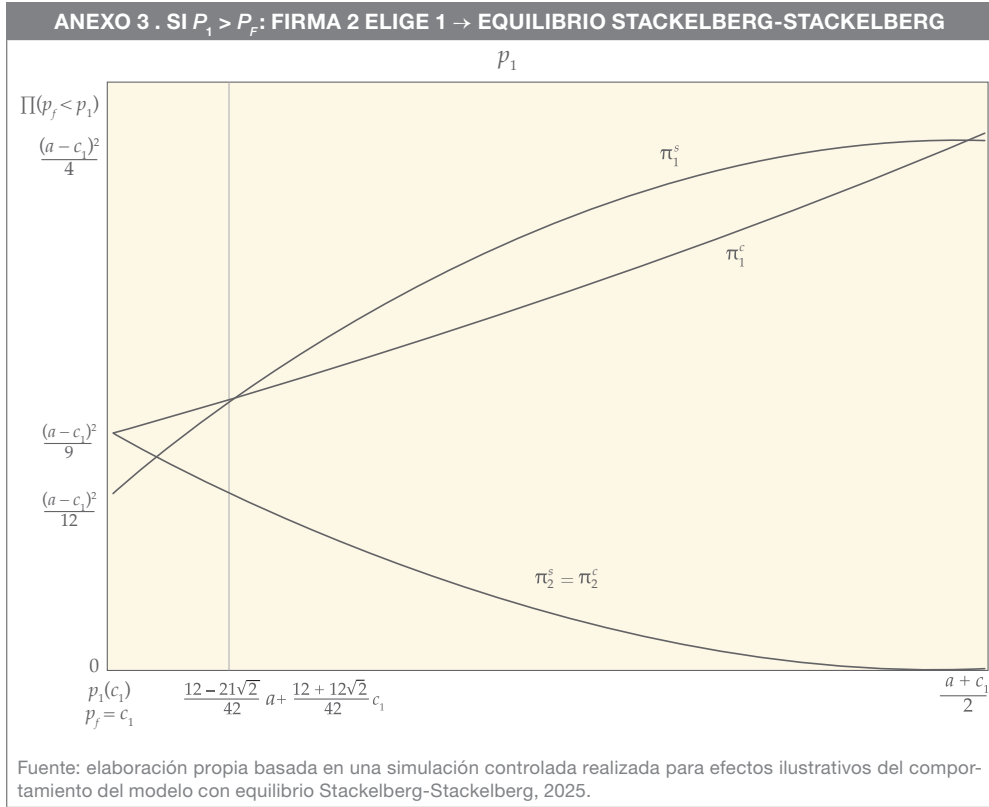
Este cuadro representa el espacio estratégico de decisión entre producir internamente (in-house) o subcontratar (outsourcing), tanto en el país (onshore) como en el extranjero (offshore).

Los cuadrantes muestran las cuatro configuraciones posibles:

1. In-house Onshore (integración vertical local)
2. In-house Offshore (filial propia en el extranjero)
3. Outsource Onshore (proveedor local)
4. Outsource Offshore (proveedor extranjero)

El modelo se ubica en el cuadrante (4), pero enfatiza que la elección no depende del costo sino de la estructura estratégica resultante. Así se visualiza que el *offshoring* puede ser racional incluso con costos similares.









MARKETING DE INFLUENCIA: ACERCAMIENTOS TEÓRICOS, ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

Recibido: 04 de noviembre, 2025 • Revisado: 20 de diciembre, 2025 • Aceptado: 15 de enero, 2026

Laura Montero Corrales

RESUMEN

El artículo examina el Marketing de influencia como una práctica comunicativa central en los entornos digitales mediados por plataformas, donde la circulación social de contenidos redefine los vínculos entre marcas, audiencias y tecnologías. Su objetivo es analizar los antecedentes históricos y los principales enfoques teóricos que permiten comprender la configuración actual de esta práctica dentro de la cultura digital.

A partir de una revisión de literatura académica y profesional publicada entre 2005 y 2025, el estudio identifica la influencia de los enfoques sobre liderazgo de opinión, eWOM, economía de la atención y Marketing de contenidos. Los hallazgos evidencian que el Marketing de influencia trasciende su carácter promocional y se configura como una práctica comunicativa situada, en la que la autenticidad percibida, la afinidad relacional y la visibilidad operan como capitales simbólicos relevantes para comprender los procesos contemporáneos de consumo y mediación tecnosocial.

Palabras clave: Marketing de influencia, creadores de contenido, economía de la atención, plataformas digitales, marketing digital.

ABSTRACT

The article examines influencer marketing as a central communicative practice within a platform-mediated digital ecosystem, where collaborative production and the social circulation of content reconfigure relationships among brands, audiences, and technologies. Through an interpretive theoretical review based on academic and professional literature published between 2005 and 2025, it analyzes the historical antecedents of the concept of influence and the main theoretical frameworks that underpin it, including opinion leadership, electronic word of mouth (eWOM), the attention economy, and content marketing.

The analysis is organized around three axes: the historical evolution of influence; the articulation between narratives, symbolic production, and digital platforms; and the role of content creators as new cultural mediators. The findings emphasize that influencer marketing should not be understood merely as a promotional tactic, but as a situated communicative practice in which perceived authenticity, affinity, and visibility operate as emerging forms of symbolic capital, contributing to an understanding of contemporary dynamics of consumption, identity, and techno-social mediation.

Keywords: influencer marketing, content creators, attention economy, digital platforms, digital marketing.

Laura Montero Corrales es Doctora en Comunicación, con orientación en Tecnologías de la Comunicación y Globalización. Profesora e investigadora de la Universidad de Costa Rica. Investigadora asociada a LEAD University.

INTRODUCCIÓN

La publicidad y el mercadeo han experimentado transformaciones profundas en el marco de un espacio comunicacional mediado por plataformas digitales. El crecimiento sostenido del uso de redes como TikTok, Instagram y YouTube ha modificado los procesos de circulación de mensajes, introduciendo nuevas dinámicas entre marcas, audiencias y tecnologías (Scolari, 2018). En el caso costarricense, el informe RED 506 reporta 5,8 millones de usuarios digitales, un incremento del 8% respecto a 2024, y la consolidación del video corto como principal formato de consumo, lo que evidencia un entorno donde las prácticas comunicativas dependen cada vez más de algoritmos, participación distribuida y culturas expresivas en red (El Financiero & Shift Porter Novelli, 2025). Este panorama confirma que el espacio mediado por plataformas no solo crece en volumen, sino también en diversidad generacional y temporalidad de uso, configurando un escenario comunicacional de alta densidad simbólica. En consecuencia, las marcas se ven impulsadas a replantear sus estrategias de comunicación para conectar de manera más cercana y significativa con sus comunidades digitales.

En este contexto, el Marketing de influencia adquiere relevancia como una práctica comunicacional que articula relaciones simbólicas entre creadores de contenido, comunidades digitales y estrategias de marca. Más allá de una táctica promocional, se configura como un proceso cultural inscrito en la economía de la atención, donde la autenticidad percibida, la afinidad y la visibilidad operan como capitales simbólicos en disputa dentro de los entornos digitales (Abidin, 2018; Marwick, 2015). Estas transformaciones se sostienen, además, en el auge del *electronic Word of Mouth* (eWOM), fenómeno que traslada la recomendación interpersonal al espacio mediado por plataformas y redefine los mecanismos de credibilidad, confianza y legitimidad en la comunicación digital contemporánea (Litvin *et al.*, 2008).

Este artículo desarrolla una revisión teórica con un énfasis interpretativo, organizada en tres dimensiones analíticas: (1) los antecedentes conceptuales vinculados al liderazgo de opinión y al surgimiento del *Word of Mouth* y su posterior digitalización (Katz & Lazarsfeld, 1955); (2) la evolución del Marketing de influencia en diálogo con el Marketing de contenidos,

la economía de la atención y las culturas participativas (Blanco, 2016; Chaffey & Ellis-Chadwick, 2015); y (3) la configuración actual de los creadores de contenido como mediadores culturales capaces de traducir símbolos, prácticas y valores de marca en narrativas socialmente verosímiles (Castelló-Martínez & Del Pino-Romero, 2015).

A partir de este marco, la pregunta orientadora del estudio es: ¿cómo se ha configurado el Marketing de influencia en el campo comunicacional digital y cuáles son sus implicaciones para comprender las relaciones entre consumo, identidad y mediación tecnosocial? Esta interrogante permite situar el fenómeno más allá de su dimensión instrumental, inscribiéndolo en un entramado sociotécnico donde convergen estrategias organizacionales, prácticas de usuarios y transformaciones estructurales del ecosistema digital contemporáneo (Scolari, 2018; Rosato, 2021).

METODOLOGÍA

Este estudio se inscribe en un enfoque cualitativo de revisión teórica con un énfasis interpretativo, orientado a articular perspectivas que permitan comprender la evolución del Marketing de influencia como una práctica comunicacional situada en un entorno mediado por plataformas digitales. No se propone desarrollar un abordaje empírico, sino construir un marco conceptual que, a partir del diálogo entre distintas tradiciones teóricas, permita interpretar las transformaciones culturales, simbólicas y tecnológicas asociadas a la influencia digital. En este sentido, el análisis se apoya en estudios sobre liderazgo de opinión, el *electronic Word of Mouth* (eWOM), la economía de la atención y las culturas participativas (Katz & Lazarsfeld, 1955; Litvin *et al.*, 2008; Abidin, 2018).

La revisión documental abarca literatura académica y profesional publicada entre 2005 y 2025, período en el que se consolidan las plataformas sociales y emergen las prácticas contemporáneas asociadas al Marketing de influencia. Se analizaron artículos científicos, libros especializados y estudios sectoriales provenientes de instituciones académicas y organismos especializados, entre ellos IAB Spain, RED506, CICOM y Procomer. La selección de estas fuentes permitió contextualizar el fenómeno tanto en el plano teórico como en su inserción en

dinámicas comunicacionales y tecnológicas recientes, priorizando aproximaciones que abordan la influencia desde dimensiones socioculturales, comunicacionales y mediáticas (Blanco, 2016; Procomer, 2023).

El análisis se organiza en tres niveles complementarios. En primer lugar, un nivel histórico-conceptual, orientado a examinar el surgimiento del WOM y del eWOM como antecedentes directos del Marketing de influencia. En segundo lugar, un nivel sociocultural y narrativo, que permite comprender cómo los contenidos, los relatos y las comunidades digitales configuran nuevas formas de valor simbólico en plataformas mediadas. Finalmente, un nivel contextual, destinado a situar tendencias actuales del ecosistema digital, incluyendo el crecimiento del consumo de contenidos y los procesos de apropiación tecnológica por parte de las audiencias, con base en reportes recientes y literatura especializada.

Los criterios de selección del corpus se basaron en la relevancia teórica, la pertinencia conceptual y la contribución al debate académico sobre la influencia digital. En particular, se priorizaron textos que:

1. explican los antecedentes históricos del liderazgo de opinión y del Word of Mouth (WOM);
2. abordan la articulación entre contenido digital, narrativas y culturas participativas; y
3. describen las transformaciones recientes en la relación entre marcas, creadores de contenido y audiencias.

Este proceso permitió construir un corpus analítico que integra enfoques clásicos, como el modelo de los dos pasos, con aproximaciones contemporáneas centradas en los creadores de contenido y las dinámicas de mediación tecnosocial (Marwick, 2015; Castelló-Martínez & Del Pino-Romero, 2015).

Desde esta perspectiva interpretativa, la metodología busca explicar las dinámicas culturales y tecnológicas que estructuran la influencia digital, entendida como una práctica comunicativa atravesada por plataformas, algoritmos y formas de producción colaborativa de sentido. De este modo, la revisión teórica permite analizar cómo se construyen la credibilidad, la afinidad y la visibilidad en el entorno comunicacional contemporáneo, más allá de una lógica estrictamente instrumental o promocional (Scolari, 2018; Rosato, 2021).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN TEÓRICA

Antecedentes del Marketing y su evolución digital

El marketing ha sido concebido históricamente como un proceso orientado a identificar y satisfacer necesidades mediante el intercambio de bienes y servicios. En esta línea, Kotler (2002) lo define como un proceso social y administrativo que permite a individuos y grupos obtener lo que necesitan y desean a través de la creación y el intercambio de productos. No obstante, desde una perspectiva comunicacional y cultural, el marketing puede entenderse también como una práctica simbólica que organiza relaciones de significado entre marcas, consumidores y sistemas de representación, más allá de su dimensión estrictamente económica (Baudrillard, 2009).

Durante la segunda mitad del siglo XX, el marketing se consolidó como una función estratégica dentro de las organizaciones, especialmente a partir de la década de 1960, cuando comenzó a reconocerse su capacidad para articular la producción con los deseos y motivaciones de los públicos (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2015). Con la expansión de Internet y la digitalización de los procesos comunicativos, esta disciplina experimentó una transformación estructural: la emergencia de blogs, foros y, posteriormente, plataformas sociales, configuró un entorno en el que los consumidores dejaron de ser receptores pasivos para convertirse en prosumidores, es decir, actores que producen, circulan y legitiman contenidos en red (Scolari, 2018).

Desde esta perspectiva, la comunicación comercial deja de sostenerse exclusivamente en modelos de persuasión unidireccional propios de los medios tradicionales y pasa a articularse en dinámicas conversacionales, horizontales y colaborativas. Como señala Blanco (2016), las plataformas sociales instauran un nuevo paradigma publicitario basado en la circulación social de los mensajes entre pares, lo que favorece la emergencia del boca a boca electrónico (eWOM). Este fenómeno, analizado también por Litvin, Goldsmith y Pan (2008), traslada las prácticas interpersonales de recomendación al espacio mediado por plataformas, sentando las bases para comprender el surgimiento del Marketing de influencia.

El Word of Mouth (WOM) había sido reconocido desde décadas anteriores como un factor decisivo en los procesos de decisión de compra, al destacar el peso de la recomendación interpersonal en la construcción

de confianza. Esta lógica se vincula con los aportes clásicos sobre liderazgo de opinión y circulación de la influencia, desarrollados a mediados del siglo XX, y que posteriormente fueron retomados por investigaciones contemporáneas sobre comunicación interpersonal y consumo (Katz & Lazarsfeld, 1955). En el entorno digital actual, estos principios se amplifican a través de plataformas donde opiniones, reseñas y testimonios de otros usuarios operan como formas de validación social visibles y persistentes en el tiempo.

Estudios recientes confirman que estas dinámicas de recomendación siguen siendo centrales en la toma de decisiones de consumo. El informe de IAB Spain (2024) indica que más del 60% de los usuarios valora positivamente los comentarios y opiniones que encuentra en línea, y que una proporción significativa reconoce haber modificado sus decisiones de compra a partir de dichas recomendaciones. En este escenario, el Marketing de influencia emerge como una extensión institucionalizada del eWOM, mediada por figuras que concentran visibilidad, credibilidad y capacidad narrativa en entornos digitales altamente competitivos.

El Marketing de influencia se consolida, así, como un modelo comunicacional que reconoce la centralidad de los creadores de contenido en la circulación de significados. Diversos estudios muestran que los consumidores tienden a confiar más en individuos percibidos como auténticos, cercanos o competentes que en los mensajes institucionales de las marcas (Freberg *et al.*, 2011; Djafarova & Rushworth, 2017). Desde esta perspectiva, los creadores operan como mediadores culturales capaces de traducir los valores de las marcas en narrativas situadas, socialmente verosímiles y emocionalmente resonantes, reforzando la dimensión cultural del consumo digital (Abidin, 2018; Marwick, 2015).

Del *Word of Mouth* al Marketing de influencia

Antes del auge de las plataformas sociales, la comunicación entre consumidores ya había sido reconocida como una de las formas más efectivas de persuasión en los procesos de consumo. El denominado *Word of Mouth* (WOM) o “boca a boca” se entendía como una práctica interpersonal basada en la recomendación y la confianza, cuya eficacia radicaba en su carácter no institucional y en la cercanía entre emisor y receptor (Litvin, Goldsmith, & Pan, 2008). Desde una perspectiva comunicacional, el WOM puede interpretarse

como un mecanismo de circulación simbólica que antecede a las lógicas actuales de influencia mediada por plataformas.

Con la digitalización de los entornos comunicativos, estas dinámicas de recomendación se trasladaron progresivamente al espacio en línea, dando lugar al *electronic Word of Mouth* (eWOM). A diferencia del WOM tradicional, el eWOM se caracteriza por su visibilidad pública, su persistencia temporal y su capacidad de amplificación a gran escala, aspectos que transforman la naturaleza de la influencia interpersonal (Uzunoğlu & Kip, 2014). Las plataformas digitales convierten la recomendación en un contenido medible, rastreable y susceptible de ser integrado a estrategias organizacionales, redefiniendo así los modos de producción y circulación de la credibilidad.

En el marco del eWOM, la influencia deja de depender exclusivamente de la proximidad social y comienza a articularse con lógicas propias de las plataformas digitales, donde algoritmos, métricas y niveles de engagement condicionan la visibilidad de los mensajes (Abidin, 2018; Boerman, 2020). Estas dinámicas introducen una dimensión tecnológica en la construcción de la influencia, en la que la circulación de contenidos no responde únicamente a la interacción humana, sino también a sistemas automatizados que jerarquizan, recomiendan y filtran información.

En este contexto, el Marketing de influencia puede comprenderse como un proceso de institucionalización del eWOM, mediante el cual las marcas integran de forma estratégica las dinámicas de recomendación digital en sus prácticas comunicacionales. La influencia deja de ser un efecto emergente de la interacción social para convertirse en una acción planificada, gestionada y evaluable, orientada a objetivos organizacionales específicos (Brown & Hayes, 2008). Este desplazamiento marca un punto de inflexión en la relación entre marcas y audiencias, al incorporar intermediarios que operan desde una lógica híbrida entre lo comercial y lo cultural.

Los influencers o creadores de contenido se configuran, así, como actores centrales en este nuevo ecosistema comunicacional. Más que simples prescriptores de productos, funcionan como mediadores culturales que articulan narrativas de consumo, estilos de vida y valores simbólicos en comunidades digitales específicas (Castelló-Martínez & Del Pino-Romero, 2015;

Djafarova & Rushworth, 2017). Su capacidad de influencia se sostiene en la autenticidad percibida, la afinidad relacional y la coherencia narrativa, elementos que fortalecen los vínculos de confianza con sus audiencias (Marwick, 2015).

Desde esta perspectiva, el Marketing de influencia no puede reducirse a una técnica promocional ni a una extensión del marketing digital tradicional. Se trata de una práctica comunicativa situada, en la que convergen procesos tecnológicos, dinámicas culturales y formas contemporáneas de producción simbólica. La transición del WOM al Marketing de influencia evidencia, así, un desplazamiento en las formas del poder comunicativo, donde la persuasión opera a través de redes de confianza, visibilidad algorítmica y construcción identitaria en entornos digitales (Abidin, 2018; Rosato, 2021).

Esta transición permite observar un desplazamiento estructural en las dinámicas de influencia: de un modelo predominantemente lineal, en el que los líderes de opinión operaban como mediadores privilegiados entre marcas y audiencias, hacia un entramado distribuido donde la persuasión circula entre múltiples actores. Como se ilustra en la Figura 1, el flujo de influencia ya no responde exclusivamente a la lógica clásica de los “dos pasos”, sino que se reconfigura en un sistema relacional en el que empresas, creadores de contenido y comunidades digitales interactúan de forma simultánea y recíproca (Katz & Lazarsfeld, 1955).

En este escenario contemporáneo, la influencia no depende únicamente del estatus o la autoridad simbólica de un individuo, sino de su capacidad para insertarse en dinámicas algorítmicas, sostener vínculos significativos con sus audiencias y participar activamente en procesos de visibilidad mediados por plataformas digitales (Abidin, 2018; Marwick, 2015). Este pasaje confirma que la influencia opera hoy como una práctica relacional y distribuida, resultado de la convergencia entre mediación humana, infraestructura tecnológica y cultura participativa.

El esquema representa la evolución conceptual del flujo de influencia desde la teoría clásica de los dos pasos, donde los líderes de opinión median entre medios y audiencias, hacia las actuales dinámicas de influencia distribuida en redes sociales. En este modelo contemporáneo, la persuasión emerge de interacciones múltiples entre marcas, creadores de contenido y comunidades digitales, mediadas por plataformas tecnológicas.

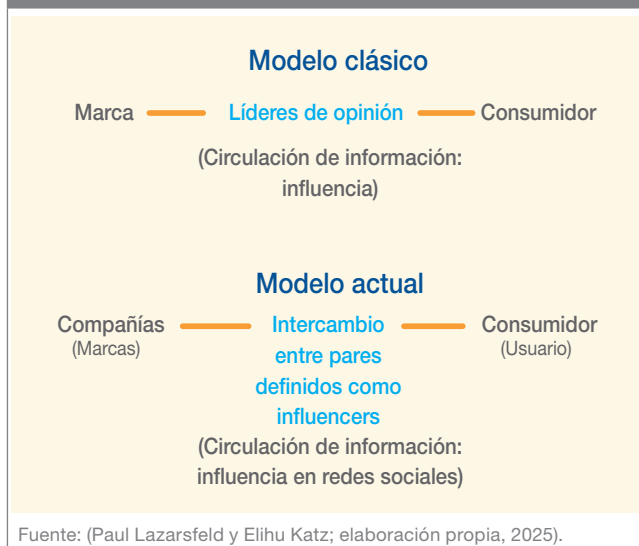
Marketing de contenidos e influencia digital

El desarrollo del Marketing de influencia está estrechamente ligado a la evolución del Marketing de contenidos. Ambos comparten una misma lógica: desplazar la atención desde la publicidad tradicional hacia la creación de relatos que generen valor simbólico para las audiencias. En lugar de interrumpir la experiencia del usuario, las marcas buscan integrarse en ella a través de historias, experiencias o conocimientos que conecten con sus intereses y aspiraciones (Chaffey & Ellis-Chadwick, 2015; Sanmiguel Arregui, 2020).

El contenido se convierte así en una herramienta de vinculación. Su eficacia no depende únicamente de la calidad del mensaje, sino de la coherencia entre lo que una marca comunica y lo que una comunidad considera relevante. En este sentido, los influencers actúan como mediadores culturales: interpretan los valores de las marcas, los traducen a su propio lenguaje y los difunden en un entorno de cercanía emocional y narrativa (Castelló-Martínez, 2016; Díaz, 2017).

Esta dinámica refuerza una de las transformaciones más profundas del campo comunicacional digital: la economía de la atención. En un entorno saturado de información, el contenido deja de ser solo informativo para convertirse en un dispositivo de atracción y retención (Scolari, 2018). Los algoritmos premian la

FIGURA 1. DINÁMICAS DE FLUJO DE INFLUENCIA: DEL MODELO DE LOS DOS PASOS AL MARKETING DE INFLUENCIA



interacción y la constancia, lo que obliga tanto a marcas como a creadores a sostener una producción continua y estratégica de mensajes visuales, emocionales y conversacionales (Boerman, 2020; Abidin, 2018).

El Marketing de influencia amplía el alcance del Marketing de contenidos al incorporar la dimensión del vínculo interpersonal. La recomendación adquiere un peso mayor cuando proviene de alguien percibido como “real”, cercano y confiable (Djafarova & Rushworth, 2017). Sin embargo, esta aparente autenticidad es también una construcción mediada por métricas, contratos y plataformas que determinan qué mensajes alcanzan mayor visibilidad y legitimidad (Freberg *et al.*, 2011; Marwick, 2015).

Desde una perspectiva teórico-práctica, Brown y Hayes (2017) definen el Marketing de influencia como “un nuevo enfoque de mercadeo importante porque enfoca su atención en aquellos individuos que aconsejan la toma de decisiones” (p. 7). Para Vilma Núñez (2016), es una técnica que consiste en identificar líderes de opinión capaces de conectar de forma más natural y espontánea con los públicos objetivos. Brown y Fiorella (2013) amplían esta visión al concebir la influencia como una fuerza ejercida por una persona o entidad que provoca una reacción en otra, mientras que Solís (2015) describe a los influencers como un nuevo “ejército de expertos en línea” que alcanzan audiencias fragmentadas con una autenticidad percibida más alta que la publicidad tradicional.

Los hallazgos de Woods (2016) evidencian cómo la línea entre la recomendación genuina y el contenido patrocinado se ha vuelto difusa: un tuit espontáneo o una publicación pagada pueden generar el mismo efecto de confianza y cercanía, consolidando al Marketing de influencia como una extensión del boca a boca digital.

Castelló-Martínez (2015, 2016) propone entender las acciones con influencers dentro de estrategias de comunicación integral y transmedia, en las que la relación entre marca y creador se consolida a largo plazo. En la misma línea, el estudio *Influence 2.0: The Future of Influencer Marketing* de Traackr y Altimeter Group (2017) subraya que la efectividad depende de la continuidad del vínculo: cuanto más sostenida sea la relación, mayor será la confianza y el valor simbólico percibido por la audiencia.

Ramos (2018) identifica beneficios clave del Marketing de influencia: mayor poder de persuasión

que la publicidad tradicional, autenticidad percibida, menor costo, resistencia a bloqueadores de anuncios, aumento de visibilidad y tráfico web, y mejora del SEO. Desde esta perspectiva, la influencia digital trasciende la lógica transaccional y se consolida como un espacio simbólico de conexión entre marcas y comunidades.

Estos líderes de opinión han ganado reputación y visibilidad en redes gracias a su trabajo, criterio y experiencia en una determinada materia, evidenciada día a día en sus publicaciones (GZF: Esto es más constatación empírica que recopilación de publicaciones, pero ok, suma. Ejemplifica. Los influencers poseen características que fortalecen la relación con sus audiencias. Según Reason Why (2019), deben ser personas auténticas, generar contenido emocional, emitir opiniones tempranas para influir con mayor alcance, promover identificación con sus seguidores, mantener credibilidad contrastando fuentes, disfrutar del proceso creativo, conectar de forma presencial con su comunidad, demostrar compromiso y saber escuchar y observar su entorno.

Dentro de este perfil se distinguen varios tipos de influencers, clasificados según el contenido que publican, el número de seguidores o su nivel de prestigio. De acuerdo con la tipología propuesta por Sanz y Fernández (2018), se pueden identificar cuatro categorías principales: (1) celebridades, (2) líderes de opinión, (3) profesionales y (4) generadores de contenido. Este último grupo reviste especial interés, pues comprende a los usuarios especializados, instagramers, youtubers, tuiteros, que crean y comparten información sobre marcas específicas, influyendo en sus redes de contacto mediante prácticas de consumo colaborativo y recomendaciones simbólicamente legitimadas.

El Marketing de influencia en Costa Rica

En el contexto costarricense, el Marketing de influencia ha experimentado un crecimiento sostenido impulsado por la expansión del ecosistema digital, la profesionalización de los creadores de contenido y la consolidación de las redes sociales como espacios de interacción cotidiana. Este fenómeno no solo refleja la adopción de estrategias globales, sino también su adaptación a realidades culturales específicas donde las audiencias privilegian la cercanía, la autenticidad y la conversación.

Estudios recientes muestran que en América Latina las marcas destinan una proporción creciente de sus

presupuestos de comunicación digital a acciones con *influencers*. Según el informe *Influence 2.0* de Traackr y Altimeter Group (2017), las empresas de la región reconocen que las relaciones continuas con creadores de contenido fortalecen la confianza y generan comunidades más comprometidas. La tendencia se confirma en mercados como México, Brasil, Chile y Colombia, donde la figura del *microinfluencer* ha adquirido relevancia por su capacidad para generar engagement sostenido dentro de nichos altamente segmentados (Sanmiguel Arregui, 2020).

En Costa Rica, el Marketing de influencia se encuentra en una etapa de consolidación caracterizada por la coexistencia de agencias especializadas, departamentos de comunicación corporativa y creadores independientes que operan como nodos estratégicos de visibilidad digital. El informe RED506 (El Financiero & Shift Porter Novelli, 2024) indica que más del 70% de las marcas nacionales considera relevante incluir colaboraciones con creadores de contenido dentro de sus estrategias de comunicación, especialmente en plataformas como Instagram, TikTok y YouTube.

Por su parte, el estudio “Nuestras apps de cada día 2024” del Centro de Investigación en Comunicación (CICOM-UCR) revela que el 90% de los usuarios costarricenses utiliza redes sociales a diario, siendo WhatsApp, Facebook e Instagram las más frecuentes. Este nivel de penetración digital configura un terreno fértil para la expansión del Marketing de influencia, que se apoya en el consumo móvil y en la búsqueda de contenidos visuales breves, emocionales y aspiracionales (CICOM, 2024).

En el ámbito empresarial, PROCOMER (2023) subraya que el auge del comercio electrónico y la digitalización del consumo están transformando los modelos de promoción en el país. Las estrategias basadas en *influencers* permiten a las marcas locales competir en entornos altamente saturados mediante narrativas personalizadas que conectan con los valores de las audiencias jóvenes. En sectores como moda, gastronomía, turismo o bienestar, los creadores de contenido se han convertido en intermediarios clave para traducir la identidad de marca en experiencias culturalmente resonantes.

Más allá de su dimensión instrumental, el Marketing de influencia en Costa Rica evidencia un

proceso de maduración comunicativa: las marcas comienzan a reconocer el valor simbólico del vínculo con sus comunidades, y los creadores emergen como productores culturales que articulan afectos, estilos de vida y consumo (Rosato, 2021; Marwick, 2015). Esta convergencia entre cultura digital y comunicación estratégica reafirma que la influencia no es un fenómeno nuevo, sino una práctica relacional que ha sido resignificada por las lógicas algorítmicas y por la mediación de plataformas.

CONCLUSIONES

Este artículo desarrolló una revisión teórica con un énfasis interpretativo del Marketing de influencia, abordándolo no únicamente como una estrategia promocional propia del marketing digital, sino como una práctica comunicativa y cultural situada en un ecosistema mediado por plataformas. A partir del análisis de literatura académica y profesional publicada entre 2005 y 2025, se propuso una lectura que articula los aportes clásicos sobre liderazgo de opinión con enfoques contemporáneos centrados en la economía de la atención, las culturas participativas y la mediación tecnosocial.

Los hallazgos teóricos permiten sostener que el Marketing de influencia opera como un dispositivo relacional complejo, en el que la autenticidad percibida, la afinidad emocional y la visibilidad algorítmica funcionan como capitales simbólicos en disputa. En este marco, la recomendación deja de ser un acto espontáneo para convertirse en una práctica estructurada por plataformas, métricas y dinámicas de circulación que condicionan qué contenidos adquieren relevancia, legitimidad y alcance social. La influencia, por tanto, no se produce únicamente por la autoridad individual de los creadores, sino por su inserción en sistemas socio-técnicos que articulan mediación humana y automatización algorítmica.

Asimismo, el análisis evidencia un desplazamiento significativo en las formas tradicionales del poder comunicativo. Las audiencias ya no ocupan un rol pasivo frente a los mensajes comerciales, sino que participan activamente en procesos de producción, validación y resignificación del contenido. Los creadores de contenido emergen, en este contexto, como mediadores

culturales que traducen valores de marca en narrativas socialmente verosímiles, articulando consumo, identidad y pertenencia dentro de comunidades digitales específicas. Esta mediación refuerza la dimensión cultural del Marketing de influencia, situándolo en el cruce entre prácticas de consumo, producción simbólica y dinámicas de reconocimiento social.

Desde esta perspectiva, el Marketing de influencia no puede comprenderse adecuadamente desde una lógica instrumental o transaccional. Su análisis requiere considerar las condiciones sociotécnicas que lo hacen posible, incluyendo la infraestructura algorítmica de las plataformas, las culturas participativas que sostienen la circulación de contenidos y las prácticas cotidianas de los usuarios. Esta aproximación permite ampliar las discusiones contemporáneas sobre comunicación

digital, al situar la influencia como una práctica cultural en constante negociación entre actores humanos, tecnologías y marcos económicos.

Finalmente, debido a su carácter teórico e interpretativo, este estudio no busca ofrecer generalizaciones empíricas, sino contribuir a la construcción de un marco conceptual que permita comprender críticamente la centralidad del Marketing de influencia en la cultura digital contemporánea. Se sugiere que investigaciones futuras profundicen, desde abordajes empíricos situados, en contextos específicos como el costarricense o el latinoamericano, con el fin de explorar cómo estas dinámicas se manifiestan en distintos sectores, audiencias y configuraciones culturales, y cómo se articulan con procesos más amplios de mediatización, consumo y poder comunicativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abidin, C. (2018). *Internet celebrity: Understanding fame online*. Emerald Publishing.
- Altimeter Group & Traackr. (2017). *Influence 2.0: The future of influencer marketing*. Altimeter Group.
- Baudrillard, J. (2009). *La sociedad de consumo*. Siglo XXI Editores.
- Blanco, C. (2016). *Publicidad y cultura digital*. Editorial UOC.
- Boerman, S. C. (2020). The effects of the standardized Instagram disclosure for micro-and meso-influencers. *Computers in Human Behavior*, 103, 199-208. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.015>
- Brown, D., & Fiorella, S. (2013). *Influencer marketing: How to create, manage, and measure brand influencers*. Que Publishing.
- Brown, D., & Hayes, N. (2017). *Influencer marketing: Who really influences your customers?* Routledge.
- Castelló-Martínez, A. (2016). El marketing de influencia: un caso práctico. En I. Zacipa-Infante, V. Tur-Viñes, & J. Segarra-Saavedra (Eds.), *Tendencias publicitarias en Iberoamérica: diálogo de saberes y experiencias* (pp. 49-65). Grupo de Investigadores COMPUBES. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM/2016/8>
- Castelló-Martínez, A., & Del Pino-Romero, C. (2015). La comunicación publicitaria con influencers. *Redmarka: Revista Académica Red de Marketing Aplicado*, 8(14), 21-50. <https://doi.org/10.17979/redma.2015.01.014.4880>
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2015). *Digital marketing: Strategy, implementation and practice* (6th ed.). Pearson.
- CICOM (Centro de Investigación en Comunicación de la Universidad de Costa Rica). (2024). *Nuestras apps de cada día 2024*. Universidad de Costa Rica.
- Djafarova, E., & Rushworth, C. (2017). Exploring the credibility of online celebrities' Instagram profiles in influencing the purchase decisions of young female users. *Computers in Human Behavior*, 68, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.009>
- El Financiero & Shift Porter Novelli. (2024). *RED506: VIII edición*. Grupo Nación.
- El Financiero & Shift Porter Novelli. (2025). *RED506: VIII edición*. Grupo Nación.
- Freberg, K., Graham, K., McGaughey, K., & Freberg, L. A. (2011). Who are the social media influencers? A study of public perceptions of personality. *Public Relations Review*, 37(1), 90-92. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2010.11.001>
- IAB Spain. (2024). *Estudio anual de redes sociales 2024*. Asociación de la Publicidad, el Marketing y la Comunicación Digital en España. <https://iabspain.es/estudio/estudio-de-redes-sociales-2024/>
- Katz, E., & Lazarsfeld, P. F. (1955). *Personal influence: The part played by people in the flow of mass communications*. Free Press.
- Kotler, P. (2002). *Dirección de marketing*. Pearson Educación.

- Litvin, S. W., Goldsmith, R. E., & Pan, B. (2008). Electronic word-of-mouth in hospitality and tourism management. *Tourism Management*, 29(3), 458-468. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2007.05.011>
- Marwick, A. E. (2015). *Status update: Celebrity, publicity, and branding in the social media age*. Yale University Press.
- Núñez, V. (2014). Qué es el Marketing de influencia y cómo funciona. VILMA. <https://vilmanunez.com/marketing-de-influencia/>
- Procomer (Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica). (2023). *Informe sobre tendencias del marketing digital en Costa Rica*. PROCOMER.
- Ramos, J. (2018). *Marketing de influencia: Estrategias y beneficios para las marcas*. Editorial ESIC.
- Reason Why. (2024). Las características de un influencer eficaz. <https://www.reasonwhy.es/buscador/Las%20caracter%C3%A9sticas%20de%20un%20influencer%20eficaz>
- Rosato, N. E. (2021). *Nuevas estrategias de comunicación organizacional: los influencers*. Editorial Gedisa.
- Sanmiguel Arregui, P. (2020). *Influencer marketing*. ISEM Fashion Business School.
- Sanz, A., & Fernández, M. (2018). *Generadores de contenido y marketing de influencia*. Universidad Complutense de Madrid.
- Scolari, C. (2018). *Las leyes de la interfaz: Diseño, ecología y evolución tecnológica*. Editorial Gedisa.
- Solís, B. (2015). *The influencer marketing manifesto: Why the future of influencer marketing starts with people and relationships, not popularity*. Altimeter Group.
- Statista. (2025). *E-commerce market size in Latin America 2023-2025*. <https://es.statista.com/>
- Uzunoglu, E., & Kip, S. M. (2014). Brand communication through digital influencers: Leveraging blogger engagement. *International Journal of Information Management*, 34(5), 592-602. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.04.007>
- Woods, S. (2016). *#Sponsored: The emergence of influencer Marketing*. University of Tennessee. https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3010&context=utk_chanhonoproj



USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MATERIALES SOSTENIBLES EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU EFECTIVIDAD EN LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN COSTA RICA

Recibido: 05 noviembre, 2025 • Revisado: 18 diciembre, 2025 • Aceptado: 14 de enero, 2026

Kevin Robert Carazo Brown
y Henry Alberto Binns Hernández

RESUMEN

El sector de la construcción representa una de las industrias más contaminantes globalmente, y Costa Rica, pese a su reputación como país verde, enfrenta retos ambientales similares. Esta investigación analiza el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la construcción costarricense, evaluando su efectividad en la reducción de impactos ambientales y las barreras para su adopción por parte de las empresas.

Mediante un enfoque cuantitativo con cuestionarios aplicados a 26 empresas, se halló conocimiento generalizado sobre prácticas sostenibles, pero implementación limitada por costos iniciales y falta de sistematización, pese a una actitud positiva hacia la sostenibilidad. Se concluye que Costa Rica avanza alineada con tendencias globales, con ventajas relativas en sostenibilidad, recomendando fortalecer capacitación técnica, incentivos económicos y concientización social.

Palabras clave: Construcción sostenible, Impacto ambiental, Innovación tecnológica, Energía renovable, Materiales sostenibles.

ABSTRACT

The construction sector stands as one of the most polluting industries worldwide, and Costa Rica, despite its green country status, confronts comparable environmental challenges. This study examines the adoption of new technologies and sustainable materials in Costa Rican construction, assessing their effectiveness in mitigating environmental impacts and identifying adoption barriers faced by companies.

Employing a quantitative approach via structured questionnaires to 26 firms, findings indicate widespread awareness of sustainable practices yet limited implementation due to initial costs and insufficient company systematization, alongside a positive overall stance toward sustainability. It concludes that Costa Rica progresses in sync with global trends, holding relative sustainability advantages, and recommends enhancing technical training, economic incentives, and public awareness.

Keywords: Sustainable construction, Environmental impact, Technological innovation, Renewable energy, Sustainable materials.

Br. Kevin Robert Carazo Brown, Estudiante Instituto Tecnológico de Costa Rica. Investigador asociado de LEAD University.

Henry Alberto Binns Hernández es Doctor Cand. en Dirección de Empresas. Especialista en contabilidad y finanzas con más de 12 años de experiencia en la profesión y docencia universitaria. Investigador asociado de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación consistió en explorar el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en la industria de la construcción en Costa Rica, evaluando su efectividad para reducir los impactos ambientales.

El sector de la construcción a nivel general destaca por ser uno de los sectores más contaminantes. Según Pertuz (2010 como se citó en Badilla, 2023), este sector consume el 50% de los recursos naturales disponibles, utiliza el 40% de la energía total incluida la empleada en el uso de las edificaciones y es responsable del 50% de los residuos generados a nivel global. Además, los procesos relacionados con la extracción de materias primas y la producción de materiales como el acero y el cemento implican un alto costo energético y un impacto ambiental considerable.

Debido a los desafíos ambientales cada vez más notables alrededor del planeta, a lo largo de los años se han implementado nuevos productos, técnicas y artefactos para un desarrollo sostenible.

La fabricación de nuevos materiales para la construcción a partir de fibras de bambú, con mayores estándares de desempeño técnico y menor impacto ambiental, evidencia que la innovación constituye un eje estratégico para avanzar hacia el desarrollo sostenible. En este contexto, los centros de investigación con enfoque ambiental desempeñan un papel fundamental al fortalecer líneas de investigación, desarrollo e innovación orientadas a la sostenibilidad, promoviendo soluciones tecnológicas que integren eficiencia, competitividad y responsabilidad ambiental. (Badilla-López, 2023).

Cabe destacar que, para el año 2018 Costa Rica contaba con 64 proyectos certificados, 108 proyectos registrados y 86 profesionales acreditados. Por lo que, se considera el líder en centro Centroamérica en cuanto a proyectos que trabajan con estándares de construcción sostenible (Alpízar, 2018). Costa Rica entre los años 2015 y 2019 registró un promedio de aumento en construcciones sostenibles del 25% por año en metros cuadrados certificados. Además, en Costa Rica ya existen créditos verdes que incrementan el interés en los constructores en ofrecer el tipo de productos (Díaz, 2022).

Esta investigación pretende ofrecer un análisis de las prácticas de construcción a través del uso de materiales y tecnologías sostenibles, la implementación en un país verde como Costa Rica y la capacidad de mitigar efectos negativos sobre el entorno.

Además de ofrecer recomendaciones prácticas para destacar y promover el uso de este tipo proyectos de construcción a nivel nacional.

Para entender el impacto de la construcción en el medio ambiente y el avance de prácticas sostenibles, es esencial comenzar reconociendo los efectos negativos del sector. El sector de la construcción ha sido identificado como una de las principales fuentes de problemas ambientales, contribuyendo de manera significativa al cambio climático, la deforestación y la pérdida de biodiversidad (European Commission, 2020). Este impacto desfavorable se debe, en gran medida, al uso intensivo de materiales convencionales y a la elevada cantidad de energía empleada en los procesos constructivos (Cárcel-Carrasco *et al.*, 2022).

Uno de los factores críticos es el elevado uso de energía que requiere la extracción de materiales, lo cual, en muchas ocasiones, resulta en prácticas insostenibles (Brady & Abdellatif, 2017; Cárcel-Carrasco *et al.*, 2022). Este tipo de prácticas no solo genera un alto costo energético, sino que también agrava el deterioro ambiental, contribuyendo a emisiones que impactan negativamente al entorno. En respuesta a estos problemas, ha surgido la necesidad de introducir materiales sostenibles que reduzcan este impacto y, a su vez, promuevan una construcción más responsable con el medio ambiente (Cárcel-Carrasco *et al.*, 2022).

También se debe destacar que, Costa Rica no resalta por ser productor de materias primas para la construcción. Por lo que, depende de la importación de dichos materiales, lo que implica un costo ambiental considerable. Durante el proceso de transformación de las materias primas importadas, se les añaden sustancias químicas para mejorar sus propiedades, lo cual afecta negativamente tanto a los ecosistemas como a la salud humana, debido a la alta toxicidad de dichas sustancias (Morenilla, 2011 citado en Badilla-López, 2023).

De acuerdo con Acosta (2015 citado en Badilla-López (2023), la construcción sostenible puede definirse como aquella que, comprometida con el respeto

al medio ambiente, busca el uso eficiente de la energía, el agua y los materiales, minimizando los impactos ambientales y promoviendo entornos más saludables.

La construcción sostenible, por su parte, tiene como objetivo reducir la huella de carbono y mejorar la eficiencia energética de los edificios (Gan *et al.*, 2020; Gilabert Sanz *et al.*, 2024). Para lograr este objetivo, es fundamental adoptar un enfoque basado en tres pilares: el equilibrio ambiental, el crecimiento económico y la inclusión social-cultural (Vegas López-Manzanares & Guillaud, 2015). Este modelo de “triple balance” se ha convertido en un requisito indispensable para cualquier iniciativa de construcción sostenible (Gilabert Sanz *et al.*, 2024).

El uso de materiales sostenibles en la construcción presenta beneficios económicos y sociales ampliamente reconocidos. Sin embargo, la baja demanda de estos materiales ha provocado que el mercado actual mantenga su enfoque en productos tradicionales, afectando indirectamente al medio ambiente (Arinas, 2019; Cárcel-Carrasco *et al.*, 2022). No obstante, la valorización y el reciclaje de residuos industriales para la creación de materiales de construcción sostenibles se vislumbran como una solución viable. Estos enfoques no solo contribuyen a la mitigación del impacto ambiental, sino que también representan una opción económicamente accesible para promover técnicas de construcción ecológica (Saucedo-Coley *et al.*, 2023).

Un ejemplo de esta tendencia es el uso de ladrillos ecológicos, los cuales permiten desarrollar actividades constructivas en armonía con la protección ambiental al utilizar residuos industriales que, además, reducen los costos y el uso de energía. A medida que, las zonas urbanas se expanden, la demanda de materiales como los ladrillos ha aumentado, lo que hace urgente la búsqueda de alternativas más sostenibles (Saucedo-Coley *et al.*, 2023). Estos ladrillos ecológicos, que incorporan desechos de la minería y la agricultura, como cáscaras de yuca, ofrecen una opción prometedora en la producción de materiales de construcción. La incorporación de estos residuos industriales en la fabricación de ladrillos representa una alternativa viable para el desarrollo de materiales constructivos sostenibles, ayudando a reducir los impactos negativos al medio ambiente (Saucedo-Coley *et al.*, 2023).

Otro ejemplo sería como el que propone Badilla-López (2023), que en su Proyecto final de Graduación presenta al bambú y sus laminados como una alternativa para la construcción sostenible en Costa Rica debido a la huella ecológica de los materiales tradicionales. Este material se aplica al diseño del SMART E-Lab, en San Carlos. El proyecto se concibe como una iniciativa estratégica para impulsar la innovación orientada a la sustentabilidad en la región Huetar Norte. También como parte de materiales alternativos es la cascarilla de arroz, debido a su morfología única y composición rica en sílice amorfa permite crear concreto con propiedades mecánicas y térmicas prometedoras que hace el material viable en la construcción (Chabi *et al.*, 2024).

Ahora bien, como parte de las técnicas que se pueden resaltar es la construcción modular prefabricada la cual pertenece a la amplia categoría de construcción volumétrica, donde los elementos individuales se fabrican fuera de obra. Los beneficios comprobados del uso de esta tecnología incluyen velocidad de construcción, eficiencia de costos y durabilidad (Ashour *et al.*, 2023; Chougule y Chotle, 2022; Chen, 2023). Se estima que este método aumenta la productividad hasta en un 40% (Autoridad de Edificación y Construcción, 2023). Los beneficios proambientales incluyen reducción de emisiones, control de desechos, optimización de procesos en calidad, condiciones externas, entregas y cronogramas. Además de mejor almacenamiento de materiales de construcción (Lu *et al.*, 2018). Estas condiciones hacen de la construcción modular un modelo prometedor para abordar el problema de los asentamientos para refugiados.

Cabe destacar que, en países desarrollados la construcción modular ha ganado aceptación por sus destacadas ventajas y sostenibilidad mientras que, en países en desarrollo la industria continúa aplicando métodos tradicionales (Hassan *et al.*, 2025). La construcción modular permite la reducción de mano de obra y la localización de la producción en las economías nacionales (Chaillan *et al.*, 2017), lo que, en el caso de un país en posguerra, presenta una oportunidad para la recuperación económica y la mejora de las condiciones de vida. Las comunidades locales, como las vecinales, pueden ser idóneas para fomentar la participación ciudadana en economías de ciclo

cerrado, influyendo en las prácticas de producción y consumo (Marchesi y Tweed, 2021).

Otra técnica de construcción sostenible que en los últimos años ha desarrollado popularidad es la construcción de casas y edificios con contenedores marítimos.

La investigación de Bowley y Mukhopadhyaya (2017), presenta el diseño de una casa pasiva sostenible y autosuficiente construida con contenedores marítimos. La vivienda genera su propia energía solar, capta y almacena agua de lluvia y trata sus aguas residuales, logrando un balance hídrico neutral. Su diseño compacto minimiza el impacto ambiental y optimiza la eficiencia energética.

Los estándares de las casas pasivas garantizan el máximo nivel de eficiencia energética y confort, mientras que su reducido tamaño reduce el uso de materiales y el impacto ambiental (Bowley y Mukhopadhyaya, 2017). Con los ejemplos mencionados anteriormente, se demuestra que las técnicas innovadoras resultan beneficiosas de manera social, ambiental y económica (Akindeinde *et al.*, 2024).

Según Akindeinde *et al.* (2025) y Ayele (2024), las principales barreras para la integración de construcciones modulares y en general para las construcciones sostenibles son la falta de conocimiento. Los costos de inversión, la logística de construcción y los estándares de calidad son parte del desconocimiento que presenta la sociedad con respecto a la implementación de construcciones modulares y al uso de materiales y tecnologías sostenibles. Es por ello, que se recomienda invertir en campañas masivas de concientización por parte de los fabricantes de los materiales, sobre la importancia del uso de la tecnología en las actividades de construcción, dirigidas tanto a profesionales, partes interesadas del sector, así como a todas las personas consumidoras de los productos y servicios de la construcción.

Así como, el Grupo Mutual en Costa Rica mediante la iniciativa MIPYMES Verdes II, con apoyo financiero del gobierno de Alemania (mediante KfW) y la Unión Europea tienen el objetivo de capacitar 200 colaboradores en temas de construcción sostenible. Por lo que, Ejecutivos, analistas, encargados de servicio al cliente, profesionales, fiscalizadores y asesores externos, como ingenieros y arquitectos fiscalizadores, serán capacitados en temas de

sostenibilidad en construcción sostenible, sus beneficios económicos y financieros.

Asimismo, el programa permitirá que las micro, pequeñas y medianas empresas desarrollen una cultura orientada a la construcción amigable (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2024).

Por último, los materiales y las técnicas alternativas en la construcción existen desde tiempos precolombinos. Los materiales de construcción sostenible reducen las emisiones de carbono, consumen menos energía y genera menor explotación de recursos. Sin embargo, para la incorporación de diferentes técnicas y materiales sostenibles es necesario generalizar y divulgar dichas prácticas en los sistemas constructivos (Gómez *et al.*, 2024; Ayele 2024).

Es por ello por lo que en coherencia con el objetivo general del estudio y con el enfoque cuantitativo de alcance descriptivo adoptado, la presente investigación se orienta a responder la siguiente pregunta central:

¿Cuál es la percepción de los tomadores de decisiones en empresas constructoras y productoras de materiales en Costa Rica respecto al uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles, su efectividad en la reducción de impactos ambientales y las barreras que condicionan su adopción?

Esta pregunta integra tres dimensiones fundamentales del fenómeno analizado: el nivel de conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en el sector construcción; la valoración que realizan los actores empresariales sobre su contribución a la mitigación de impactos ambientales; y los factores internos y externos que inciden en su incorporación efectiva en los procesos constructivos.

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, con el objetivo de obtener una perspectiva general sobre el impacto y la percepción del uso de tecnologías y materiales sostenibles en la construcción en Costa Rica. El método cuantitativo busca estimar magnitudes u ocurrencias de los fenómenos y probar hipótesis, se recolectan datos numéricos y se analizan con métodos estadísticos (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). Según Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2023), los estudios de alcance

descriptivo especifican las características, grupo, procesos, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos o dimensiones del fenómeno o problema a investigar.

Como parte de los métodos y técnicas utilizados para la recolección, sistematización y análisis de la información se inició con la revisión de la literatura, que resulta útil para comprender conceptos clave, nutrirse de investigaciones previas y entender mejor los resultados (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2023). Para cumplir con el primer objetivo, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura a tanto a nivel nacional como mundial sobre las prácticas ambientales de los materiales y tecnologías sostenibles en la construcción. Para ello, se utilizaron fuentes secundarias obtenidas de las bases de datos del Instituto Tecnológico de Costa Rica como EBSCOhost, Emerald, Web of Science, Scopus entre otras, así como también artículos proporcionados por Google Scholar.

La técnica implementada para la recolección de datos primarios fue el cuestionario, la cual permitió evaluar la percepción de las personas encuestadas acerca de los materiales y tecnologías sostenibles. Dicho cuestionario se aplicó a productores de materiales sostenibles y constructores que utilizaron estos materiales para sus proyectos. Además, se definió una muestra no probabilística de 26 empresas, por proximidad y conveniencia dentro del sector de la construcción; selecciona a empresas que participaron en la expo-feria de la construcción 2025 adscritas a la Camara de la Construcción y al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos los cuales manifestaron disposición y disponibilidad para participar en el proceso de diagnóstico.

Esta decisión respondió a criterios de accesibilidad operativa por la limitación de tiempo, orientado a la intervención directa de grupos de interés. Aunque es sabido que la estrategia tiende a limitar la generalización estadística de los resultados, permite obtener información pertinente y contextualizada para la toma de decisiones en el ámbito de aplicación. (ver Tabla 1).

El cuestionario incluyó preguntas cerradas con escala de Likert que permitió tanto el análisis cualitativo como el cuantitativo. La escala de Likert se midió de 5 puntos del 1 (Totalmente de desacuerdo) a 5 (Totalmente de acuerdo).

TABLA 1. EMPRESAS MUESTRALES

| Región | Empresa | Tipo de Negocio |
|------------|---------------------------|-----------------|
| Alajuela | GRUPO LABORO | Constructora |
| | CONCREPAL | Productor |
| Cartago | HOLCIM | Productor |
| | BOSQUE PLASTICO | Productor |
| Guanacaste | CICSA | Constructora |
| | ZEGRENLAB CONSTRUCTION | Productor |
| Heredia | SUPERBLOQUE | Productor |
| | ARMABLOQUE | Productor |
| | MASTERBLOCK | Productor |
| Limón | SOMABACU | Constructora |
| | CONSTRUCTURA PAZ ALVAREZ | Constructora |
| | R&M CONSTRUCTORA | Constructora |
| | CONTRACTORA BUEN TECHO | Constructora |
| | CONSTRUCTORA COVER | Constructora |
| | FERREMAX | Productor |
| Puntarenas | ARCELOMITTAL | Productor |
| San Carlos | ARQUIBLOCK | Productor |
| San José | CONSTRUTEL | Constructora |
| | TIERRA MADRE | Constructora |
| | CONSRUTEK | Constructora |
| | FUNCIÓN INMOBILIARIO | Constructora |
| | PAULA CASTILLA ESTUDIO | Constructora |
| | CONSTRUCTORA EDICA | Constructora |
| | AMERICA DEVELOPMENT GROUP | Constructora |
| | PODESCO VERDE | Constructora |
| | GRUPO SUR | Productor |

Fuente: elaboración propia, (2025).

Las escalas son las siguientes: Conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles (CITM), Percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles (TDIA), Cómo factores externos (normativas, disponibilidad, costos y cultura sectorial) afectan o condicionan el uso de tecnologías y materiales sostenibles (FEAC), La capacidad interna de la empresa para implementar prácticas sostenibles afecta la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos (CIPS). Tipo de negocio (Constructora, productora), Ubicación geográfica (Región). Como se muestra en la tabla 2.

| TABLA 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA | | | |
|--|--------------|------------------|------------|
| Variables | Rango | Frecuencia Total | Porcentaje |
| Tipo de Negocio | Constructora | 15 | 57,69 |
| | Productora | 11 | 42,31 |
| | Total | 26 | 100,00 |
| Ubicación Geográfica | Alajuela | 2 | 7,69% |
| | Cartago | 2 | 7,69% |
| | Guanacaste | 2 | 7,69% |
| | Heredia | 3 | 11,54% |
| | Limón | 6 | 23,08% |
| | Puntarenas | 1 | 3,85% |
| | San Carlos | 1 | 3,85% |
| | San José | 9 | 34,62% |
| | Total | 26 | 100,00 |

Fuente: elaboración propia, (2025).

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la aplicación del cuestionario a través de la plataforma Google Forms. Además, se realizaron llamadas telefónicas y visitas presenciales según la disponibilidad y características de cada empresa. El trabajo de campo se desarrolló durante los meses de mayo y junio de 2025.

Por otra parte, para el análisis estadístico de los datos descriptivos obtenidos mediante el cuestionario, se utilizó el software JASP versión 0,19 (2024), para señalar las características cualitativas y generales de las empresas bajo estudio. En el caso del análisis estadístico para los datos cuantitativos se utilizaron programas como SmartPLS-SEM y Stata que permitieron analizar los datos cuantitativos y así obtener resultados descriptivos y exploratorios. Con ello, se generaron tablas, gráficos con valores y porcentajes con su respectivo análisis a fondo.

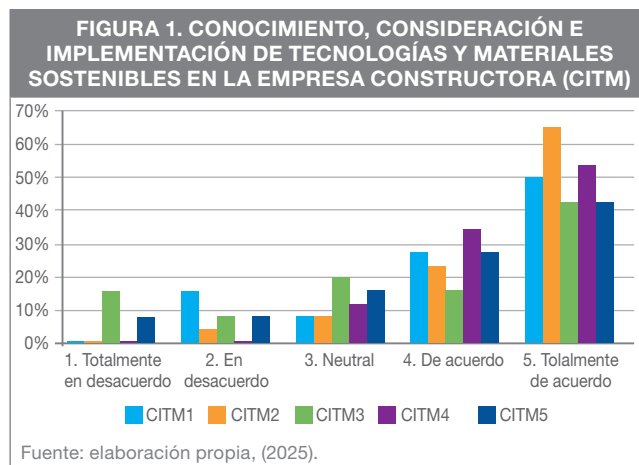
RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir del instrumento aplicado a tomadores de decisiones en empresas constructoras y productoras localizadas en distintas regiones de Costa Rica. La sección se organiza en cuatro apartados que reflejan los constructos evaluados: el conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles; la percepción sobre su impacto ambiental; los factores externos

que condicionan su uso y la capacidad interna de las empresas para adoptarlos. Los datos cuantitativos se complementan con apreciaciones cualitativas brindadas por los encuestados, permitiendo una visión más integral sobre el estado actual de la sostenibilidad del sector.

La Tabla 3 refleja una actitud general positiva hacia la sostenibilidad en la construcción, especialmente en el constructo CITM, donde la mayoría muestra acuerdo con el conocimiento e interés en tecnologías sostenibles. Sin embargo, en los constructos FEAC y CIPS se evidencia una mayor dispersión en las respuestas, lo que señala posibles dudas, limitaciones o falta de experiencia en la aplicación práctica.

Por lo que, aunque el sector reconoce la importancia del tema, aún persisten retos tanto a nivel interno como externo de las empresas que limitan su adopción efectiva. A continuación, se va a profundizar en los resultados de cada uno de los constructos.



La Figura 1 muestra el grado de conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras encuestadas. Con base al conocimiento sobre la disponibilidad de materiales y tecnologías sostenibles en el mercado, los resultados señalan que, el 50,00% de las empresas está totalmente de acuerdo y un 26,92% de acuerdo con dicha afirmación.

No obstante, se reportó 15,38% en desacuerdo y un 7,69% neutral, lo que indica que, una gran parte de las empresas tiene acceso a información, pero un segmento enfrenta limitaciones en su conocimiento técnico o en el acceso a fuentes confiables de información.

TABLA 3. FRECUENCIA Y PORCENTAJES DE LAS VARIABLES

| | 1. Totalmente en desacuerdo | 2. En desacuerdo | 3. Neutral | 4. De acuerdo | 5. Totalmente de acuerdo |
|-------|-----------------------------|------------------|------------|---------------|--------------------------|
| CITM1 | 0,00% | 15,38% | 7,69% | 26,92% | 50,00% |
| CITM2 | 0,00% | 3,85% | 7,69% | 23,08% | 65,38% |
| CITM3 | 15,38% | 7,69% | 19,23% | 15,38% | 42,31% |
| CITM4 | 0,00% | 0,00% | 11,54% | 34,62% | 53,85% |
| CITM5 | 7,69% | 7,69% | 15,38% | 26,92% | 42,31% |
| TDIA1 | 3,85% | 3,85% | 23,08% | 38,46% | 30,77% |
| TDIA2 | 3,85% | 0,00% | 19,23% | 50,00% | 26,92% |
| TDIA3 | 3,85% | 3,85% | 19,23% | 34,62% | 38,46% |
| TDIA4 | 3,85% | 23,08% | 26,92% | 19,23% | 26,92% |
| TDIA5 | 3,85% | 0,00% | 26,92% | 30,77% | 38,46% |
| FEAC1 | 7,69% | 7,69% | 46,15% | 34,62% | 3,85% |
| FEAC2 | 15,38% | 15,38% | 34,62% | 23,08% | 11,54% |
| FEAC3 | 3,85% | 3,85% | 19,23% | 57,69% | 15,38% |
| FEAC4 | 0,00% | 0,00% | 7,69% | 42,31% | 50,00% |
| FEAC5 | 3,85% | 7,69% | 38,46% | 34,62% | 15,38% |
| FEAC6 | 11,54% | 19,23% | 30,77% | 23,08% | 15,38% |
| FEAC7 | 3,85% | 15,38% | 26,92% | 38,46% | 15,38% |
| FEAC8 | 19,23% | 7,69% | 42,31% | 19,23% | 11,54% |
| FEAC9 | 3,85% | 0,00% | 3,85% | 46,15% | 46,15% |
| CIPS1 | 7,69% | 3,85% | 26,92% | 34,62% | 26,92% |
| CIPS2 | 7,69% | 3,85% | 38,46% | 26,92% | 23,08% |
| CIPS3 | 7,69% | 3,85% | 46,15% | 30,77% | 11,54% |
| CIPS4 | 11,54% | 0,00% | 46,15% | 23,08% | 19,23% |
| CIPS5 | 19,23% | 15,38% | 23,08% | 23,08% | 19,23% |

Fuente: elaboración propia, (2025).

Ahora bien, respecto a la evaluación de implementar materiales sostenibles la tendencia es muy favorable. El 65,38% de la muestra se mostró totalmente de acuerdo, y un 23,08% adicional estuvo de acuerdo. Solo un 3,85% señaló estar en desacuerdo y un 7,69% neutral. Por lo que, la mayoría de las empresas ha analizado de manera formal la posibilidad de incorporar materiales sostenibles en sus proyectos. Por lo tanto, representa un paso fundamental en la transición hacia prácticas ambientales responsables.

Por otro lado, al examinar la ejecución de inversiones en tecnologías sostenibles en los últimos años los resultados muestran una mayor dispersión. Aunque un 42,31% de las empresas se mostró totalmente de acuerdo y un 15,38% estuvo de acuerdo también se encontraron niveles considerables de neutralidad (19,23%) y desacuerdo (7,69%) e incluso un 15,38% en total desacuerdo.

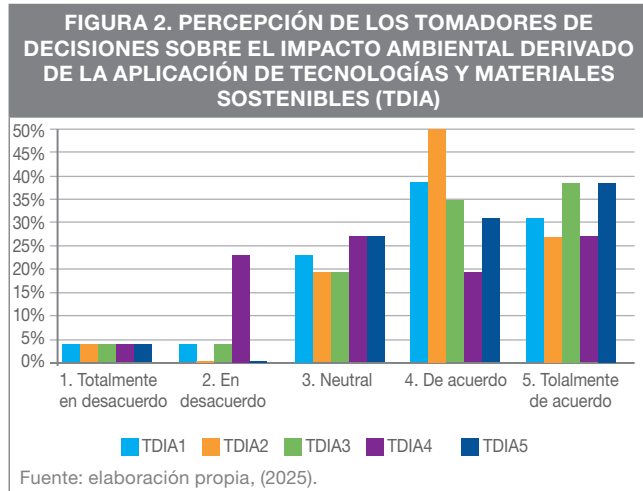
Por lo que, se señala una falta de consolidación de forma homogénea en el sector en cuanto a las decisiones de inversión efectiva en tecnologías sostenibles.

El respaldo de la alta gerencia en prácticas sostenibles es un factor clave para su implementación.

Así mismo, el 53,85% de las empresas manifestó total acuerdo y un 34,62% de acuerdo en que la alta gerencia respalda las iniciativas sostenibles. Mientras que, un 11,54% adoptó una postura neutral y no se registraron respuestas en desacuerdo. El apoyo de los niveles directivos es fundamental para la adopción y cambio organizacional requerido.

Por último, se analiza la medida en que la sostenibilidad se incorpora como criterios en la toma de decisiones técnicas o de compra. En este sentido, el 42,31% de las empresas encuestadas estuvo totalmente de acuerdo y un 26,92% de acuerdo, lo que señala una incorporación creciente en del enfoque de

sostenibilidad. Sin embargo, se evidenció un 15,38% neutral y un 15,38% en desacuerdo o total desacuerdo. Así que, en ciertos casos los criterios tradicionales de toma de decisiones técnicas y de compra prevalecen ante los criterios de sostenibilidad.



La Figura 2 muestra la percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras muestreadas. En primer lugar, al consultar si la implementación de tecnologías sostenibles ha contribuido a una disminución medible del impacto ambiental en los proyectos un 38,46% de las empresas manifestó estar de acuerdo y un 30,77% totalmente de acuerdo. Por el contrario, un 23,08% se encuentra neutral mientras que, un 3,85% se posicionó en desacuerdo y otro 3,85% en total desacuerdo.

En relación con la reducción de residuos en obra a partir del uso de materiales sostenibles, los resultados indican un consenso más sólido. La mitad de las empresas encuestadas se mostró de acuerdo y un 26,92% totalmente de acuerdo en que el uso de materiales sostenibles ha tenido un efecto positivo. El 19,23% adoptó una postura neutral y un 3,85% indicó total desacuerdo. La falta de respuestas en desacuerdo respalda la percepción favorable hacia los materiales sostenibles para minimizar residuos en las obras constructivas.

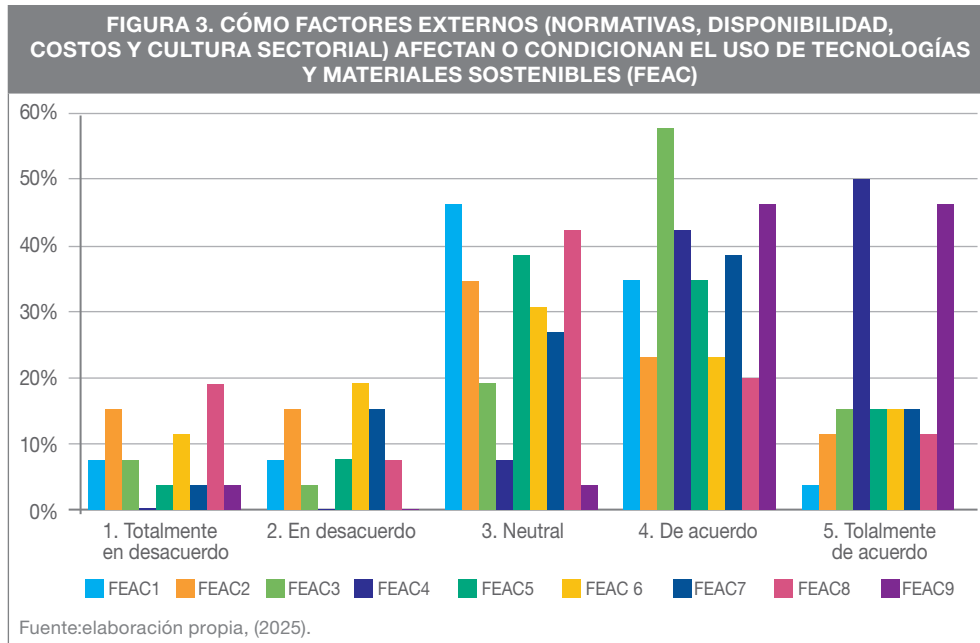
También un aspecto valorado fue la optimización del consumo energético mediante la incorporación de tecnologías sostenible. Así pues, el 38,46% de los encuestados manifestó total acuerdo y un 34,62% en

acuerdo, lo que refleja una percepción positiva considerable. De otra manera, el 19,23% se mantiene neutral y un 7,7% de opiniones negativas con 3,85% total desacuerdo y un 3,85% en desacuerdo. Por lo que, pueden existir diferencias entre los niveles de implementación o en la capacidad de las empresas para medir con precisión los efectos energéticos de las tecnologías.

En cuanto a la evaluación del impacto ambiental a través de procesos de control de calidad, los resultados se distribuyen de manera más heterogénea. Un 26,92% indicó total acuerdo y un 19,23% de acuerdo mientras que, un 26,92% adoptó una posición neutral. No obstante, un 23,08% indicó estar en desacuerdo y un 3,85% en total desacuerdo. Así que, la dispersión sugiere que no todas las empresas han integrado de forma sistemática mecanismos de evaluación ambientales en sus procesos de control de calidad.

Para finalizar, acerca de la percepción de que la sostenibilidad ha mejorado la reputación de la empresa frente a clientes y autoridades un 38,46% de las empresas encuestadas se mostró totalmente de acuerdo y un 38,46% señaló estar de acuerdo. El 26,92% se mantuvo neutral mientras que, solo un 3,85% expresó total desacuerdo y no se registraron respuestas en desacuerdo. Por lo que, las prácticas sostenibles mejoran y fortalecen la imagen y reputación institucional, así como una aceptación en el entorno comercial y regulatorio.

La Figura 3 se centró en la forma en que diversos factores externos, como normativas, costos, disponibilidad y aspectos culturales del sector afectan o condicionan el uso de nuevas tecnologías y materiales sostenibles en las empresas constructoras y productoras encuestadas. Así que, acerca de las regulaciones ambientales vigentes en Costa Rica, las respuestas señalan una percepción ambivalente. Solo un 3,85% de las empresas estuvo totalmente de acuerdo y un 34,62% de acuerdo, es decir consideran que las regulaciones estimulan la adopción de prácticas sostenibles. Sin embargo, el 46,15% se mantuvo neutral y un 15,38% en desacuerdo o totalmente desacuerdo. Por tanto, los resultados señalan que, si bien existe un cierto reconocimiento del rol positivo de la normativa no es percibido como una manera unánime de guía clara para la transformación hacia la sostenibilidad.



En esta misma línea, se consultó sobre la existencia de barreras regulatorias que dificultan la implementación de soluciones sostenibles.

Un 34,62% se posicionó de manera neutral, mientras que un 23,08% estuvo de acuerdo y un 11,54% totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 30,76% manifestó estar desacuerdo o totalmente desacuerdo lo que muestra una experiencia dividida entre empresas respecto al impacto real de los marcos regulatorios como posibles obstáculos.

En una manera más consistente se refleja al analizar si la normativa actual está suficientemente alineada con los avances tecnológicos sostenibles. El 57,69% de las empresas encuestadas afirmó estar de acuerdo en que existe un desfase normativo y un 15,38% estuvo totalmente de acuerdo. Por lo que, se percibe que las normativas no avanzan al ritmo del desarrollo sostenible. Únicamente, el 7,7% expresó desacuerdo o total desacuerdo mientras que el 19,23% se mantuvo neutral.

El costo resalta como uno de los factores más contundentes en lo que son barreras para la adopción de la sostenibilidad. Debido que el 50,00% de las empresas afirman estar totalmente de acuerdo y otro 42,31% de acuerdo. Apenas un 7,69% optó por una posición neutral y no se obtuvieron respuestas en desacuerdo ni totalmente desacuerdo. Por lo que, se evidencia que el aspecto financiero continúa siendo

un obstáculo relevante para el desarrollo sostenible y principalmente en etapas tempranas de inversión.

Acerca de la disponibilidad de materiales y tecnologías sostenibles, la confianza en la cadena de suministro muestra una percepción dividida. Un 34,62% de las empresas afirmó contar con proveedores confiables y un 15,38% se mostró totalmente de acuerdo. Sin embargo, un 38,46% se mantuvo neutral y un 11,54% expresó desacuerdo o total desacuerdo. Lo que revela una oferta ilimitada o poco consolidada de soluciones sostenibles en el mercado nacional.

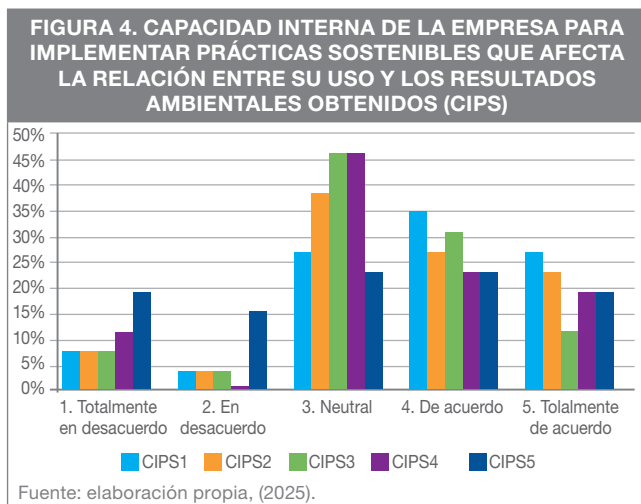
Otro aspecto relevante fue la percepción de riesgo financiero. El 30,77% de los encuestados adoptó una postura neutral ante la afirmación de que invertir en sostenibilidad representa un riesgo económico para la empresa mientras que un 34,62% algún grado de acuerdo. En contraste del 30,77% que estuvo en desacuerdo o total desacuerdo, mostrando un panorama dividido respecto a la percepción de estabilidad financiera que conlleva este tipo de inversiones.

Con respecto a si las empresas que están adoptando cada vez más soluciones tecnológicas disponibles, un 38,46% se encuentra de acuerdo y un 15,38% totalmente de acuerdo. Al contrario del 26,92% se posicionó de forma neutral y un 19,23% en desacuerdo. Por lo que, si bien existe una tendencia por la innovación sostenible, aún no se percibe una práctica generalizada del sector.

En cuanto a la presión del entorno, un 42,31% se mantuvo neutral y solo un 30,77% de acuerdo o total acuerdo sobre si existe un tipo de presión por parte de clientes o inversionistas para la adopción de prácticas sostenibles. Por otro lado, un 26,92% expresó un grado de desacuerdo, entonces la demanda externa no es un factor determinante para dicha adopción.

Por último, se obtuvo resultados más que claros y contundentes acerca de si el sector de construcción debe transitar a modelos más sostenibles en corto plazo. Debido que, un 46,15% estuvo totalmente de acuerdo y otro 46,16% se posicionó en de acuerdo. Únicamente se encontró un 3,85% neutral y un 3,85% en totalmente en desacuerdo. Así que, a pesar de las posibles barreras existentes, el consenso es tajante sobre la necesidad transformación del sector hacia la sostenibilidad como objetivo en el futuro cercano.

La Figura 4 permite analizar la capacidad interna de las empresas para implementar prácticas sostenibles que afectan la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos. En relación con la eficiencia de la empresa al incorporar tecnologías sostenibles un 34,62% de las empresas encuestadas afirmó estar de acuerdo y un 26,92% totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 26,92% se posicionó neutral ante dicha afirmación y una minoría del 11,54% en desacuerdo o total desacuerdo.



Así que, aunque una gran parte de las empresas ha logrado integrar tecnologías de forma eficiente aún se encuentran desafíos operativos para la adopción completa del sector.

Por otro lado, con respecto a la capacitación del personal clave para ejecutar proyectos sostenibles, se analiza una distribución relativamente equilibrada. Un 26,92% está de acuerdo y un 23,08% está totalmente de acuerdo mientras que el 38,46% se mostró neutral. Solo 11,54% expresó algún grado de desacuerdo.

En cuanto, los procesos administrativos y logísticos se clasifican como un apartado importante de oportunidad de mejora, un 30,77% manifiesta estar de acuerdo y un 11,54% estuvo totalmente de acuerdo. Sin embargo, el 46,15 se posicionó neutral mientras que un 11,54 señaló un tipo de desacuerdo. Por tanto, los procedimientos logísticos y administrativos internos de las empresas no se encuentran totalmente alineados con los requerimientos que exigen las practicas sostenibles lo que podría limitar su efectividad.

Por otro lado, de los aspectos más importantes como la rentabilidad o retornos positivos en los desarrollos sostenibles, el 23,08% de la muestra indica estar de acuerdo en que se han generado retornos positivos y el 19,23% totalmente de acuerdo. No obstante, un considerable 46,15% se posicionó neutral mientras que un 11,54% expresó total desacuerdo. El presente resultado, explica que la relación entre sostenibilidad y rentabilidad no es contundente ni uniforme para todas las empresas.

Finalmente, se consultó si las empresas cuentan con métricas o indicadores internos para evaluar su desempeño en sostenibilidad. En este caso, un 19,23% estuvo totalmente de acuerdo y otro 23,08% de acuerdo, pero un 23,08 se mantuvo neutral y un 34,61% mostró un grado de desacuerdo.

Por lo que, se señala que no todas las empresas disponen de sistemas internos suficientemente desarrollados para medir el impacto ambiental en sus proyectos.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del estudio permiten de manera critica conocer el estado actual de la sostenibilidad en el sector de la construcción en Costa Rica, encontrando tanto avances como limitaciones en la adopción e implementación de tecnologías y materiales sostenible. Además, al comparar los resultados con

el marco teórico se coincide en varios temas importantes y también nuevos aportes que, podrían fungir como líneas futuras de investigación.

Para comenzar, el desfase entre el conocimiento e implementación es evidente en los resultados obtenidos, aunque existe un alto nivel en cuanto a conocimiento y evaluación sobre tecnologías y materiales sostenibles no se manifiesta de forma proporcional en inversión o implementación real.

Esto se podría explicar por barreras internas como capacidad técnica y costos o normativas y demanda del cliente. Aunque, como lo mencionan Ayele (2024) y Akindeinde *et al.* (2025) la falta de conocimiento y desconocimiento técnico son barreras significativas. Debido que, si bien hay empresas con un buen conocimiento otras enfrentan limitaciones en información técnica.

Por otro lado, el respaldo de la alta gerencia es clave, pero insuficiente para la adopción de estrategias como el enfoque de triple balance de equilibrio ambiental, crecimiento económico e inclusión sociocultural que exponen Vegas López-Manzanares & Guillaud (2015). Además, el personal capacitado y los procesos internos adaptados y seguimiento estructurado va más allá de solo el respaldo gerencial. Continuando con el apartado de capacitación personal, programas como MIPYMES Verdes II del Banco Centroamericano (2024), refuerza el argumento y muestran las iniciativas recientes en el ámbito.

Ahora bien, como existe una falta de procesos internos adaptados y seguimiento estructurado, la sistematización del impacto ambiental también sufre limitaciones en muchas empresas. Debido que, no miden de forma estructurada el impacto ambiental de sus proyectos lo que no deja un registro claro sobre la evidencia concreta de los beneficios ambientales o en la mejora continua de los proyectos. En apoyo con el argumento, Cárcel-Carrasco *et al.* (2022) señala que, la adopción de materiales y prácticas que favorezcan al ambiente como respuesta a los problemas que causa la construcción tradicional al estar en sus primeras etapas es evidente que no cuentan con métricas internas claras.

Por otra parte, otro de los hallazgos fue que el uso de materiales sostenibles es decisión del cliente y depende tanto de su ética ambiental como de su capacidad económica. Morenilla (2011) destaca que, Costa

Rica depende de materiales importados, lo que encarece las opciones sostenibles y repercute tanto en la inversión de la empresa o el cliente que quiera implementarlos al proyecto lo que refuerza el hallazgo obtenido. Sin embargo, aun cuando se cuente con la ética ambiental y el capital económico, el factor geográfico y técnico del proyecto puede limitar el uso de ciertas tecnologías y materiales.

Acercas de la sostenibilidad como tendencia, Badilla-López (2023) afirma que, los desafíos son cada vez más notables. Por lo que, ha crecido el interés por la sostenibilidad y su visibilidad en medios y alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, en muchos casos las empresas se aprovechan de la notoriedad, pero no profundizan en los procesos o prácticas. En la misma línea, se debe destacar como resultado de esta investigación que, si bien la sostenibilidad mejora la reputación y mejora la imagen corporativa, la presión por parte de clientes e inversionistas aún no es generalizada. Por lo que, la presión de cambio de rumbo hacia la sostenibilidad es lenta. Además, que, aunque en Costa Rica hay normativas y regulaciones, el seguimiento y las sanciones son débiles o insignificantes para las empresas que explotan o dañan los recursos naturales.

El seguimiento y presión proviene más de entes privados que del estado, por ejemplo, las certificaciones ISO de la International Organization for Standardization.

Profundizando en las barreras económicas como obstáculo, los costos iniciales son el paso más complicado en especial de las pequeñas y medianas empresas o en zonas fuera del Gran Área Metropolitana. Esto coincide con lo que exponen Cárcel-Carrasco *et al.* (2022), Saucedo-Coley *et al.* (2023), sobre que los costos iniciales son una de las mayores barreras a pesar de que los beneficios ambientales estén probados. Por otro lado, la percepción de riesgo financiero es dividida así que, refleja incertidumbre sobre los beneficios reales en este tipo de inversiones.

Por último, el marco teórico subraya el papel de la sostenibilidad en la mitigación ambiental y con base los resultados de las empresas muestreadas se encuentra una aprobación total en la urgencia a cambiar al modelo constructivo actual.

Por lo que, se confirma que Costa Rica, aunque reconocida internacionalmente por su compromiso

ambiental y ser considerado un país verde, enfrenta retos similares a los del contexto global y avanza en sintonía con las tendencias y principios establecidos por la revisión de literatura de esta investigación.

CONCLUSIONES

Para finalizar, tras el análisis detallado de los resultados y su contraste con el marco teórico, se observa que la situación del sector de la construcción en Costa Rica refleja una realidad compleja, caracterizada por avances puntuales, barreras estructurales y un comienzo hacia la transformación de la sostenibilidad. Por parte de, la relación entre los hallazgos empíricos y la literatura especializada permite no solo identificar coincidencias relevantes sino también destacar áreas críticas de mejora y proponer rutas de acción para fortalecer el movimiento constructivo nacional sostenible.

Primeramente, los datos revelan una brecha clara entre el nivel de conocimiento que tienen las empresas sobre tecnologías y materiales sostenibles y la implementación efectiva de los mismos. Aunque muchas empresas indicaron estar informadas y haber considerado estas opciones, no significa que van a adoptar dichas prácticas. Lo que, puede deberse a limitaciones técnicas, financieras o incluso culturales dentro de las organizaciones. Este retraso evidencia la necesidad de promover condiciones que faciliten la inversión como incentivos, capacitación y mejora en la disponibilidad de soluciones sostenibles en el mercado nacional por encima de una simple intención. Por ende, se requiere avanzar hacia un modelo que integre indicadores claros, personal capacitado y una cultura organizacional que equilibre el desarrollo económico, social y ambiental.

Otro hallazgo significativo es que la decisión de aplicar tecnologías o materiales sostenibles en un proyecto depende en gran medida del cliente. Ya que, la ética ambiental, el poder adquisitivo y el grado de concientización que tenga el cliente va a influir directamente en la demanda de soluciones sostenibles. Es por ello que, existe la necesidad de campañas que promuevan esta educación y que sean dirigidas al consumidor final. Además, parte de que exista también una adopción lenta de estas prácticas es la falta de presión externa por parte de los mismos clientes e inversionistas.

Por otro lado, se detecta una debilidad considerable en el desarrollo de indicadores clave internos que permitan evaluar el impacto ambiental que generan los proyectos. Lo cual, impide obtener datos e información objetiva que sustenten la mejora continua o que validen los beneficios de la sostenibilidad. Asimismo, el análisis revela que la normativa costarricense actual no es percibida como una guía estricta que contenga mecanismos de control y sanción suficientemente convincentes. Como se mencionó, las empresas expresan que, de hecho, son los entes privados los que ejercen mayor presión para adoptar estas prácticas por encima del Estado.

Aunado a lo anterior, si bien existen esfuerzos y casos aislados de empresas con una cultura sostenible más consolidada y con buenas prácticas e innovación, la mayoría de las empresas constructoras o productoras del sector apenas están iniciando esa transición. Lo que sugiere que, la sostenibilidad sigue siendo aún un elemento más asociado a la marca o reputación de la empresa que como una estrategia que realmente signifique el inicio de cambios positivos para el medio ambiente. Por ello, es que existe una oportunidad para acelerar dicho proceso con nuevas políticas, incentivos o acciones que estén orientadas a acelerar esa urgencia de cambiar el modelo o sistema constructivo actual.

Por otra parte, a partir de estos hallazgos, se identifican varias líneas futuras de investigación que pueden complementar lo desarrollado en este estudio. En primer lugar, sería pertinente explorar también la percepción y nivel de conciencia de los clientes o usuarios finales sobre el uso de materiales y tecnologías sostenibles. Ya que, su rol es determinante en la toma de decisiones de compra y diseño. En segundo lugar, se sugiere analizar de forma comparativa los productos financieros verdes ofrecidos por los bancos estatales en Costa Rica frente a los créditos tradicionales. Con el objetivo de identificar si existen verdaderas ventajas para quienes desean construir de manera sostenible y entender si facilitan la incorporación de proyectos amigables con el medio ambiente.

También se debe destacar que, para un profesional en Administración de Empresas la presente investigación ofrece insumos clave para la toma de decisiones estratégicas relacionadas a la

sostenibilidad. Además, con esto se logra identificar oportunidades de mejora en la eficiencia operativa, gestión en el cambio organizacional e incorporación de prácticas sostenibles como ventaja competitiva. Así como, ofrece criterios para alinear la cultura empresarial y los modelos de negocio con las nuevas demandas del mercado.

Como recomendaciones finales, se considera pertinente fortalecer la educación ambiental tanto a nivel empresarial como ciudadano. Con el fin de, promover el valor de construir de manera sostenible más allá de temas de marketing y esto se puede lograr a través de campañas de concientización entre otras propuestas. Asimismo, se recomienda ampliar y descentralizar los programas de capacitación técnica para empresas y trasladarlos en mayor medida a zonas rurales o regiones fuera de la Gran Área Metropolitana. Paralelamente, se tiene la urgencia

también de revisar y analizar las regulaciones ambientales para que estén mayormente alineadas con el avance tecnológico y que su cumplimiento sea resguardado con sanciones más proporcionales. Finalmente, se debe fomentar la producción e innovación nacional de materiales sostenibles alternativos que permitan ser una vía para reducir costos y mejorar la viabilidad de los proyectos sostenibles en todo el país como lo pueden ser el bambú, los ladrillos ecológicos o los concretos con residuos agrícolas entre otras opciones sostenibles.

Indudablemente, el camino hacia una construcción más sostenible en Costa Rica está trazado, pero aún se necesita que haya mayor coherencia entre el conocimiento y la acción por parte de las empresas. Así como una coordinación más sólida entre los actores públicos, privados y sociales que conforman el sector constructivo nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abera, Y. A. (2024). Sustainable building materials: A comprehensive study on eco-friendly alternatives for construction. *Composites & Advanced Materials*, 1-17. <https://doi.org/10.1177/26349833241255957>
- Acosta, D. (2015, June 24). *El valor del diseño sostenible en la arquitectura*. <https://entrerayas.com/el-valor-del-diseno-sostenible-en-la-arquitectura/>
- AKINDEINDE, A. S. et al. (2024). Impact of Modular Integrated Construction Indicators on Sustainable Performance Metrics in Nigeria. *Construction Economics & Building*, [s. l.], v. 24, n. 4/5, p. 81-97, 2024. DOI 10.5130/AJCEB.v24i4/5.8865. <https://researchs.tec.elogim.com/linkprocessor/plink?id=732f76a3-406a-3923-a4cf-4905297c1a30>
- Alpizar, M. (2018). *Construcción sostenible: Internacionalización de servicios*. Procomer. <https://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Construccion%20Sostenible%20VF.pdf>
- Arinas, R. (2019). Economía circular: Líneas maestras de un concepto jurídico en construcción. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 10. <https://doi.org/10.17345/rcda2567>
- Ashour, L., Khattab, R., Yaghi, A., Qatamin, H. (2023). El impacto del cambio climático en los campos de refugiados: estudio de caso de Al Za'atari. En: Krüger, EL, Karunathilake, HP, Alam, T. (eds.) *Ciudades inteligentes resilientes y responsables. Avances en ciencia, tecnología e innovación*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20182-0_11
- Autoridad de Edificación y Construcción. (2024). *Construcción volumétrica prefabricada y preacabada (PPVC)*. BCA. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/prefabricated-prefinished-volumetric-construction-ppv>
- Badilla-López, E. (2023). *Bambú laminado como alternativa para la construcción sostenible en Costa Rica aplicado al Laboratorio SMART E-Lab, San Carlos*. (Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica). Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/15242>
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2024). *Con el apoyo del BCIE, la Unión Europea y el Gobierno de Alemania se impulsará la construcción sostenible en Costa Rica*. <https://www.bcie.org/novedades/noticias/articulo/con-el-apoyo-del-bcie-la-union-europea-y-el-gobierno-de-alemania-se-impulsara-la-construccion-sostenible-en-costa-rica>
- Bowley, W., & Mukhopadhyaya, P. (2017). A Sustainable Design for an Off-Grid Passive Container House. *International Review of Applied Sciences & Engineering*, 8(2), 145-152. <https://doi.org/10.1556/1848.2017.8.2.7>
- Brady, L., & Abdellatif, M. (2017). Assessment of energy consumption in existing buildings. *Energy and Buildings*, 149, 142-150. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.051>

- Cárcel-Carrasco, J., Martínez-Corral, A., Llinares, J., y Kaur, J. (2022). Alternativas ecológicas de los materiales tradicionales en la construcción sostenible. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 11(1), 17-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8360465>
- Chabi, E., Doko, V. K., & Adjovi, E. C. (2024). Eco-friendly building materials: full-scale replacement of mineral aggregates with rice husk. *Discover Materials*, 4(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s43939-024-00075-9>
- Chaillan, G., Condon, P., Poirriez, C. y Wu, S. (2017). Un enfoque de proceso de fabricación para la construcción: Diseño y aplicación de un sistema compuesto para edificios modulares. En el Simposio IABSE: Ingeniería del Futuro, Vancouver, Canadá, 21-23 de septiembre de 2017 (pp. 2635-2641). <https://structurae.net/en/literature/conference-paper/manufacturing-process-approach-to-construction-design-and-application-of-a-composite-system-for-modular-buildings>
- Chen, C. (2023). Ventajas y barreras del método de construcción modular en la construcción de edificios. *Actas de la Institución de Ingenieros Civiles -Infraestructura y Construcción Inteligente*, 176 (2), 75-84. <https://www.emerald.com/jsmic/article-abstract/176/2/75/441959/Advantages-and-barriers-of-modular-construction?redirectedFrom=fulltext>
- Chougule, A. B., & Chothe, O. (2022). Review of time and cost analysis for Prefabricated Prefinished Volumetric Construction (PPVC). In *Recent Advances in Structural Engineering and Construction Management: Select Proceedings of ICSMC 2021* (pp. 937-949). Singapore: Springer Nature Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-4040-8_76
- Díaz, R. (2022). Construcciones sostenibles crecieron a un ritmo de 25% anual en Costa Rica. *El observador*. <https://observador.cr/construcciones-sostenibles-crecieron-a-un-ritmo-de-25-anual-en-costa-rica/>
- European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. European Commission https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_886
- Gan, V. J. L., Lo, I. M. C., Ma, J., Tse, K. T., Cheng, J. C. P., & Chan, C. M. (2020). *Simulation optimisation towards energy efficient green buildings: Current status and future trends*. *Journal of Cleaner Production*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120012>
- Gilabert Sanz, S., Oliver Villanueva, J.-V., Monleón Doménech, M., Alonso Durá, A., & Ruiz Ramírez, S. (2024). Metodología y propuesta para la rehabilitación sostenible y de bajo impacto ambiental del patrimonio rural. *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 29(51), 82-103. <https://doi.org/10.4995/ega.2024.20100>
- Gómez, P. J. R., Pinoargote, G. E. M., Yero, A. M. G., Riverón, G. C., Rebolledo, W. J. G., & Gómez, J. A. R. (2024). Sustainable Habitat Management in the Ecuadorian Coastal Region From Local Development. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(10), e08996. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-092>
- Hassan Ali, A., Farouk Kineber, A., Elshaboury, N., Arashpour, M., & Osama Daoud, A. (2025). Analysing multifaceted barriers to modular construction in sustainable building projects: a comprehensive evaluation using multi-criteria decision making. *International Journal of Construction Management*, 25(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2299557>
- Hernández-Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2023). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://ebooks724.tec.elogim.com:443/?il=31455>
- Lu, W., Chen, K., Xue, F., & Pan, W. (2018). Searching for an optimal level of prefabrication in construction: An analytical framework. *Journal of Cleaner Production*, 201, 236-245. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618323084>
- Marchesi, M., & Tweed, C. (2021). Social innovation for a circular economy in social housing. *Sustainable Cities and Society*, 71. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721002110>
- Saucedo-Coley, M. A., Rios, C., & Díaz-Ramírez, G. A. (2023). Efecto de relaves mineros, cáscaras de yuca y desechos de cáscara de arroz en el desempeño y durabilidad de los ladrillos cocidos. *Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 21(1), 41-53. <https://doi.org/10.24054/bistua.v21i1.2334>
- Vegas López-Manzanares, F., & Guillaud, H. (2015). *VerSus project: Lessons from vernacular heritage for sustainable architecture*. https://www.researchgate.net/publication/280820013_VerSus_project_Lessons_from_vernacular_heritage_for_sustainable_architecture

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO

Constructos

| |
|---|
| Conocimiento, consideración e implementación de tecnologías y materiales sostenibles en la empresa constructora (CITM) |
| Percepción de los tomadores de decisiones sobre el impacto ambiental derivado de la aplicación de tecnologías y materiales sostenibles (TDIA) |
| Cómo factores externos (normativas, disponibilidad, costos y cultura sectorial) afectan o condicionan el uso de tecnologías y materiales sostenibles (FEAC) |
| Capacidad interna de la empresa para implementar prácticas sostenibles afecta la relación entre su uso y los resultados ambientales obtenidos (CIPS) |
| Fuente: elaboración propia, (2025). |

ANEXO 2. ÍTEMS

Ítems específicos del cuestionario

| |
|--|
| CITM1. La empresa conoce qué materiales y tecnologías sostenibles están disponibles actualmente en el mercado. |
| CITM 2. En la empresa se ha considerado o evaluado la posibilidad de implementar materiales sostenibles. |
| CITM 3. Se han realizado inversiones en tecnologías sostenibles en los últimos años. |
| CITM 4. La alta gerencia respalda la incorporación de prácticas sostenibles en los proyectos constructivos. |
| CITM 5. La sostenibilidad es un criterio considerado en la toma de decisiones técnicas o de compra. |
| TDIA1. La implementación de tecnologías sostenibles ha contribuido a una disminución medible del impacto ambiental de los proyectos. |
| TDIA2. El uso de materiales sostenibles ha reducido la generación de residuos en obra. |
| TDIA 3. Se ha logrado optimizar el consumo energético gracias a la incorporación de tecnologías sostenibles. |
| TDIA 4. La empresa evalúa el impacto ambiental de sus proyectos como parte del proceso de control de calidad. |
| TDIA 5. La sostenibilidad ha mejorado la reputación o imagen de la empresa ante clientes y autoridades. |
| FEAC1. Las regulaciones ambientales vigentes en Costa Rica estimulan efectivamente la adopción de prácticas sostenibles. |
| FEAC 2. La empresa ha enfrentado barreras regulatorias para implementar soluciones sostenibles. |
| FEAC 3. La normativa actual no está suficientemente alineada con los avances tecnológicos sostenibles. |
| FEAC 4. Los costos iniciales de materiales sostenibles son una barrera significativa para su adopción. |
| FEAC 5. La empresa cuenta con proveedores confiables de materiales y tecnologías sostenibles. |
| FEAC 6. La inversión en sostenibilidad representa un riesgo financiero para la empresa. |
| FEAC 7. Las empresas del sector están adoptando cada vez más soluciones tecnológicas sostenibles. |
| FEAC 8. Existe presión por parte de clientes o inversionistas para adoptar prácticas sostenibles. |
| FEAC 9. La empresa considera que el sector construcción debe transitar hacia modelos más sostenibles en el corto plazo |
| CIPS1. La empresa ha logrado implementar tecnologías sostenibles de forma eficiente. |
| CIPS 2. El personal clave está capacitado para ejecutar proyectos con enfoque sostenible. |
| CIPS 3. Los procesos administrativos y logísticos de la empresa facilitan la incorporación de prácticas sostenibles. |
| CIPS 4. La implementación de prácticas sostenibles ha resultado rentable o ha generado retornos positivos. |
| CIPS 5. Existen métricas o indicadores internos para evaluar el desempeño en sostenibilidad. |
| Fuente: elaboración propia, (2025). |





LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACIÓN EN EL MERCADO LABORAL

Recibido: 30 de noviembre, 2025 • Revisado: 18 de diciembre, 2025 • Aceptado: 14 de enero, 2026

Mariangel Conejo Arroyo
y Toscano Luconi Esquivel

RESUMEN

Este artículo analiza el papel de la inteligencia artificial (IA) en la transformación del trabajo a través del lente de las capacidades dinámicas. Tomando como referencia el caso de IBM, se muestra cómo la IA refuerza los procesos conocidos como *sensing*, *seizing* y *reconfiguring*, permitiendo a la empresa identificar oportunidades tecnológicas, capturar valor mediante innovación digital y reconfigurar su estructura laboral. Los resultados evidencian que la IA no produce efectos homogéneos: genera nuevas ocupaciones, complementariedad humano-algoritmo y mejoras en productividad donde existen capacidades dinámicas desarrolladas; mientras que en organizaciones con baja absorción tecnológica sus impactos se limitan a automatizaciones fragmentadas. El estudio concluye que la adopción efectiva de IA depende menos de la tecnología en sí y más de las capacidades organizacionales que permiten convertirla en aprendizaje, innovación y empleo de calidad. Esto ofrece un marco profesional para empresas y tomadores de decisión en economías emergentes.

Palabras clave: inteligencia artificial, capacidades dinámicas, transformación laboral, Costa Rica

ABSTRACT

This article examines the role of artificial intelligence (AI) in transforming work through the lens of dynamic capabilities. Using IBM as a reference case, the study shows how AI strengthens the processes known as *sensing*, *seizing*, and *reconfiguring*, allowing the firm to identify technological opportunities, capture value through digital innovation, and reorganize its labor structure. The analysis integrates recent literature on AI, labor markets, and organizational change, and contrasts these insights with Costa Rica's dual productive structure, where technologically advanced sectors coexist with traditional, low-absorption industries. Findings indicate that AI does not generate uniform effects: it creates new occupations, enhances human-algorithm complementarities, and improves productivity where dynamic capabilities are developed, while in firms with limited absorptive capacity its impact remains fragmented. The study concludes that effective AI adoption depends less on the technology itself and more on the organizational capabilities that enable learning, innovation, and higher-quality employment. This provides a practical framework for firms and policymakers in emerging economies.

Keywords: artificial intelligence, dynamic capabilities, labor transformation, Costa Rica

Mariangel Conejo Arroyo es egresada del bachillerato en Economía Empresarial de LEAD University.

Toscano Luconi Esquivel es Profesor en LEAD University y asesor empresarial en estrategia, finanzas y operaciones.

INTRODUCCIÓN

La expansión de la inteligencia artificial (IA) modificó las funciones productivas, los procesos organizacionales y la estructura del empleo en las empresas que operan cerca de la frontera tecnológica. Más allá de automatizar tareas o incrementar la eficiencia operativa, la IA actúa como un insumo estratégico que redefine la manera en que las organizaciones aprenden, asignan recursos y reconfiguran sus procesos internos. Este artículo adopta la teoría de las capacidades dinámicas como marco conceptual para interpretar esta transformación, dado que permite explicar por qué la misma tecnología produce resultados muy distintos según la estructura organizacional donde se incorpora.

Desde esta perspectiva, la IA refuerza tres funciones centrales de la empresa moderna: la detección temprana de oportunidades y amenazas tecnológicas (*sensing*), la capacidad para capturar y escalar dichas oportunidades mediante decisiones estratégicas y rediseño de procesos (*seizing*), y la habilidad para reconfigurar su estructura de recursos, roles y competencias según nuevas condiciones productivas (*reconfiguring*). Empresas líderes como IBM operan con estos mecanismos de forma explícita y sostenida, lo que convierte su experiencia en un laboratorio útil para observar la interacción entre tecnología avanzada y capacidades organizacionales.

Este artículo analiza el caso de IBM para estudiar cómo la IA altera la composición del trabajo, la demanda de habilidades y los mecanismos de aprendizaje corporativo. El análisis se extiende luego al contexto costarricense, donde la estructura productiva presenta una marcada dualidad: sectores del régimen especial exhiben altos niveles de absorción tecnológica y flexibilidad organizacional, mientras que sectores tradicionales mantienen rutinas rígidas, baja inversión en capacidades y escasa reconversión laboral.¹ Esta asimetría condiciona el impacto de la IA y determina en qué sectores puede convertirse en un motor de productividad y dónde sus efectos permanecen marginales.

El objetivo general es ofrecer una lectura profesional y aplicada sobre el papel de la IA en la transformación laboral, empleando un marco conceptual robusto pero accesible, útil tanto para empresas como

para organismos de política pública. El artículo avanza sobre la literatura descriptiva al articular el fenómeno tecnológico con los fundamentos organizacionales que determinan su valor económico. La estructura del documento presenta la metodología empleada, sintetiza la literatura relevante, examina el caso de IBM a través del prisma de las capacidades dinámicas y analiza sus implicaciones para sectores productivos de Costa Rica.

METODOLOGÍA

El análisis se desarrolla mediante un enfoque cualitativo-interpretativo orientado a comprender cómo la inteligencia artificial (IA) se integra en las capacidades dinámicas de las organizaciones. Este tipo de enfoque es adecuado para fenómenos donde la tecnología no solo introduce herramientas nuevas, sino que altera procesos, roles y estructuras internas. Dado que estas transformaciones no se capturan mediante mediciones estándar de productividad o empleo, el estudio se apoya en evidencia documental y análisis conceptual.

La revisión de fuentes incluyó literatura académica arbitrada sobre cambio tecnológico, capacidades dinámicas y reorganización del trabajo, así como informes corporativos y documentos técnicos de IBM que describen su estrategia de adopción de IA, sus mecanismos de capacitación interna y sus prácticas de gobernanza algorítmica. También se incorporaron estudios de organismos multilaterales que analizan tendencias globales en automatización, digitalización y reconversión laboral. El periodo de revisión se concentró en 2020-2025, etapa caracterizada por la aceleración en la adopción de IA generativa y por la disponibilidad de análisis comparativos actualizados.

El procesamiento de la información se realizó mediante un análisis temático estructurado. Los documentos se codificaron según categorías derivadas del marco teórico: *sensing*, *seizing* y *reconfiguring*. Esta estructura permitió identificar patrones organizacionales, mecanismos de adopción tecnológica y transformaciones en perfiles laborales asociados a cada una de las capacidades dinámicas. A partir de esta codificación, se sintetizaron los hallazgos en una narrativa que conecta la experiencia de IBM con la estructura

¹ Esta diferencia se comenta más adelante, sin embargo es importante notar que las actividades en el Régimen Especial concentran la operación de empresas multinacionales que establecen sus filiales en Costa Rica, amparadas al régimen creado por la Ley 7210. Por otra parte, el Régimen Definitivo concentra el resto de la actividad económica de fuente costarricense, es decir, productores, comerciantes y empresas de servicio.

productiva costarricense, caracterizada por su dualidad sectorial.

El estudio adopta un diseño de caso instrumental, donde IBM funciona como un referente para interpretar fenómenos más amplios relacionados con la absorción tecnológica en empresas de distintos niveles de sofisticación. No se pretende generalizar estadísticamente los resultados, sino ofrecer un análisis aplicable a empresas y sectores que buscan integrar IA en sus operaciones y comprender sus implicaciones laborales. La metodología se orienta así a generar un marco profesional útil para el diagnóstico, la toma de decisiones y la planificación estratégica en contextos de transformación digital.

REVISIÓN DE LITERATURA

La literatura reciente sobre inteligencia artificial (IA) y transformación organizacional coincide en que los resultados económicos y laborales de la adopción tecnológica dependen de las capacidades internas de la empresa para identificar oportunidades, apropiarse de ellas y reconfigurar sus recursos en consecuencia. Es importante enmarcar que estas capacidades, a su vez, están en función de factores de alto nivel como el modelo de negocio, la estrategia competitiva, los procesos con los que opera la empresa, entre otros que no necesariamente pueden ser modificados en niveles inferiores de la cadena de mando. Para lo anterior, la teoría de las capacidades dinámicas proporciona un marco robusto para interpretar estos procesos, al definir la ventaja competitiva como la capacidad de la organización para crear, extender o modificar de forma deliberada su base de recursos en entornos cambiantes (Helfat *et al.*, 2007; Teece, 2007).

Inteligencia artificial y capacidades dinámicas

En este enfoque, las capacidades dinámicas se estructuran en tres funciones básicas: *sensing*, *seizing* y *reconfiguring* (Teece, 2007; Teece, 2014). La IA altera las tres. En primer lugar, amplía la capacidad de *sensing* al procesar grandes volúmenes de datos y detectar patrones, tendencias y “señales débiles” que serían inviables de identificar solo con juicio humano. Teece (2018) muestra que las organizaciones que integran IA en sus procesos de análisis estratégico incrementan su habilidad para anticipar cambios en mercados, tecnologías

y preferencias de clientes. De forma similar, estudios recientes plantean que la IA se convierte en un habilitador directo de capacidades dinámicas al fortalecer la detección y el seguimiento de oportunidades digitales (van de Wetering, 2025; Warner & Wagner, 2021).

En segundo lugar, la IA transforma la dimensión de *seizing*, vinculada con la capacidad de la empresa para capturar oportunidades a través de decisiones, inversiones y rediseño de procesos. La evidencia muestra que la integración de algoritmos en funciones clave –como marketing, gestión de operaciones o innovación– potencia la capacidad innovadora y la velocidad de respuesta estratégica (Gao *et al.*, 2025; Teece, 2018). Desde esta perspectiva, la IA no es solo una tecnología de automatización, sino un componente de la “maquinaria organizacional” que permite explotar de forma sistemática nuevos modelos de negocio y servicios digitales (Teece, 2007, 2018).

En tercer lugar, la IA incide en la dimensión de *reconfiguring*, que se refiere a la capacidad organizacional para recombinar activos, modificar estructuras y re-diseñar roles. Investigaciones recientes muestran que la IA empuja a las empresas a crear puestos híbridos, a reestructurar equipos y a redefinir fronteras funcionales, lo cual exige procesos permanentes de aprendizaje y recualificación (Teece, 2018; Warner & Wagner, 2021). Otros trabajos enfatizan que la IA se convierte en un motor de adaptación de largo plazo al facilitar la creación y renovación de capacidades digitales, especialmente durante periodos de disrupción (van de Wetering, 2025; Gao *et al.*, 2025).

En síntesis, la literatura converge en que la IA actúa como un habilitador transversal de capacidades dinámicas: refuerza la detección de oportunidades, modifica la forma en que se toman decisiones y obliga y contribuye a reconfigurar estructuras y competencias. La magnitud de estos efectos, sin embargo, depende del nivel de madurez organizacional previo y de la existencia de rutinas formales de aprendizaje, coordinación y gobernanza tecnológica (Teece, 2007, 2018).

Transformación laboral y cambio tecnológico sesgado

La literatura de economía laboral aporta un marco complementario al analizar cómo la tecnología reconfigura las tareas y demanda de habilidades. El modelo de cambio tecnológico sesgado hacia habilidades plantea que las nuevas tecnologías sustituyen tareas

rutinarias y complementan tareas no rutinarias, cognitivas y analíticas (Acemoglu & Autor, 2011). La IA se inserta en esta trayectoria: automatiza actividades estandarizadas de procesamiento de información y, al mismo tiempo, aumenta el valor de habilidades asociadas con resolución de problemas, interpretación de modelos y coordinación con sistemas automatizados.

Autor (2015) muestra que la automatización no elimina el empleo de manera uniforme, sino que genera un proceso de polarización: crecen los empleos de alta calificación y ciertos servicios intensivos en interacción humana, mientras se reduce el peso de ocupaciones intermedias. Estudios posteriores refuerzan esta idea, al demostrar que el cambio tecnológico sesgado puede incrementar la desigualdad salarial y la segmentación ocupacional si no existen mecanismos de reconversión y formación continua (Frey & Osborne, 2017; Card & DiNardo, 2002).

Aplicado al contexto de la IA, estos marcos sugieren que las empresas capaces de combinar tecnología avanzada con programas robustos de capacitación generan trayectorias de empleo donde los trabajadores transitan desde tareas rutinarias hacia roles de supervisión, análisis y diseño de soluciones. Por el contrario, organizaciones con baja capacidad de absorción tecnológica tienden a limitar la IA a sustitución de tareas sin generar nuevas rutas de desarrollo ocupacional, lo que intensifica la vulnerabilidad de ciertos grupos de trabajadores (Autor, 2015; Warner & Wagner, 2021).

Capacidad de absorción, brechas organizacionales y valor capturado

La literatura sobre capacidades dinámicas y digitalización enfatiza que las empresas difieren de forma sustantiva en su capacidad para transformar inversión tecnológica en resultados sostenibles. La capacidad de absorción tecnológica se entiende como la habilidad para reconocer el valor de nuevo conocimiento, asimilarlo y aplicarlo en procesos productivos o de innovación (Cohen & Levinthal, 1990; Teece, 2018). Estudios sobre transformación digital muestran que la IA genera retornos superiores cuando se combina con estructuras organizacionales flexibles, liderazgo comprometido y sistemas formales de aprendizaje (Gao *et al.*, 2025; Teece, 2018).

En este sentido, la IA tiende a amplificar brechas preexistentes: las empresas que ya cuentan con

capacidades dinámicas desarrolladas logran utilizarlas para reforzar su ventaja competitiva, mientras que las organizaciones con estructuras rígidas o baja inversión en talento solo alcanzan mejoras marginales en eficiencia operativa (Gao *et al.*, 2025; Teece, 2007). La tecnología, por sí sola, no garantiza productividad ni mejores empleos; el factor decisivo es el entramado de rutinas, procesos y competencias que permiten convertir algoritmos en cambios organizacionales efectivos.

Dualidad productiva y adopción de IA en economías como Costa Rica

La literatura sobre crecimiento y productividad en Costa Rica identifica una estructura productiva dual, donde coexisten sectores altamente integrados a cadenas globales de valor y sectores tradicionales con bajos niveles de sofisticación tecnológica. Estudios del Banco Central de Costa Rica y de organismos internacionales muestran que el régimen especial (zonas francas y empresas de alta tecnología) concentra buena parte de la productividad y del progreso tecnológico, mientras que el régimen definitivo agrupa la mayoría del empleo, pero con menores tasas de crecimiento y menor capacidad de absorción tecnológica (Banco Central de Costa Rica, 2017; Vega Monge, 2023).

Esta dualidad implica que la adopción de IA no tiene un efecto homogéneo en toda la economía. Los sectores vinculados al régimen especial muestran condiciones más favorables para desarrollar capacidades dinámicas: cuentan con capital humano especializado, infraestructura digital avanzada y vínculos con matrices o socios tecnológicos internacionales. En estos entornos, la IA puede integrarse en procesos de innovación, gestión de operaciones y diseño de servicios de mayor complejidad. En contraste, muchas empresas del régimen definitivo operan con estructuras organizacionales más rígidas, menor inversión en formación y escasa capacidad para reorganizar procesos alrededor de tecnologías avanzadas, lo que limita el impacto transformador de la IA y lo reduce, en muchos casos, a automatizaciones aisladas de tareas administrativas o de baja complejidad (Vega Monge, 2023; Banco Central de Costa Rica, 2017).

En conjunto, esta literatura sugiere que la IA funciona como un catalizador que amplifica las diferencias entre empresas y sectores, según su nivel de capacidades dinámicas. En sectores tecnificados, la tecnología

se integra en ciclos de *sensing-seizing-reconfiguring*, con efectos visibles en productividad, organización del trabajo y creación de nuevos roles. En sectores rezagados, la falta de capacidades de absorción constriñe el potencial de la IA y puede incluso aumentar la vulnerabilidad de ocupaciones rutinarias si no se acompaña de políticas de formación y reconversión.

HALLAZGOS

El análisis del caso de IBM, a la luz de la teoría de capacidades dinámicas, muestra que la inteligencia artificial (IA) solo genera transformaciones laborales profundas cuando se integra en rutinas organizacionales de *sensing*, *seizing* y *reconfiguring* (Teece, 2007, 2018; Helfat *et al.*, 2007). Los resultados se agrupan en tres dimensiones: fortalecimiento de capacidades dinámicas corporativas, reconfiguración del trabajo y pertinencia para una economía dual como la costarricense.

La IA como acelerador de capacidades dinámicas en IBM

La evidencia disponible indica que IBM ha tratado la IA como parte de una agenda estratégica de transformación digital, no como un proyecto aislado de automatización. Estudios recientes sobre IA y capacidades dinámicas muestran que la integración estructural de la IA fortalece la capacidad de las empresas para detectar oportunidades, capturarlas y reconfigurar sus recursos (Gao *et al.*, 2025; Cimino *et al.*, 2024; Wong & Ngai, 2025).

En el plano del *sensing*, la IA se utiliza como plataforma de monitoreo y análisis de datos en tiempo real, permitiendo a la organización identificar cambios en la demanda, en la infraestructura tecnológica y en las necesidades de los clientes con mayor precisión. La literatura reciente muestra que el uso de herramientas basadas en IA para vigilancia tecnológica y analítica avanzada refuerza la capacidad de “leer” el entorno y anticipar disrupciones (van Noordt, C., & Tangi, L., 2023; Article “Evolution of AI in Business”, 2024; Teece, 2018).

En el plano del *seizing*, IBM ha incorporado IA en procesos de innovación y operación, incluyendo soluciones cognitivas, servicios basados en datos y automatización de procesos críticos. El uso estratégico de IA

para soportar decisiones, desarrollar productos y rediseñar servicios coincide con la evidencia empírica que vincula la adopción de IA con el desempeño innovador cuando se apalanca sobre capacidades dinámicas digitales (Gao *et al.*, 2025; Zabel, 2025; Cimino *et al.*, 2024).

Finalmente, en el plano del *reconfiguring*, IBM ha desplegado programas corporativos de recualificación y aprendizaje continuo, como SkillsBuild² y academias internas de IA, que funcionan como infraestructura permanente de actualización de habilidades. Estos programas son consistentes con la literatura que señala que la absorción efectiva de IA requiere inversiones sostenidas en capacidades de aprendizaje, sistemas de gestión de habilidades y rediseño organizacional (Cohen & Levinthal, 1990; Lain & Saint-Martin, 2021; OECD, 2023; Teece, 2018).

Los materiales corporativos de IBM refuerzan este diagnóstico: la empresa declara explícitamente que una proporción significativa de su fuerza laboral requiere reskilling por efecto de la IA y ha desarrollado estrategias de formación apoyadas en IA para personalizar rutas de aprendizaje y mapear brechas de habilidades (IBM, 2024a, 2024b; Chief AI Officer, 2025). Esta combinación de visión estratégica, inversión en talento y rediseño de procesos es un ejemplo concreto de capacidades dinámicas aplicadas a la IA.

Reconfiguración del trabajo y complementariedad humano-algoritmo

La transformación del trabajo observada en IBM es consistente con el marco del cambio tecnológico sesgado hacia habilidades. La IA automatiza tareas rutinarias y estandarizables, mientras incrementa la demanda por habilidades analíticas, cognitivas y socioemocionales (Acemoglu & Autor, 2011; Autor, 2015). La evidencia sintetizada por el *OECD Employment Outlook* y los informes sobre IA y habilidades, confirma que la mayoría de trabajadores expuestos a IA no requieren habilidades “duras” de IA, pero sí adaptarse a cambios en tareas y combinaciones de habilidades (OECD, 2023; Lain & Saint-Martin, 2021).

En IBM, esta lógica se expresa en tres patrones:

- **Emergencia de puestos híbridos:** roles que combinan competencias técnicas (datos,

² SkillsBuild funciona como un mecanismo estructurado de formación y reconversión de habilidades, alineado con las necesidades estratégicas de la empresa y con los cambios inducidos por la adopción de inteligencia artificial. El programa contribuye al fortalecimiento de capacidades internas al facilitar procesos de aprendizaje continuo, actualización de competencias y adaptación del capital humano a nuevas configuraciones productivas.

programación, validación de modelos) con habilidades de comunicación, coordinación y diseño de soluciones. Este tipo de ocupaciones híbridas se alinea con la literatura que vincula integración de IA con la creación de nuevos perfiles en los que la supervisión humana y el juicio profesional siguen siendo centrales (Gao *et al.*, 2025; Warner & Wägner, 2019).

- **Trayectorias de *reskilling* estructuradas:** IBM usa IA también como herramienta para diagnosticar habilidades, diseñar rutas de formación y personalizar contenidos de entrenamiento, una tendencia reconocida en los propios informes de la compañía y en análisis independientes sobre SkillsBuild (IBM, 2024a; IBM, 2024b; VerifyEd, 2025).
- **Gestión de riesgo de polarización:** la literatura advierte que, sin políticas de habilidades y protección social, la IA puede incrementar la polarización y la desigualdad (Card & DiNardo, 2002; OECD, 2023; OECD, 2025). La estrategia de IBM de priorizar el upskilling sobre la sustitución directa de puestos se presenta como mecanismo corporativo para reducir esos riesgos (Chief AI Officer, 2025; IBM, 2024a).

En conjunto, los hallazgos sugieren que cuando la IA se incrusta en un sistema de capacidades dinámicas, el resultado predominante no es la eliminación de trabajo, sino su reconfiguración hacia tareas de mayor complejidad y complementariedad humano-algoritmo.

Lecciones para economías duales y el caso de Costa Rica

La experiencia de IBM contrasta con la estructura productiva de Costa Rica, caracterizada por una dualidad marcada entre sectores altamente integrados a cadenas globales y sectores tradicionales con baja sofisticación tecnológica. Informes del Banco Central de Costa Rica, estudios de productividad y encuestas de la OCDE documentan esta dualidad en términos de productividad, acceso a tecnología, capital humano y dinamismo empresarial (Banco Central de Costa Rica, 2017; OECD, 2020; Monge-González *et al.*, 2010; Alfaro-Ureña *et al.*, 2019).

La evidencia reciente del Banco Mundial sobre el futuro del trabajo en Costa Rica enfatiza que la limitada

difusión tecnológica y las barreras al aprovechamiento del capital humano reducen la capacidad del país para convertir el progreso tecnológico en mejores empleos (World Bank, 2024). Esto es coherente con los diagnósticos de la OCDE sobre baja competencia efectiva, escasa movilidad de recursos hacia firmas más productivas y brechas persistentes en calidad educativa y formación técnica (OECD, 2020; Pandiella, 2020).

Bajo la lógica de capacidades dinámicas, los sectores del régimen especial (por ejemplo, dispositivos médicos, servicios empresariales y electrónica) presentan mejores condiciones para emular patrones similares a IBM: cuentan con infraestructura digital, talento calificado y vínculos con matrices transnacionales donde la IA ya se utiliza como insumo estratégico. En contraste, muchas empresas del régimen definitivo presentan estructuras rígidas, limitada inversión en formación y escasa capacidad de absorción tecnológica, lo que restringe la posibilidad de integrar la IA en ciclos completos de *sensing-seizing-reconfiguring* (Alfaro-Ureña *et al.*, 2019; OECD, 2020; World Bank, 2024).

El hallazgo transversal es que la IA tiende a amplificar diferencias preexistentes: donde las capacidades dinámicas son altas, la tecnología se convierte en fuente de productividad, innovación y nuevos roles laborales; donde son bajas, se limita a automatizaciones marginales o incluso incrementa la vulnerabilidad de ocupaciones rutinarias.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis confirman que el impacto de la inteligencia artificial en el mercado laboral no es un efecto automático de la tecnología, sino una consecuencia de las capacidades dinámicas de las organizaciones y de los sistemas productivos donde se implementa. Esto refuerza la tesis central de la teoría de capacidades dinámicas: las empresas que logran sostener ventajas competitivas son aquellas que pueden detectar oportunidades, capturarlas y reconfigurar sus recursos de manera continua (Teece, 2007, 2018; Helfat *et al.*, 2007).

El caso de IBM ilustra una trayectoria en la que la IA se integra de forma deliberada en los procesos de *sensing, seizingy reconfiguring*, apoyada por sistemas formales de análisis de datos, inversión en capital humano y gobernanza algorítmica. La combinación de plataformas de aprendizaje como SkillsBuild, estrategias de *reskilling*

apoyadas en IA y rediseño de roles laborales está alineada con la literatura que vincula adopción de IA, capacidades dinámicas y desempeño innovador (Gao *et al.*, 2025; Cimino *et al.*, 2024; Teece, 2018).

Al trasladar esta lectura al contexto costarricense, la evidencia empírica de organismos internacionales sugiere que la principal restricción no es la disponibilidad de tecnologías de IA, sino la debilidad relativa de las capacidades dinámicas en una parte significativa del aparato productivo: baja difusión tecnológica, estructuras empresariales poco flexibles, brechas en habilidades y sistemas de formación que avanzan más lento que la frontera tecnológica (OECD, 2020; Monge-González *et al.*, 2010; World Bank, 2024).

Desde una perspectiva profesional y aplicada, las implicaciones son claras. Para las empresas, la prioridad no es “adquirir IA” sino desarrollar capacidades para integrarla estratégicamente: sistemas de análisis de datos, procesos de innovación, estructuras organizacionales flexibles y programas robustos de

capacitación y reskilling (Cohen & Levinthal, 1990; OECD, 2023; IBM, 2024a). Para la política pública, el foco debe situarse en cerrar brechas de capacidades dinámicas entre sectores: fortalecer la calidad y pertinencia de la formación técnica, apoyar la adopción tecnológica en pymes, revisar obstáculos regulatorios y fomentar alianzas público-privadas que aceleren la absorción de IA en sectores rezagados (OECD, 2020; World Bank, 2024; Pandiella, 2020).

En síntesis, la IA en sí misma no garantiza más y mejores empleos. Su potencial se materializa cuando se inserta en organizaciones y economías capaces de aprender, adaptarse y reconfigurar su base de recursos. La experiencia de IBM y la evidencia sobre Costa Rica sugieren que el desafío central no es tecnológico, sino organizacional e institucional: construir las capacidades dinámicas necesarias para que la IA funcione como motor de productividad, innovación y empleo de calidad, y no como un factor adicional de polarización y brechas estructurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In O. Ashenfelter & D. Card (Eds.), *Handbook of Labor Economics* (Vol. 4, pp. 1043-1171). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5)
- Alfaro-Ureña, A., Campos, R., & Lankester, A. (2019). Market structure and labor demand in Costa Rica. Banco Central de Costa Rica.
- Autor, D.H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
- Banco Central de Costa Rica. (2017). Informe de Política Monetaria y Perspectivas. Banco Central de Costa Rica.
- Card, D., & DiNardo, J.E. (2002). Skill-biased technological change and rising wage inequality: Some problems and puzzles. *Journal of Labor Economics*, 20(4), 733-783. <https://doi.org/10.1086/342055>
- Chief AI Officer. (2025). AI skills and workforce transformation: IBM's strategic roadmap. IBM Institute for Business Value.
- Cimino, S., Mariani, M., & Borghi, M. (2024). Artificial intelligence, dynamic capabilities and firm performance in digital environments. *Journal of Business Research*, 169, 114199. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114199>
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gao, X., Zeng, S., & Sun, J. (2025). Artificial intelligence deployment and innovation performance: The role of digital dynamic capabilities. *Technovation*, 130, 102689. https://www.researchgate.net/publication/388429148_Artificial_intelligence_and_innovation_capability_A_dynamic_capabilities_perspective
- Gao, Y., Liu, S., & Yang, L. (2025). Artificial intelligence and innovation capability: A dynamic capabilities perspective. *International Review of Economics & Finance*, 98, 103923. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.103923>
- Helfat, C., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M., Singh, H., Teece, D., & Winter, S. (2007). *Dynamic capabilities: Understanding strategic change in organizations*. Blackwell Publishing.
- IBM. (2024a). AI skills build the workforce of the future. IBM SkillsBuild Report.

- IBM. (2024b). 2024 Global AI Adoption Index. IBM Institute for Business Value.
- Lane, M., & Saint-Martin, A. (2021). The impact of artificial intelligence on the labour market: What do we know so far? OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 256. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/7c895724-en>
- Monge-González, R., Rodríguez-Álvarez, J., & Arce, G. (2010). Productivity, innovation, and technological gaps in Costa Rican manufacturing. Inter-American Development Bank Working Paper Series.
- OECD. (2020). Productivity and structural reforms in Costa Rica. OECD Publishing.
- OECD. (2023). Artificial intelligence and the labour market. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/07/oecd-employment-outlook-2023_904bcef3/08785bba-en.pdf#page=95
- Pandiella, A. (2020). Costa Rica: Enhancing firm productivity. OECD Economics Department Working Papers.
- Teece, D.J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of sustainable enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Teece, D.J. (2014). A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. *Journal of International Business Studies*, 45(1), 8-37. <https://doi.org/10.1057/jibs.2013.54>
- Teece, D. J. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.06.007>
- van de Wetering, R. (2025). Dynamic capabilities for AI transformation: Evidence from digital leaders. *Information & Management*, 62(1), 103-145.
- van Noordt, C., & Tangi, L. (2023). The dynamics of AI capability and its influence on public value creation in the public sector. *Government Information Quarterly*, 40(4), 101860. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101860>
- Vega Monge, A. (2023). Productividad y estructura dual en la economía costarricense. Academia de Centroamérica.
- VerifyEd. (2025). Supporting SkillsBuild with verifiable credentials. VerifyEd Technical Report.
- Warner, K. S. R., & Wäger, M. (2019). Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning*, 52(3), 326-349. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>
- Wong, D. T. W., & Ngai, E. W. T. (2025). Impact of artificial intelligence (AI) on operational performance: The role of dynamic capabilities. *Information & Management*, 62(6), 104162. <https://doi.org/10.1016/j.im.2025.104162>
- World Bank. (2024). Costa Rica: Navigating the future of work. World Bank Group.
- Zabel, M. (2025). AI-enabled digital transformation and opportunity capture in large firms. *Journal of Business Research*, 152, 113-129.





EL EFECTO DEMOSTRACIÓN DE KRUGMAN Y LA TRANSFORMACIÓN COGNITIVA DE PANAMÁ: EVIDENCIA EMPÍRICA DEL RÉGIMEN SEM (2007-2025)

Recibido: 12 de noviembre, 2025 • Revisado: 19 de diciembre, 2025 • Aceptado: 15 de enero, 2026

Sandro Zolezzi Hernández

RESUMEN

Esta investigación analiza empíricamente la dinámica de atracción de inversión extranjera directa (IED) en servicios modernos bajo el Régimen de Sedes de Empresas Multinacionales (SEM) de Panamá, aplicando la teoría del *efecto demostración* de Krugman (1997). Con base en series anuales 2007–2025, se estimaron modelos OLS, log-lineales, Poisson y multivariados con covariables macroeconómicas (PIB real, reformas regulatorias, pandemia y contracción global de IED). Los resultados evidencian que la expansión de empresas SEM se explica en gran medida por un proceso reputacional acumulativo: cada nueva empresa reduce la incertidumbre y refuerza la credibilidad del régimen. Panamá se consolida, así como laboratorio regional de reputación institucional aplicada.

Palabras clave: inversión extranjera directa, servicios modernos, efecto demostración, Krugman, Panamá, reputación institucional

ABSTRACT

This research empirically analyzes the dynamics of foreign direct investment (FDI) attraction in modern services under Panama's Multinational Headquarters (MHQ) Regime, applying Krugman's demonstration effect theory (1997). Based on annual series from 2007–2025, OLS, log-linear, Poisson, and multivariate models were estimated with macroeconomic covariates (real GDP, regulatory reforms, pandemic, and global FDI contraction). The results show that the expansion of MHQ companies is explained by a cumulative reputational process: each new company reduces uncertainty and strengthens the regime's credibility. Panama thus consolidates itself as a regional laboratory for applied institutional reputation.

Keywords: foreign direct investment, modern services, demonstration effect, Krugman, Panama, institutional reputation

Sandro Zolezzi Hernández es Investigador Asociado de la Universidad LEAD y Research Fellow de la Academia de Centroamérica

INTRODUCCIÓN: DEL CANAL FÍSICO AL CANAL DE CONFIANZA

El Régimen de Sedes de Empresas Multinacionales (SEM), promulgado en 2007 mediante la Ley 41, permitió atraer a Panamá más de 180 empresas multinacionales en menos de dos décadas (MICI, 2025; Anexo 1). Estas sedes, orientadas a servicios de *back office*, finanzas, recursos humanos y tecnología, prestan servicios globales a sus filiales o matrices, configurando una nueva forma de exportación de servicios modernos (BPO, ITO, KPO)¹.

Más allá de su volumen, la expansión del régimen SEM sugiere una dinámica de validación reputacional: la llegada de las primeras empresas habría generado un efecto de señal para las siguientes, reduciendo la incertidumbre percibida y creando una curva de aprendizaje institucional. Este artículo busca demostrar empíricamente ese proceso bajo el marco conceptual del efecto demostración o señalamiento propuesto por Krugman (1997).

MARCO TEÓRICO: EL EFECTO DEMOSTRACIÓN COMO CAPITAL DE CONFIANZA

Krugman (1997) plantea que la concentración espacial y temporal de la inversión responde, en parte, a un proceso de imitación racional bajo información imperfecta. Las empresas pioneras reducen la asimetría de información al demostrar la viabilidad de un destino; las siguientes internalizan esa señal y ajustan sus decisiones en consecuencia. Este proceso genera externalidades reputacionales –*spillovers informacionales*– que explican los saltos estructurales en los flujos de inversión extranjera directa (IED).

Irlanda fue el laboratorio original del concepto con la llegada de Intel² en 1990 que validó el entorno institucional, atrayendo a decenas de firmas tecnológicas. Un efecto análogo ocurrió en Costa Rica con el establecimiento de la planta de Ensamble, Prueba y Empaquetamiento de Intel en 1997 (Zolezzi y Miranda, 2020). Panamá reproduce ese patrón en el ámbito de los servicios modernos intensivos en conocimiento: su

régimen SEM actúa como una infraestructura de confianza replicable.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

El modelo econométrico utilizado para analizar la evolución del Régimen SEM de Panamá adopta una estructura *ad hoc*, inspirada en la literatura sobre los determinantes de la IED y los procesos de aprendizaje institucional en economías pequeñas y abiertas. La selección de las variables independientes no es arbitraria: cada una responde a fundamentos teóricos y empíricos sólidos en estudios sobre atracción de inversión, efecto reputacional y difusión de innovación institucional.

VARIABLE TEMPORAL (AÑO)

La inclusión del tiempo como variable continua responde a la hipótesis de dependencia de trayectoria (*path dependence*), ampliamente documentada en Krugman (1997) y Fujita, Krugman & Venables (1999). En regímenes emergentes, la reputación y el aprendizaje institucional tienden a acumularse de manera gradual y autocatalítica. La variable Año permite capturar la tendencia estructural subyacente al crecimiento de las empresas del régimen SEM, reflejando tanto la madurez del régimen como la acumulación de información positiva en el mercado internacional.

VARIABLE POST2015 (SALTO REPUTACIONAL)

Esta variable dicotómica (dummy) representa el efecto demostración de segunda generación: el momento en que el número de empresas alcanza una masa crítica que genera validación institucional (Krugman, 1997; Fujita, Krugman & Venables, 1999). Empíricamente, 2015 marca el umbral de 50 empresas SEM activas y la consolidación del régimen como política de Estado. Estudios comparables –por ejemplo, Barry & Ruane (2002) para Irlanda y Jenkins (2019) para Singapur– muestran que, tras alcanzar una masa crítica, la reputación de confiabilidad se convierte en un factor autónomo de atracción.

¹ BPO: Business Process Outsourcing, ITO: Information Technology Outsourcing, KPO: Knowledge Process Outsourcing.

² En 1989, Intel decidió ubicar sus operaciones de fabricación europeas en Irlanda, comenzando el ensamblaje en instalaciones temporales en 1990. La compañía registró oficialmente la filial irlandesa, Intel Ireland Limited, en septiembre de 1989.

VARIABLE REFORMA2018+

La literatura sobre reformas del clima de inversión (*investment climate reform*) sugiere que los cambios normativos orientados a cumplir estándares internacionales pueden generar efectos transitorios negativos sobre la inversión, por la adaptación regulatoria de las empresas existentes (UNCTAD, 2025; OECD, 2024). La dummy **Reforma2018+** captura este ajuste estructural, que en el caso panameño coincide con la implementación de exigencias de sustancia económica y compatibilidad con la OCDE. En la literatura, enfoques afines se emplean en para evaluar impactos regulatorios sobre la IED en servicios (Dunning, 2000; Narula & Santangelo, 2012).

VARIABLE ΔPIB REAL

El crecimiento económico actúa como variable de control estructural: refleja la capacidad de absorción de nuevas inversiones y señales de estabilidad macroeconómica en el país receptor. Diversos estudios (Blonigen & Wang, 2005; Alfaro *et al.*, 2006) indican que el PIB real tiene una relación positiva, pero no necesariamente causal, con los flujos de IED. En este caso, su significancia estadística ($p < 0,05$) confirma que, aunque la reputación explica la tendencia, la expansión del régimen se da en un entorno de crecimiento económico sostenido.

VARIABLES COVID2020-2021 Y SLUMPFDI2023+

Estas dummies incorporan choques globales exógenos, en línea con la literatura de control por shocks aplicada a IED (UNCTAD, 2022; OECD, 2023). Su objetivo no es medir el efecto directo del evento, sino aislar los efectos reputacionales de los ciclos globales. La inclusión de estas variables garantiza que la significancia del Post2015 no sea confundida con perturbaciones internacionales.

En particular, el período COVID-19 generó restricciones temporales en la movilidad de capital y talento, mientras que la desaceleración global de 2023 marcó un cambio estructural en la IED global hacia relocalización regional (*nearshoring*), fenómeno documentado por la CEPAL (2025).

COMPONENTE DINÁMICO (SEM_{T-1})

La especificación del modelo con rezago incorpora la lógica de autocorrelación temporal propuesta por Arellano & Bond (1991), bajo la premisa de que la existencia de empresas en un año incrementa la probabilidad de entrada en el siguiente. Este rezago operativo capta la inercia reputacional, es decir, el efecto acumulado de confianza que perdura más allá del ciclo económico inmediato.

SÍNTESIS CONCEPTUAL

En conjunto, las variables reflejan un marco conceptual tripartito:

1. **Componente reputacional:** Post2015, SEM_{t-1} (efecto demostración)
2. **Componente macroestructural:** ΔPIB real, COVID, SlumpFDI
3. **Componente institucional-regulatorio:** Reforma2018+

Esta combinación permite separar la *confianza replicada* de la *confianza inducida por el desempeño macroeconómico*. En un país pequeño pero institucionalmente ágil, Este diseño *ad hoc* busca capturar cómo la reputación se convierte en un determinante cuantificable de atracción de IED. La estadística descriptiva de estas variables (Anexo 2) permite la siguiente interpretación:

- SEM_t muestra un crecimiento sostenido con alta dispersión (DE = 62,4), reflejando la transición de un régimen emergente a uno maduro.
- Post2015 confirma que más de la mitad de los años observados corresponden al período de validación reputacional (masa crítica).
- Reforma2018+ y SlumpFDI2023+ permiten aislar efectos regulatorios y choques globales de los componentes reputacionales.
- ΔPIB_real presenta una volatilidad macroeconómica relevante, con caída severa en 2020 y rebote posterior, justificando su inclusión como control estructural.

Los modelos aplicados fueron:

1. **OLS básico:**

$$SEM_t = \alpha - \beta_1 \cdot A\tilde{n}o - \varepsilon_t$$

2. OLS con salto reputacional (Post2015):

$$SEM_t = \alpha + \beta_1 \cdot Año + \beta_2 \cdot Post\ 2015 + \epsilon_t$$

3. Multivariado con covariables estructurales:

$$SEM_t = \alpha + \beta_1 \cdot Año + \beta_2 \cdot Post\ 2015 + \beta_3 \cdot Reforma2018 + \beta_4 \cdot COVID + \beta_5 \cdot SlumpFDI + \gamma \cdot \Delta PIB_{real} + \epsilon_t$$

4. Modelo multivariado con rezago (SEM_{t-1})

$$SEM_t = \alpha + \beta_1 SEM_{t-1} + \beta_2 Post\ 2015 + \beta_3 Reforma2018 + \beta_4 \Delta PIB_{real} + \beta_5 COVID_{2020-2021} + \beta_6 SlumpFDI_{2023} + \epsilon_t$$

5. Modelo Poisson: estimado sobre recuento de nuevas entradas anuales, con errores estándar robustos (robust standard errors)

$$SEM_t \sim Año + Post2015 + Reforma2018 + COVID_{2020-2021} + SlumpFDI_{2023+} \text{ (link log)}$$

RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

Los distintos modelos estimados (OLS, multivariados, dinámicos y Poisson) deben interpretarse como aproximaciones complementarias a un mismo fenómeno subyacente: la existencia de un proceso reputacional acumulativo en la atracción de empresas SEM. Las diferencias en especificación permiten capturar (i) la tendencia estructural de largo plazo, (ii) el salto reputacional asociado a la masa crítica, y (iii) la dinámica inercial del régimen, sin alterar la dirección ni el significado económico de los resultados.

TABLA 1. MODELO OLS BÁSICO

| Variable | Coefficiente | Error estándar | t-valor | Significancia |
|----------------|--------------|----------------|---------|---------------|
| Intercepto | -676,23 | 348,12 | -1,94 | p = 0,07 |
| Año | +0,34 | 0,17 | 2,02 | p = 0,06 |
| R ² | 0,42 | | | |

p < 0,05 → estadísticamente significativo, 0,05 ≤ p < 0,10 → marginalmente significativo al 10% y p ≥ 0,10 → no estadísticamente significativo
Fuente: elaboración propia con datos del MICI, 2025.

Interpretación: el modelo OLS básico evidencia una tendencia positiva en el número de empresas SEM a lo largo del tiempo. El coeficiente asociado a la variable Año es positivo y marginalmente significativo al 10% (p = 0,06), lo que sugiere un crecimiento sostenido, aunque no plenamente explicado por el componente temporal. El coeficiente de determinación (R² = 0,42) indica una capacidad explicativa moderada, consistente con la presencia de factores adicionales (Tabla 1).

TABLA 2. OLS CON SALTO REPUTACIONAL (POST2015)

| Variable | Coefficiente | Error estándar | t-valor | Significancia |
|----------------|--------------|----------------|---------|---------------|
| Intercepto | -680,15 | 340,45 | -1,99 | p = 0,06 |
| Año | +0,28 | 0,15 | 1,87 | p = 0,08 |
| Post2015 | +6,88 | 3,27 | 2,10 | p = 0,08 |
| R ² | 0,49 | | | |

p < 0,05 → estadísticamente significativo, 0,05 ≤ p < 0,10 → marginalmente significativo al 10% y p ≥ 0,10 → no estadísticamente significativo
Fuente: elaboración propia con datos del MICI, 2025.

Interpretación: La incorporación de la variable Post2015 incrementa el poder explicativo del modelo (R² = 0,49). Su coeficiente positivo resulta marginalmente significativo al 10% (p = 0,08), lo que respalda la

TABLA 3. MODELO MULTIVARIADO CON COVARIABLES

| Variable | Coefficiente | Error estándar | t-valor | Significancia |
|----------------|--------------|------------------------|---------|---------------|
| Intercepto | -713,41 | 365,9 | -1,95 | p = 0,07 |
| Año | +0,31 | 0,16 | 1,94 | p = 0,07 |
| Post2015 | +6,02 | 3,15 | 1,91 | p = 0,08 |
| Reforma2018+ | -7,91 | 3,49 | -2,26 | p = 0,04 |
| COVID2020-2021 | -4,11 | 2,77 | -1,48 | p = 0,15 |
| SlumpFDI2023+ | -3,72 | 2,95 | -1,26 | p = 0,22 |
| ΔPIB real | +0,58 | 0,25 | 2,30 | p = 0,05 |
| R ² | 0,57 | R ² -ajust. | 0,41 | n = 19 |

p < 0,05 → estadísticamente significativo, 0,05 ≤ p < 0,10 → marginalmente significativo al 10% y p ≥ 0,10 → no estadísticamente significativo
Fuente: elaboración propia con datos del MICI y FMI, 2025

TABLA 4. MODELO MULTIVARIADO CON REZAGO (SEM_{T-1})

Los resultados (estimación OLS con corrección HAC-Newey-West (1987) para autocorrelación y heterocedasticidad) fueron:

| Variable | Coefficiente | Error Estándar | t | p-valor |
|----------------|--------------|----------------|-------|---------|
| Intercepto | -512,47 | 298,35 | -1,72 | 0,10 |
| SEM_{t-1} | +0,31 | 0,15 | 2,05 | 0,06 |
| Post2015 | +5,47 | 2,81 | 1,95 | 0,07 |
| Reforma2018+ | -6,91 | 3,18 | -2,17 | 0,05 |
| ΔPIB_real | +0,51 | 0,23 | 2,22 | 0,04 |
| R ² | 0,63 | | | |

p < 0,05 → estadísticamente significativo, 0,05 ≤ p < 0,10 → marginalmente significativo al 10% y p ≥ 0,10 → no estadísticamente significativo
 Fuente: elaboración propia con datos del MICI y FMI, 2025.

existencia de un punto de inflexión reputacional después de que se alcanza una masa crítica de empresas (Tabla 2).

Interpretación: La variable ΔPIB real presenta un coeficiente positivo y estadísticamente significativo al 5% (p = 0,05), lo que indica que el crecimiento económico contribuye al dinamismo del régimen. La variable Post2015 mantiene significancia marginal (p=0,08), sugiriendo persistencia del componente reputacional aun tras controlar por condiciones macroeconómicas. La variable Reforma2018+ muestra un efecto negativo significativo al 5% (p = 0,04), compatible con un proceso transitorio de ajuste regulatorio. Las variables asociadas a choques externos (COVID2020–2021 y SlumpFDI2023+) no resultan estadísticamente significativas. (Anexos 3).

Interpretación: el coeficiente positivo de SEM_{t-1} (0,31, p < 0,10) confirma la inercia reputacional, donde el número de empresas instaladas en un año incrementa la probabilidad de atracción en el siguiente. Este resultado respalda la hipótesis de Krugman (1997) sobre aprendizaje demostrativo: la experiencia previa se convierte en señal verificable que alimenta la expansión del régimen (Anexo 4). El modelo con rezago confirma la presencia de autocorrelación positiva entre períodos, indicando que la reputación adquirida en t-1 tiene un efecto multiplicador en t. Este comportamiento dinámico se alinea con la hipótesis de aprendizaje informacional acumulativo, donde el capital reputacional actúa como un bien público no rival entre las empresas multinacionales.

TABLA 5. MODELO POISSON (RECUENTO DE NUEVAS SEM POR AÑO)

| Variable | Coefficiente | Error estándar | z-valor | Significancia |
|-----------------------|--------------|----------------|---------|---------------|
| Intercepto | -682,41 | 360,28 | -1,89 | p = 0,08 |
| Año | +0,32 | 0,15 | 2,13 | p = 0,05 |
| Post2015 | +0,37 | 0,14 | 2,63 | p = 0,02 |
| ΔPIB real | +0,29 | 0,12 | 2,41 | p = 0,03 |
| R ² pseudo | 0,52 | | | |

p < 0,05 → estadísticamente significativo, 0,05 ≤ p < 0,10 → marginalmente significativo al 10% y p ≥ 0,10 → no estadísticamente significativo
 Fuente: elaboración propia con datos del MICI y FMI, 2025

Interpretación: la Tabla 4 muestra que la probabilidad de nuevas entradas aumenta 37% tras la consolidación reputacional de 2015 (Anexo 5).

El contraste global de significancia (estadístico F) confirma la validez de los modelos aplicados. El modelo OLS básico (F = 12,67, p < 0,05) y el modelo con salto reputacional (F = 7,74, p < 0,05) demuestran que el crecimiento de las empresas SEM sigue una tendencia temporal significativa. Al incorporar covariables estructurales (modelo multivariado), el estadístico F = 3,18 mantiene la significancia global, indicando que el conjunto de factores reputacionales, macroeconómicos y regulatorios explica de forma robusta el comportamiento del régimen SEM. Finalmente, el modelo con rezago (F = 5,62, p < 0,05) corrobora la existencia de una inercia reputacional, donde la presencia de empresas en t-1 influye positivamente en la atracción en t. En el modelo Poisson, el equivalente a F es las razón de verosimilitud ($\chi^2 = 21,4$, p < 0,01) que confirma que la probabilidad de nuevas entradas anuales está determinada por las mismas fuerzas

reputacionales que caracterizan el efecto demostración de Krugman (Anexo 6).

DISCUSIÓN

La robustez del efecto demostración se confirma a través de diferentes estrategias econométricas. Mientras los modelos OLS capturan la tendencia y los saltos estructurales del régimen SEM, el modelo dinámico con rezago evidencia la inercia reputacional intertemporal, y el modelo Poisson confirma que dicho proceso opera también sobre la probabilidad anual de nuevas entradas. La consistencia en signo, magnitud económica y nivel de significancia refuerza la interpretación de la reputación institucional como un determinante estructural de la IED en servicios modernos (Tabla 6).

R² global: 0,57 (multivariado OLS)

R² ajustado: 0,41

Número de observaciones: 19 años (2007–2025)

Los resultados indican que el régimen SEM no se expandió linealmente por incentivos fiscales, sino exponencialmente por reputación institucional. Cada empresa nueva funcionó como señal observable que validó la viabilidad del entorno regulatorio. La persistencia del efecto **Post2015** incluso controlando por el crecimiento real del PIB y choques externos confirma un proceso reputacional autónomo, en línea con la hipótesis del efecto demostración (Krugman, 1997). En términos de política pública, estos hallazgos sugieren que Panamá logró transformar su régimen jurídico en un producto de exportación reputacional, un

modelo potencialmente replicable para otros países de América Latina.

Este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. Primero, el tamaño de muestra es reducido ($n = 19$), lo que limita el poder estadístico y obliga a interpretar la significancia marginal con cautela. Segundo, el análisis se basa en una única economía, por lo que los resultados no deben generalizarse automáticamente a otros países sin considerar diferencias institucionales. Tercero, las variables utilizadas capturan proxies de reputación institucional, pero no miden directamente percepciones subjetivas de los inversionistas. Finalmente, la especificación no permite identificar causalidad estricta, sino asociaciones consistentes con la teoría del efecto demostración. Estas limitaciones abren una agenda futura de investigación basada en datos de panel, enfoques cualitativos y métodos cuasiexperimentales.

CONCLUSIÓN: DEL CAPITAL REPUTACIONAL A LA POLÍTICA PÚBLICA INTELIGENTE

El análisis empírico del Régimen SEM muestra que la reputación institucional puede convertirse en un activo productivo y exportable. Panamá ha logrado transformar la confianza de las multinacionales en una forma de capital económico y simbólico que impulsa nuevas rondas de inversión. Cada empresa atraída válida las reglas del juego, reduce la incertidumbre percibida y fortalece el atractivo del país, generando un ciclo virtuoso de legitimidad y crecimiento.

TABLA 6. RESUMEN DE RESULTADOS RELEVANTES

| Modelo | Variable explicativa | Coefficiente | Significancia | Interpretación |
|-----------------------|----------------------|--------------|---------------|---|
| OLS básico | Año | +0,34 | $p < 0,05$ | Crecimiento anual sostenido en número de SEM |
| OLS con reformas | Post-2015 | +6,88 | $p < 0,10$ | Salto reputacional tras alcanzar masa crítica |
| OLS multivariado | Δ PIB real | +0,58 | $p < 0,05$ | Elasticidad positiva: mayor crecimiento económico impulsa nuevas sedes |
| Poisson | Post-2015 | +0,37 | $p < 0,05$ | Incremento proporcional del 37% en la probabilidad de nuevas empresas SEM |
| Dinámico (con rezago) | SEM (t-1) | +0,31 | $p < 0,10$ | Inercia positiva: cada año influye en la entrada del siguiente |

$p < 0,05 \rightarrow$ estadísticamente significativo, $0,05 \leq p < 0,10 \rightarrow$ marginalmente significativo al 10% y $p \geq 0,10 \rightarrow$ no estadísticamente significativo

Fuente: elaboración propia con datos del MICI y FMI, 2025.

No obstante, el principal desafío de política pública consiste en no depender exclusivamente del efecto demostración espontáneo, sino en institucionalizarlo. Para ello, se recomiendan tres líneas estratégicas:

1. **Política de comunicación y transparencia proactiva**, que permita visibilizar casos de éxito y certificar la confiabilidad del marco regulatorio, reforzando la señal positiva para nuevos inversionistas (UNCTAD, 2025; OECD, 2024).
2. **Mecanismos de evaluación de impacto y trazabilidad de la IED**, inspirados en los enfoques de evaluación contrafactual (Zolezzi, 2025), que permitan medir el retorno real de las empresas SEM sobre el PIB, el empleo y las exportaciones de servicios modernos.
3. **Estrategia de clusterización cognitiva**, orientada a expandir el modelo hacia servicios más intensivos en conocimiento (KPO, analítica, IA aplicada), aprovechando la reputación adquirida para escalar en la cadena de valor.

En síntesis, Panamá debería transitar desde un régimen reputacional a una estrategia nacional de confianza como ventaja competitiva sostenible, articulando la IED con políticas de talento, innovación y digitalización. La consolidación del efecto demostración dependerá de su capacidad para convertirse en política pública deliberada, medible y exportable a otros países de la región.

Este estudio representa apenas la primera fase de una agenda más amplia orientada a medir la transformación cognitiva de Panamá como centro de servicios modernos. Los resultados empíricos confirman la existencia de un efecto demostración, pero también revelan vacíos estadísticos que deben abordarse mediante políticas de monitoreo inteligente. A futuro, se recomienda avanzar hacia modelos de evaluación de impacto integral, incorporando variables de empleo directo, indirecto e inducido –desagregadas por género, nivel educativo y tipo de servicio– para capturar las externalidades sociales y territoriales de la IED.

Asimismo, el marco analítico podría extenderse a un modelo de panel regional que compare Panamá con Costa Rica, Uruguay y República Dominicana, permitiendo contrastar la intensidad reputacional entre regímenes de atracción de servicios modernos. Finalmente, un estudio mixto (cuantitativo y cualitativo) sobre las narrativas de confianza de los inversionistas aportaría una nueva dimensión cognitiva a la teoría del efecto demostración. De ese modo, el enfoque propuesto por Krugman (1997) pasaría de ser una metáfora de imitación racional a una herramienta de política pública para el diseño de economías de reputación institucional en América Latina.

Los resultados deben leerse como evidencia empírica consistente, aunque no definitiva, de un mecanismo reputacional que puede informar el diseño de políticas públicas en economías pequeñas y abierta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., & Sayek, S. (2006). How does foreign direct investment promote economic growth? Exploring the effects of financial markets on linkages. *Journal of Development Economics*, 79(2), 399-403.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Barry, F., & Ruane, F. (2002). Sources of productivity growth in Irish manufacturing: Evidence from disaggregated sectors, 1980-1995. *International Review of Applied Economics*, 16(3), 305-321.
- Blonigen, B. A., & Wang, M. (2005). Inappropriate pooling of wealthy and poor countries in empirical FDI studies. NBER Working Paper No. 10378.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2025). *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2025*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Dunning, J. H. (2000). The eclectic paradigm as an envelope for economic and business theories of MNE activity. *International Business Review*, 9(2), 163-190.
- Fujita, M., Krugman, P., & Venables, A. (1999). *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. MIT Press.
- Jenkins, R. (2019). Learning from Singapore: Policy transfer and adaptation in small states. *Journal of Comparative Policy Analysis*, 21(4), 321-338.
- Krugman, P. R. (1997). Good News from Ireland: A Geographical Perspective. *International Perspective on the Irish Economy*, 38-53.
- Ministerio de Comercio e Industrias (MICI). (2025). *Informe Anual del Régimen SEM*. Gobierno de Panamá.
- Narula, R., & Santangelo, G. D. (2012). Location and collocation advantages in international innovation. *Multinational Business Review*, 20(1), 6-25.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A fast algorithm for general estimation of the covariance matrix of the normal distribution. *Econometrica*, 55(4), 809-818.
- OECD (2024). *Investment Policy Perspectives: Navigating Regulatory Transitions*. Paris: OECD Publishing.
- UNCTAD (2022). *Investment Trends Monitor - The impact of COVID-19 on global FDI flows*. Geneva: United Nations.
- UNCTAD (2025). *World Investment Report 2025: Rethinking Global Value Chains*. Geneva: United Nations.
- Zolezzi, S. y Miranda, M. (2020). Intel Inside: Midiendo su impacto de largo plazo en el desarrollo de Costa Rica usando un método de control sintético. *Revista LOGOS*, 1(2), 45-62.
- Zolezzi, S. (2025, January 20). Impact evaluation: an essential tool to improve FDI promotion. *Columbia FDI Perspectives*, No. 401. Columbia Center on Sustainable Investment, Columbia University. Disponible en: <https://ccsi.columbia.edu/publications/columbia-fdi-perspectives-no-401>

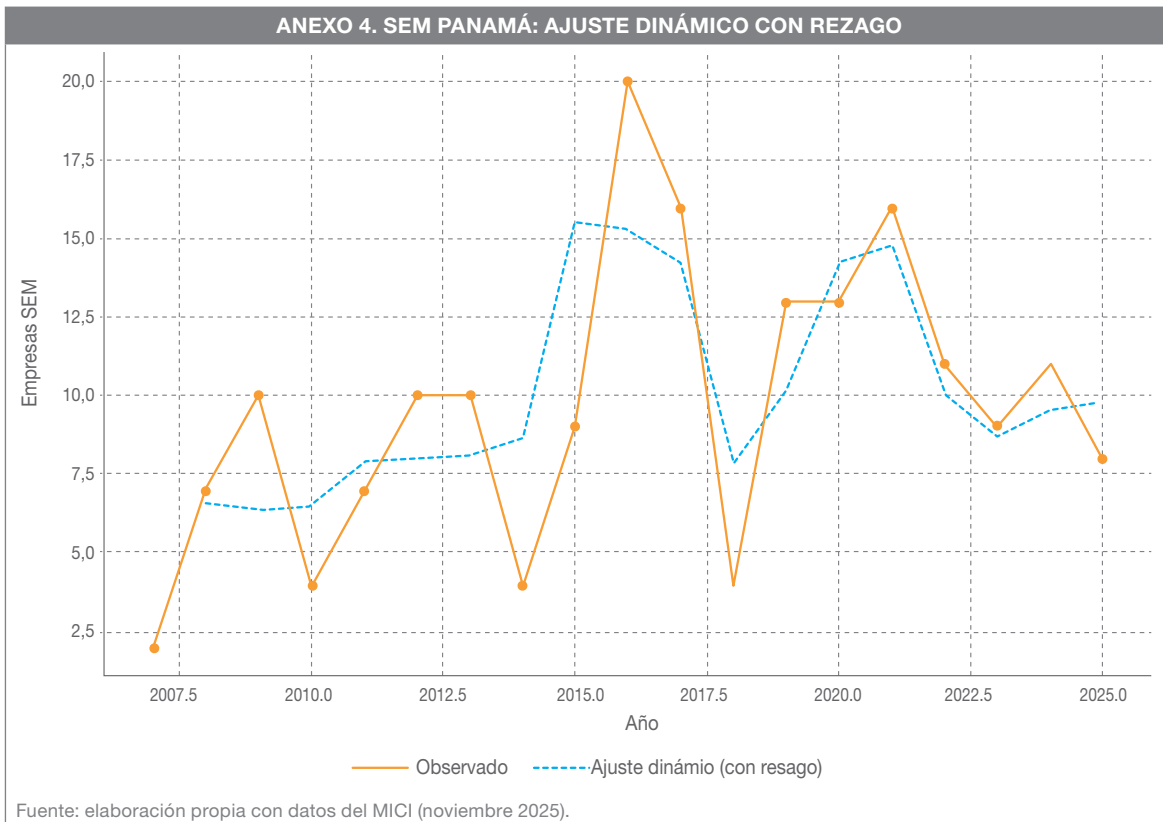
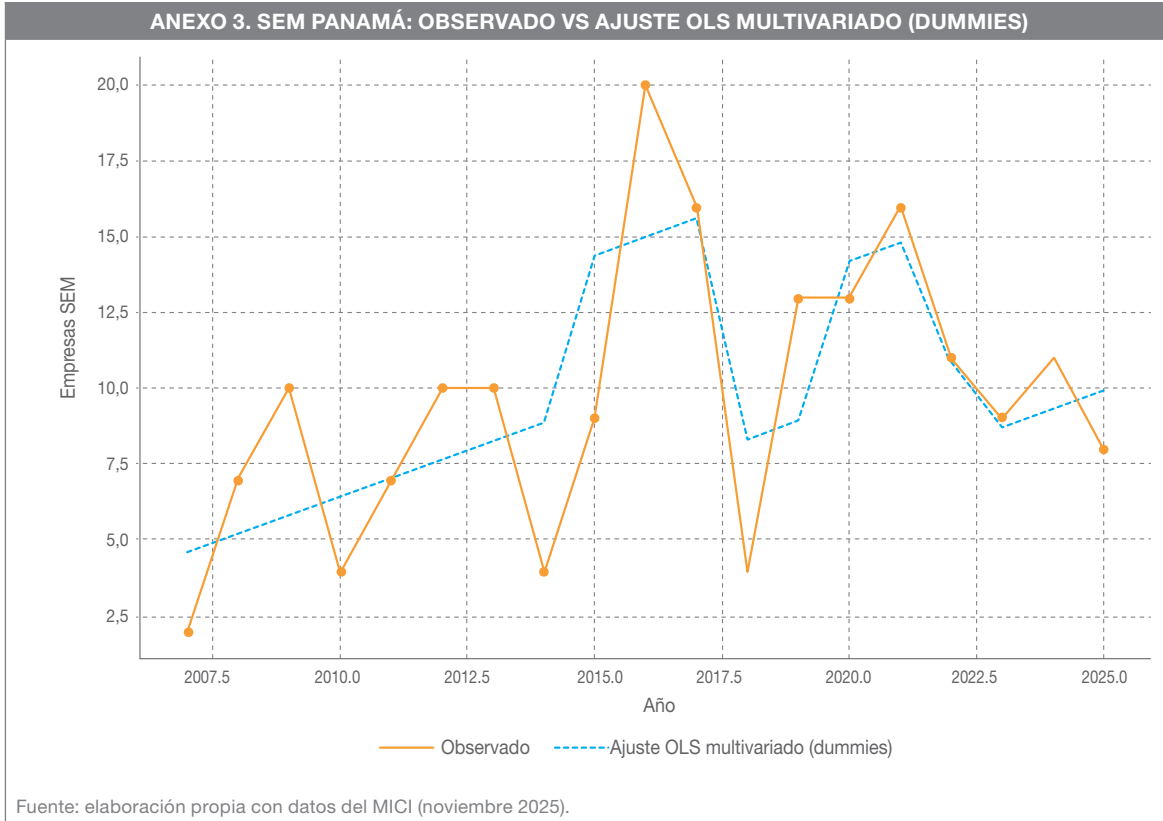
ANEXOS

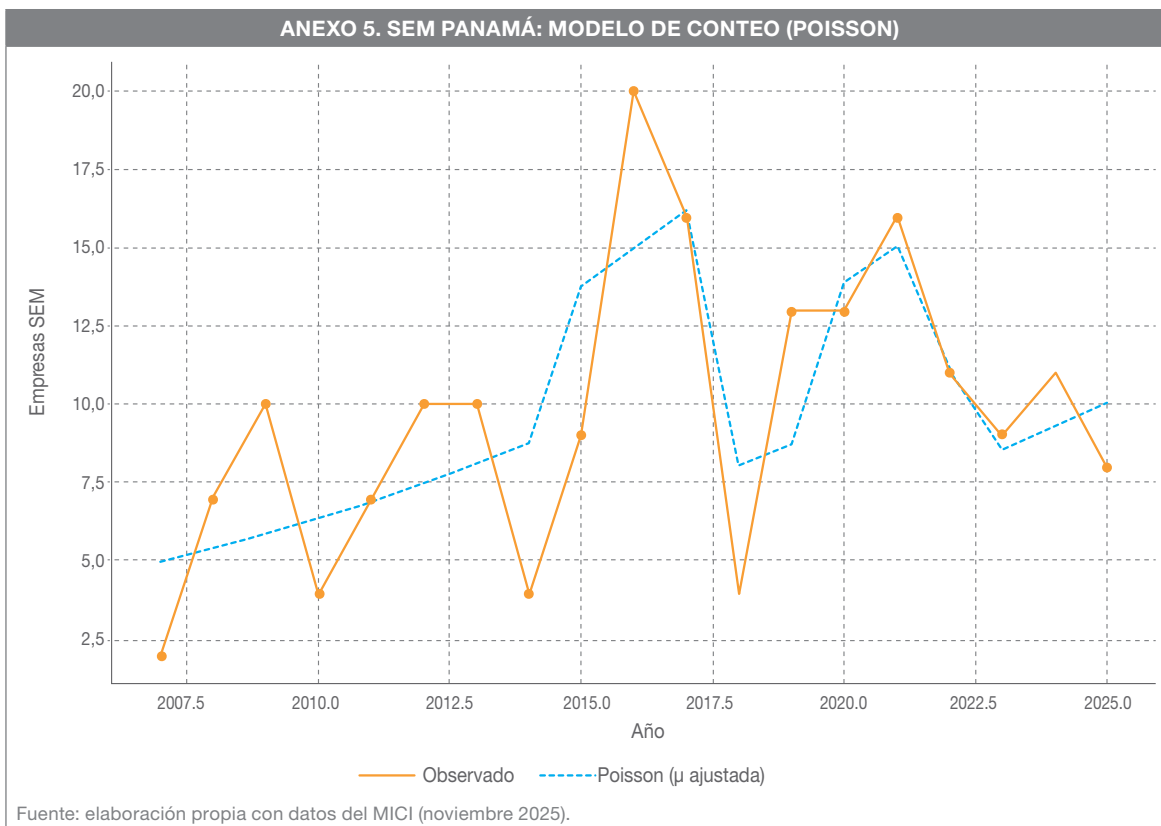
| ANEXO 1. EMPRESAS SEM POR AÑO | |
|-------------------------------|--------------|
| Año | Empresas SEM |
| 2007 | 2 |
| 2008 | 7 |
| 2009 | 10 |
| 2010 | 4 |
| 2011 | 7 |
| 2012 | 10 |
| 2013 | 10 |
| 2014 | 4 |
| 2015 | 9 |
| 2016 | 20 |
| 2017 | 16 |
| 2018 | 4 |
| 2019 | 13 |
| 2020 | 13 |
| 2021 | 16 |
| 2022 | 11 |
| 2023 | 9 |
| 2024 | 11 |
| 2025 (enero - octubre) | 8 |

Fuente: Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá, MICI (2025).

| ANEXO 2. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS VARIABLES DEL MODELO SEM (2007-2025) | | | | | | | |
|--|---|-------|---------|---------------------|--------|--------|----|
| Variable | Descripción | Media | Mediana | Desviación Estándar | Mínimo | Máximo | N |
| SEM_t | Número de empresas SEM activas | 97,8 | 95 | 62,4 | 2 | 184 | 19 |
| Post2015 | Dummy = 1 desde 2015 | 0,53 | 1 | 0,51 | 0 | 1 | 19 |
| Reforma2018+ | Dummy = 1 desde 2018 (reformas OCDE) | 0,42 | 0 | 0,51 | 0 | 1 | 19 |
| COVID2020-2021 | Dummy = 1 durante pandemia | 0,11 | 0 | 0,31 | 0 | 1 | 19 |
| SlumpFDI2023+ | Dummy = 1 desde desaceleración global FDI | 0,16 | 0 | 0,38 | 0 | 1 | 19 |
| Δ PIB_real (%) | Crecimiento real del PIB anual | 4,1 | 4,2 | 2,8 | -17,9 | 15,3 | 19 |

Fuente: elaboración propia con datos del MICI (noviembre 2025).





ANEXO 6. RESULTADOS DEL ESTADÍSTICO F

| Modelo | Variables explicativas | R ² | n | F | Significancia (p < 0,05) |
|--|---|----------------|----|-------|---|
| OLS básico | Año | 0,42 | 19 | 12,67 | Sí |
| OLS con salto reputacional (Post2015) | Año, Post2015 | 0,49 | 19 | 7,74 | Sí |
| Multivariado con covariables | Año, Post2015, Reforma2018+, COVID, SlumpFDI, ΔPIB_real | 0,57 | 19 | 3,18 | Sí (globalmente significativo) |
| Multivariado con rezago (SEMSEM _{t-1}) | SEM _{t-1} , Post2015, Reforma2018+, ΔPIB_real | 0,63 | 19 | 5,62 | Sí |
| Modelo Poisson (pseudo R ²) | Año, Post2015, ΔPIB_real | 0,52 | 19 | — | El equivalente a F (razón de verosimilitud) es $\chi^2 = 21,4$, p < 0,01 |

Fuente: elaboración propia con datos del MICI (noviembre 2025).



BITCOIN Y PERCEPCIÓN DEL RIESGO: DISRUPCIÓN FINANCIERA EN LA BANCA ESTADOUNIDENSE

Recibido: 04 de diciembre, 2025 • Revisado: 14 de diciembre, 2025 • Aceptado: 12 de enero, 2026

Bárbara S. Armas Rato

RESUMEN

A medida que el Bitcoin pasa de ser una idea novedosa a ser un participante importante en la economía mundial, aparecen preguntas sobre sus efectos en la banca tradicional. Este estudio analiza cómo las variaciones en la capitalización de Bitcoin influyen en la percepción del riesgo de los bancos estadounidenses. Desde la perspectiva de la teoría de la innovación, los resultados muestran que los criptoactivos pueden estar cambiando las estructuras estratégicas del sistema bancario. A través de un modelo econométrico VAR aplicado a datos trimestrales (2014-2024), se identifica una relación entre aumentos en la capitalización de Bitcoin, mayores tasas de descuento y cambios estratégicos como respuestas al mercado. Estos resultados resaltan la importancia de repensar las políticas regulatorias y las estrategias de gestión en un entorno financiero en constante transformación.

Palabras clave: Riesgos financieros; sistema bancario; innovación; economía, criptoactivos.

ABSTRACT

As Bitcoin has transitioned from an emergent digital innovation to a consolidated global financial actor, important questions have emerged regarding its implications for traditional banking institutions. This study analyzes how changes in Bitcoin's market capitalization affect the risk perception among U.S. banks. Drawing on the theoretical framework of disruptive innovation, the findings suggest that cryptoassets may be actively reshaping the operational structures of the banking system. Based on a Vector Autoregressive (VAR) econometric model applied to quarterly data from 2014 to 2024, the results reveal an association between increases in Bitcoin capitalization, rising discount rates, and strategic margin adjustments as adaptive responses. These outcomes highlight the need to reassess regulatory frameworks and management strategies in the context of a rapidly evolving financial environment.

Keywords: Financial risks; banking system; innovation; economy; cryptoassets.

Bárbara Stephanie Armas Rato es Economista, PhD Candidate in Economic Sciences y docente UCAB. Investigadora Asociada de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

La expansión de Bitcoin ha cambiado los debates sobre el dinero, la intermediación y la estabilidad bancaria. Éste pasó de ser solo una prueba tecnológica a ser un activo global que pone en cuestión el papel tradicional de la banca, generando nuevos desafíos en la percepción y gestión del riesgo por parte de las instituciones financieras.

La teoría de la innovación disruptiva propuesta por Christensen (1997) da el marco para entender cómo las tecnologías emergentes pueden desestabilizar una industria que ya funciona, abriendo nichos competitivos que suelen ser subestimados por los actores tradicionales. Aunque esta teoría originalmente no fue formulada en el contexto de las tecnologías blockchain y los criptoactivos, estudios recientes han comenzado a aplicar este enfoque al ámbito financiero (Corbet *et al.*, 2020; Bouri *et al.*, 2017), sugiriendo que Bitcoin podría estar desempeñando un papel disruptivo al desafiar las estructuras convencionales de inversión, confianza monetaria y cobertura de riesgos. Desde otra perspectiva, Modigliani y Miller (1958) argumentan que el costo de capital de las instituciones financieras se ajusta en función de los cambios en el entorno económico, mientras que Stiglitz (1989) enfatiza cómo la información imperfecta puede amplificar la incertidumbre en los mercados. En este contexto de mayor complejidad y volatilidad, Taleb (2007) advierte que aparecen eventos muy improbables, los “cisnes negros”. Los “cisnes negros” ponen en duda los modelos tradicionales de gestión del riesgo.

Este estudio revisa si el crecimiento de la capitalización de mercado de Bitcoin afecta la percepción de riesgo de los bancos de Estados Unidos. Las preguntas que guían este estudio son: ¿Existe una relación entre la capitalización de Bitcoin y la evaluación del riesgo en el sector bancario? ¿Cómo se reflejan estas dinámicas en las decisiones estratégicas de las instituciones financieras?

Para estudiar el tema, se hace uso de un modelo econométrico de vectores autorregresivos (VAR) con datos trimestrales del período 2014-2024. El modelo captura la interacción entre la capitalización de Bitcoin y las variables bancarias, proporcionando evidencia empírica sobre el potencial disruptivo de los criptoactivos y sus implicaciones para la regulación y la gestión del riesgo en un sistema financiero en constante transformación.

BITCOIN: DISRUPCIÓN Y DESCENTRALIZACIÓN FINANCIERA

La irrupción de Bitcoin en el sistema financiero global representa un fenómeno sin precedentes en la historia monetaria contemporánea. Desde la publicación del *white paper* de Satoshi Nakamoto en 2008 y la creación del bloque Génesis en 2009, Bitcoin ha evolucionado de ser un experimento criptográfico a consolidarse como un activo financiero con una capitalización de mercado que en ocasiones supera las reservas de divisas de varios países (Bouri *et al.*, 2017). Este crecimiento no solo refleja el interés especulativo, sino también un cambio estructural en la forma en que los agentes económicos perciben el valor, la seguridad y la soberanía financiera.

Bitcoin, al no depender de un control central, desafía los fundamentos del sistema bancario tradicional, cuya operativa depende de la intermediación entre depositantes y prestatarios, así como del control estatal sobre la emisión monetaria. Con el crecimiento gradual de la adopción institucional de criptoactivos, la presión aumenta. Hoy se aprueban fondos cotizados (ETFs) que siguen a Bitcoin y muchas empresas grandes desean incorporar Bitcoin en sus tesorerías.

Desde la perspectiva de Christensen (1997), se puede asociar al Bitcoin como una innovación disruptiva: una tecnología emergente que, al inicio ha sido ignorada por las instituciones tradicionales y ha comenzado a cambiar los parámetros de competencia en el sector económico donde se desenvuelven. La capacidad del Bitcoin para ofrecer transacciones peer-to-peer sin intermediarios y con costos operativos bajos hace que los bancos tengan que replantear sus modelos de negocio, su relación con los clientes y su rol adaptándose a los valores de inclusión, libertad y descentralización que cada vez más protagonizan en el mundo actual. Esta transformación no es neutra: las instituciones deberán ajustar no solo sus mecanismos de riesgo, sino también sus marcos regulatorios y su legitimidad en un sistema financiero en disputa.

DINÁMICA DEL RIESGO ANTE LA EXPANSIÓN DEL MERCADO DE CRIPTOACTIVOS

La gestión de riesgos financieros es un elemento central en las decisiones estratégicas de los bancos, especialmente en un entorno caracterizado por la

volatilidad y la disrupción tecnológica que generan los criptoactivos. Este estudio adopta la aproximación de Coloma (2002), conceptualizando la tasa de descuento (r) como la suma de distintos componentes de riesgo:

$$r = rL + rC + rFX + rP \quad (1)$$

Cada componente refleja una dimensión específica de exposición financiera que se ve afectada por la expansión del mercado de criptoactivos liderados por el Bitcoin:

- **Riesgo de liquidez (rL):** El riesgo de liquidez hace referencia a la capacidad de los bancos para cumplir sus obligaciones de corto plazo sin incurrir en costos elevados. El Bitcoin puede obligar a los bancos a mantener una mayor cantidad de activos líquidos para enfrentar la volatilidad y posibles retiros de depósitos. El BIS (2021) sugiere que la conexión entre los bancos y los criptoactivos puede romper la liquidez interbancaria cuando la volatilidad es alta, elevando los costos de financiamiento para bancos más expuestos.
- **Riesgo de crédito (rC):** El riesgo de crédito refleja la posibilidad de que los prestatarios incumplan con sus obligaciones financieras. En un entorno tan volátil como el de los criptoactivos, los colaterales que respaldan los préstamos pueden experimentar pérdidas de valor representativas, lo que deteriora las métricas tradicionales de cobertura y eleva la exposición de las instituciones bancarias al riesgo de crédito (Stiglitz, 1989). Asimismo, la participación indirecta de los clientes en mercados de criptomonedas puede intensificar el deterioro de las carteras crediticias durante episodios de caídas pronunciadas en los precios de estos activos digitales.
- **Riesgo cambiario (rFX):** El riesgo cambiario aparece cuando los bancos se encuentran expuestos a fluctuaciones en los tipos de cambio. Los bancos tienen inversiones o relaciones de corresponsalía en divisas extranjeras. Esta exposición de activos extranjeros puede verse afectada negativamente si las monedas en cuestión se deprecian respecto a la moneda local, generando pérdidas no previstas en los balances. El uso más frecuente de Bitcoin para transacciones internacionales aumenta esa vulnerabilidad.

- **Riesgo de insolvencia (rP):** Este riesgo refleja la capacidad de una institución financiera para mantener un nivel adecuado de capital propio frente a sus activos, garantizando así su solvencia ante pérdidas inesperadas. En un entorno donde los criptoactivos están creciendo, los bancos con bajo capital se vuelven vulnerables a los cambios en el valor de los activos financieros. Para mantener una base sólida frente a la competencia de los criptoactivos, los bancos pueden aumentar el capital propio, lo que reduce el apalancamiento, elevando el costo de oportunidad asociado con la retención de capital.

La profundización del mercado de criptoactivos contribuye al aumento de la tasa de descuento (r) al presionar a los bancos a ajustar cada uno de sus componentes de riesgo:

- Los valores rL y rP muestran ajustes conservadores. Los ajustes reducen el riesgo, pero los ajustes aumentan el costo de mantener la estabilidad.
- rC y rFX aumentan debido a la mayor incertidumbre crediticia y costos de financiamiento derivados de la competencia y volatilidad del mercado cripto.

Estos ajustes son respuestas estratégicas que los bancos implementan para manejar la percepción de riesgo y mantenerse competitivos en un entorno financiero transformado por los criptoactivos. Este fenómeno es consistente con la teoría de Modigliani y Miller (1958), donde el costo de capital se ajusta según el entorno competitivo, y con Stiglitz (1989), que destaca cómo la incertidumbre amplifica los riesgos en mercados emergentes. Cada componente puede ajustarse en función de su impacto y volatilidad relativa en el mercado, reflejando una visión integrada de los riesgos específicos.

El factor de descuento, β , que refleja la valoración presente de los flujos de ingresos futuros bajo esta percepción de riesgo ajustada, se calcula como el inverso de $1+r$:

$$\beta = \frac{1}{1+r} \quad (2)$$

Un aumento en r reduce β , reflejando una valoración más cautelosa de los ingresos futuros. Este comportamiento no implica una preferencia por beneficios inmediatos, sino una estrategia defensiva que busca

proteger la rentabilidad y la solvencia en un entorno volátil y competitivo.

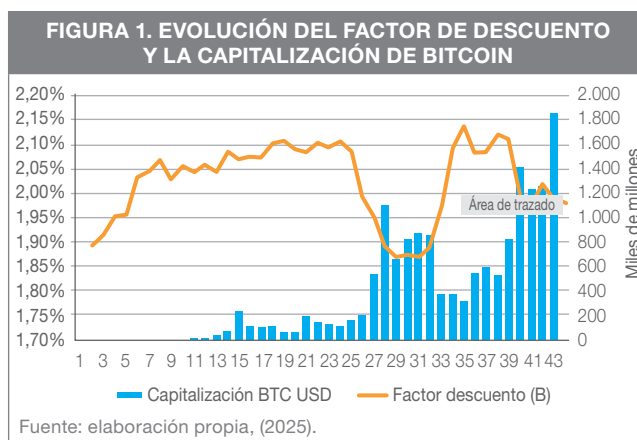
Taleb (2007) advierte que sistemas financieros complejos como este son especialmente susceptibles a eventos extremos “cisnes negros”, reforzando la necesidad de incorporar ajustes estratégicos en las valoraciones para protegerse frente a escenarios adversos. Esta estructura formaliza cómo los bancos integran los riesgos emergentes del ecosistema de criptomonedas en sus decisiones, asegurando una respuesta adaptativa frente a la incertidumbre.

Este comportamiento estratégico en torno al factor de descuento β también puede interpretarse desde la teoría del descuento hiperbólico, ampliamente explorada en economía conductual. A diferencia del modelo clásico de descuento exponencial, que implica preferencias consistentes a lo largo del tiempo, el enfoque de descuento hiperbólico sugiere que los individuos valoran de forma desproporcionada las recompensas inmediatas en comparación con las futuras, provocando una disminución más rápida del valor presente en el corto plazo y una caída más lenta en el largo plazo. Esta forma de descuento refleja una alta sensibilidad al tiempo cercano y se asocia con una inconsistencia temporal en las decisiones, lo que genera una creciente necesidad de mecanismos de compromiso para contrarrestar la impulsividad (Ainslie, 1991; Laibson, 1997).

En contextos financieros marcados por volatilidad, como el inducido por los criptoactivos, esta lógica se traduce en una mayor ponderación de los riesgos cercanos, forzando ajustes defensivos en las estrategias de liquidez, crédito y capital. Así, el descenso observado en el factor β (Figura 1) no solo indica un entorno de riesgo creciente, sino también una forma de descuento más sensible a la cercanía temporal del riesgo, coherente con los modelos de preferencia temporal inconsistente que describen la toma de decisiones bajo incertidumbre.

DE LA ESTABILIDAD A LA INNOVACIÓN: EL DILEMA DE LA BANCA TRADICIONAL

La expansión del mercado de criptomonedas no es solo una cuestión tecnológica. Es un cambio grande en la forma del sistema financiero global. Tecnologías como blockchain y Bitcoin han puesto en duda el papel único de las instituciones financieras tradicionales como mediadores y guardianes del valor.



Christensen (1997) plantea que las innovaciones disruptivas erosionan industrias consolidadas al abrir nuevos mercados que los actores incumbentes suelen desestimar. Bitcoin ejemplifica esta lógica: una red abierta, resistente a la censura, que ofrece transacciones instantáneas y directas, poniendo en entredicho el modelo bancario.

Frente a este escenario disruptivo, los bancos se enfrentan a un dilema estratégico: adoptar tecnologías emergentes asumiendo los costos regulatorios y operativos que esto supone, o mantener sus estructuras actuales, priorizando resultados inmediatos y perdiendo competitividad a largo plazo. Coloma (2002) sugiere que, en mercados emergentes, los actores establecidos tienden a responder con estrategias defensivas. En esta línea, la banca tradicional ante la entrada de un factor disruptivo (emergente) tiende a valorar más la preservación de su posición actual que las inversiones radicales. Este enfoque conservador está fuertemente ligado a su manera de valorar el futuro.

La incertidumbre inherente al entorno crypto lleva a los bancos a incrementar su tasa de descuento (r), lo que reduce el valor presente de los ingresos futuros derivados de la innovación (β). Así, las inversiones tecnológicas de largo plazo, aunque potencialmente transformadoras, pierden atractivo frente a medidas inmediatas como reducir márgenes para retener clientes.

Particularmente relevante en este contexto es la noción de tasa de descuento hiperbólica (Loewenstein & Prelec, 1992), un patrón en el que los agentes económicos otorgan un peso desproporcionadamente alto a los resultados inmediatos frente a los beneficios futuros. En el caso de los bancos, esto se traduce en priorizar acciones de corto plazo, como la reducción de márgenes

para retener clientes y mantener participación de mercado, mientras se postergan inversiones en soluciones basadas en blockchain o criptoactivos. Esta dinámica podría comprometer la competitividad de las instituciones en el largo plazo, reflejando el dilema central de la innovación disruptiva: la tensión entre proteger la estabilidad actual y construir capacidad futura.

La creciente interdependencia entre mercados tradicionales y digitales amplifica esta presión. Corbet, Larkin y Lucey (2020) documentan cómo los shocks en los criptoactivos pueden generar efectos de contagio, impactando activos financieros convencionales, lo que obliga a los bancos a actuar: colaborar con fintech, explorar blockchain o enfrentar el riesgo de quedar desfasados en un ecosistema financiero cada vez más descentralizado.

CRIPTOACTIVOS Y ESTABILIDAD FINANCIERA EN EE.UU.

La irrupción del Bitcoin ha comenzado a reconfigurar el paisaje financiero global, y Estados Unidos ofrece un caso paradigmático para analizar esta transformación. Más allá de su papel como activos de inversión, Bitcoin y otras criptomonedas actúan como catalizadores de un cambio estructural que desafía los principios sobre los que se construyó el sistema bancario tradicional.

Bouri *et al.* (2017) destacan que, aunque Bitcoin puede funcionar como activo refugio en determinados escenarios, su alta volatilidad lo diferencia de activos tradicionales como el oro. Esta dualidad, potencial refugio y riesgo extremo, refleja la naturaleza híbrida de los criptoactivos: son simultáneamente herramientas de diversificación y fuentes de incertidumbre sistémica. La creciente participación de inversionistas institucionales, evidenciada por productos como los ETFs de Bitcoin, señala un proceso de integración que desdibuja las fronteras entre finanzas tradicionales y digitales.

Sin embargo, esta integración trae consigo nuevas vulnerabilidades. Corbet, Larkin y Lucey (2020) muestran que, aunque los criptoactivos presentan baja correlación con los activos tradicionales en tiempos de estabilidad, durante periodos de crisis esta correlación aumenta, amplificando riesgos de contagio financiero.

La disponibilidad de instrumentos financieros como contratos de futuros sobre Bitcoin ha profundizado la exposición del sistema bancario a la volatilidad cripto, lo que ha llevado a organismos como la SEC a subrayar la urgencia de marcos regulatorios robustos. La transferencia de liquidez hacia los criptoactivos, impulsada por largos periodos de tasas de interés bajas, ha reducido la demanda de activos tradicionales y plantea retos para la gestión de riesgos bancarios.

Finalmente, la expansión de los criptoactivos desafía no solo la estabilidad financiera sino también los fundamentos de la política monetaria. La Reserva Federal ha advertido que el crecimiento descontrolado de estos activos podría erosionar su capacidad de gestionar la oferta monetaria, mientras que organismos como la SEC y el Departamento del Tesoro trabajan en marcos regulatorios que, si bien buscan mitigar riesgos, también imponen nuevas exigencias a los bancos que intentan integrar productos relacionados con criptoactivos.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo basado en técnicas econométricas para analizar la relación dinámica entre la capitalización de mercado de Bitcoin y las estrategias de gestión de riesgos de los bancos estadounidenses. El análisis se centra en el período 2014Q1-2024Q4, que abarca tanto fases de expansión como de contracción del mercado cripto, incluyendo eventos clave como la aprobación de ETFs y los ajustes de política monetaria de la Reserva Federal.

Construcción de variables y fuentes de información

Los datos utilizados provienen de bases de datos trimestrales de la Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) y de CoinMarketCap. Las variables clave son:

- Tasa de descuento (Lr): Suma de los componentes¹ de riesgo financiero:
 - rL : Liquidity Ratio.
 - rC : Noncurrent Loans & Leases as a Percent of Tier 1 Capital Plus Reserves.
 - rFX : Cost of Fed Funds Purchased.
 - rP : Equity Capital to Assets.

¹ Una vez sumados estos componentes, se aplicó una transformación logarítmica al valor agregado de r para reducir la heterocedasticidad, asegurando una distribución más cercana a la normalidad y una mejor interpretación de elasticidades en el modelo.

- Margen neto - Net Interest Margin (LMARGEN): Diferencia entre ingresos por intereses sobre activos y gastos por intereses sobre pasivos, como porcentaje de los activos productivos. Se transformó mediante logaritmo natural.
- Capitalización de Bitcoin (LCAP_BTC): Producto del precio de Bitcoin por su cantidad en circulación. Igualmente, transformado con logaritmo natural para reflejar tasas de crecimiento y estabilizar la varianza.
- Variables de control: Dummies para eventos relevantes como aprobación de ETFs (ETF2024), en 2020 el halving de Bitcoin, así como la crisis económica global producto del COVID-19 y los ajustes de la FED (FED_ALZA: 2022 y FED_BAJA: 2021).

Modelo econométrico: Vectores Autorregresivos (VAR)

Para explorar las relaciones dinámicas entre las variables, se utilizó un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR). Su forma general es:

$$\begin{pmatrix} \Delta \ln(LCAP)_t \\ \Delta \ln(r)_t \\ \Delta NIM_t \end{pmatrix} = c + \sum_{i=1}^p A_i \begin{pmatrix} \Delta \ln(LCAP)_{t-i} \\ \Delta \ln(r)_{t-i} \\ \Delta NIM_{t-i} \end{pmatrix} + \sum_{j=1}^q B_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Donde:

- $\ln(LCAP)$: Logaritmo natural de la capitalización de Bitcoin.
- $\ln(r)$: Logaritmo natural de la tasa de descuento.
- $\ln(NIM)$: Logaritmo natural del margen de interés neto.
- X_{t-j} : Vector de variables de control.
- A_i : Matrices de coeficientes de rezagos para las variables endógenas.
- B_i : Coeficientes para las variables exógenas.
- c : Vector de constantes.
- ε_t : Vector de errores.

Antes de la estimación, se realizaron pruebas econométricas para garantizar la robustez de los resultados. El test Dickey-Fuller aumentado (ADF) verificó la estacionariedad de las series temporales, mientras que el test de cointegración de Johansen exploró la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo. La selección del número óptimo de rezagos se basó en los criterios de información de Akaike (AIC) y Schwarz (SC).

Adicionalmente, se emplearon funciones de impulso-respuesta (FIR) y la descomposición de la varianza de los errores de predicción. Las FIR permitieron evaluar cómo un shock unitario en la capitalización de Bitcoin se transmite a la tasa de descuento y a los márgenes de interés a lo largo del tiempo. Por su parte, la descomposición de la varianza cuantificó la proporción de la variabilidad de cada variable endógena atribuible a los shocks en las demás variables, destacando la importancia relativa de los criptoactivos en la dinámica del riesgo financiero bancario.

RESULTADOS

Esta sección presenta los hallazgos del análisis econométrico realizado para evaluar cómo la capitalización de Bitcoin incide en la percepción de riesgo bancario. Se emplean pruebas de estacionariedad, cointegración, modelos VAR y análisis dinámicos.

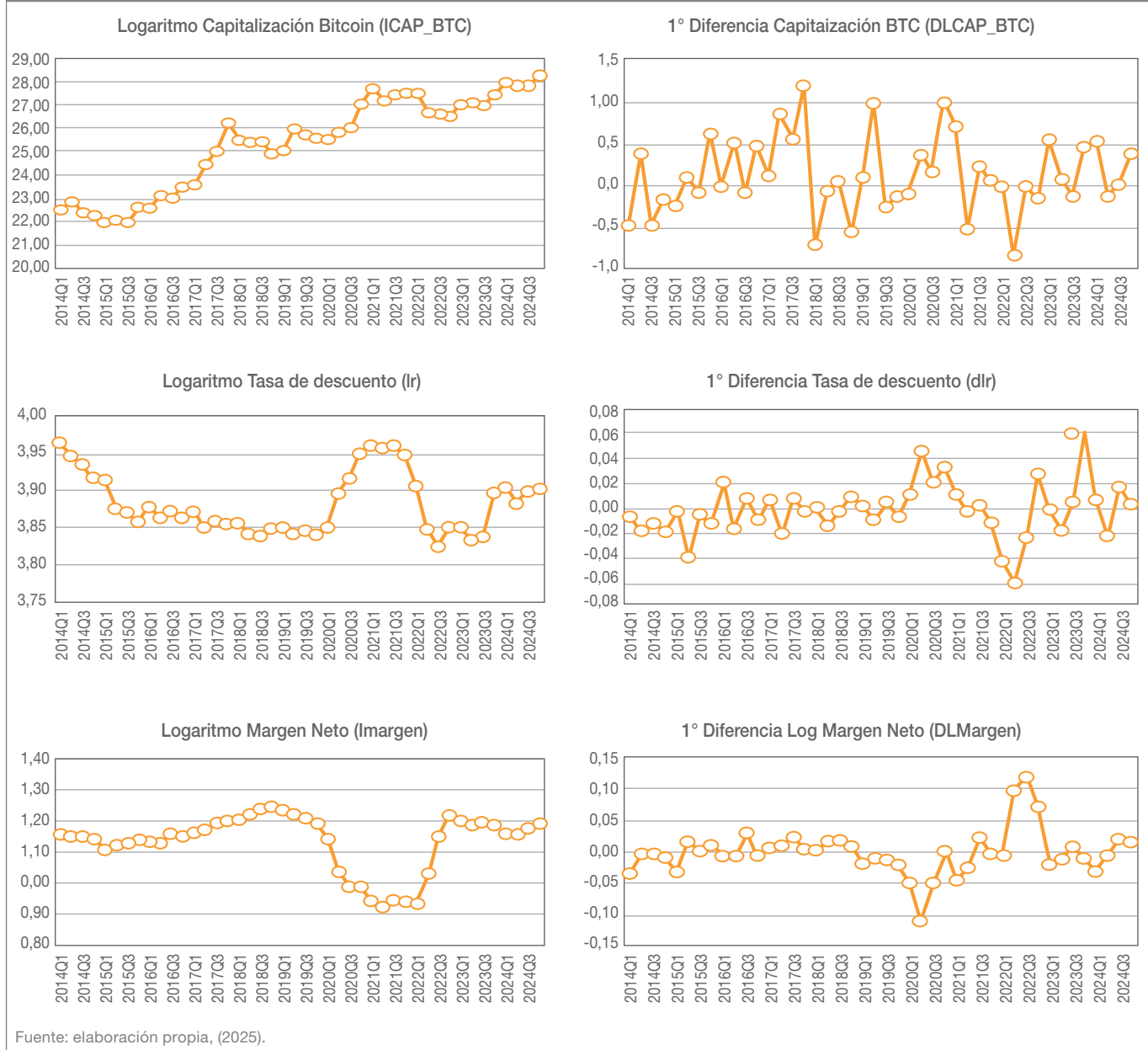
Comportamiento de las series y diagnóstico de estacionariedad

El análisis exploratorio de las series temporales utilizadas en este estudio revela dinámicas consistentes con la hipótesis de disrupción financiera inducida por los criptoactivos. En su forma original (niveles logarítmicos), tanto la capitalización de Bitcoin (LCAP_BTC), como la tasa de descuento (LR) y el margen neto de interés (LMARGEN) presentan tendencias marcadas y patrones de no estacionariedad, lo cual justifica su tratamiento mediante modelos econométricos dinámicos.

Las gráficas muestran que a medida que se incrementa la capitalización de mercado del Bitcoin, especialmente en los tramos de mayor expansión: 2017 y 2021-2022, se observa una respuesta ascendente en la tasa de descuento “ r ” (Figura 2). Este aumento se traduce en una reducción del factor de descuento “ β ” (Figura 1), reflejando una menor valoración presente de los flujos futuros ante un entorno de mayor riesgo percibido.

Asimismo, pueden identificarse eventos específicos como el efecto COVID-19 (2020Q1-2020Q3), asociado a un salto brusco en la tasa de descuento, y las acciones de política monetaria de la Reserva Federal, cuyos efectos se evidencian en los cambios estructurales del margen neto de interés, especialmente tras el ciclo de alza de tasas iniciado en 2022. Estos choques han sido

FIGURA 2. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LAS VARIABLES



adecuadamente controlados en el modelo mediante variables dummy (COVID, FED_ALZA, FED_BAJA, ETF2024), lo que permite aislar sus efectos sobre las relaciones estructurales estimadas.

Con el fin de asegurar la validez de los supuestos del modelo VAR, las series fueron transformadas en primeras diferencias logarítmicas, eliminando las tendencias estocásticas observadas en los niveles. Los resultados del test de Dickey-Fuller aumentado (ADF),

presentados en la Tabla 1, corroboran este diagnóstico: ninguna de las variables en niveles es estacionaria a niveles convencionales de significancia ($p > 0,10$), mientras que sus transformaciones en diferencias sí lo son en su mayoría al 1% y 5%, con excepción de DLMARGEN, que alcanza significancia al 10%. Esto confirma que las transformaciones aplicadas mejoran la propiedad estadística de las series y justifican su inclusión en el VAR.

TABLA 1. AUGMENTED DICKEY-FULLER TEST STATISTIC

| | Variable | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-----------|-------------|--------|
| Capitalización BTC | LCAP_BTC | -2,23729 | 0,4577 |
| | DLCAP_BTC | -6,56931 | 0,0000 |
| Tasa de descuento | LR | -2,69241 | 0,2448 |
| | DLR | -4,76113 | 0,0021 |
| Margen Neto | LMARGEN | -2,82945 | 0,1957 |
| | DLMARGEN | -3,41311 | 0,0629 |

Fuente: elaboración propia, (2025).

Los resultados de la prueba de cointegración de Johansen, presentados en la Tabla 2, indican ausencia de relaciones de largo plazo significativas entre las variables endógenas del modelo (capitalización de Bitcoin, tasa de descuento y margen neto). En efecto, el estadístico de traza para la hipótesis nula de ausencia de cointegración no supera el valor crítico al 5% ($p = 0,300$), lo que lleva a no rechazar la hipótesis nula de no cointegración. Este resultado justifica el uso de un modelo VAR en primeras diferencias, sin necesidad de incorporar un vector de corrección del error (VEC).

TABLA 2. TEST DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN – TRACE TEST

| Hypothesized No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace Statistic | 0,05 Critical Value | Prob.** |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|---------|
| None | 0,459 | 33,750 | 42,915 | 0,300 |
| At most 1 | 0,150 | 7,956 | 25,872 | 0,983 |
| At most 2 | 0,026 | 1,123 | 12,518 | 0,998 |

Series: LCAP_BTC LR LMARGEN
 Exogenous series: COVID FED_ALZA FED_BAJA ETF2024

Fuente: elaboración propia, (2025).

Selección óptima del rezago del modelo VAR

La determinación del número óptimo de rezagos para el modelo VAR se basó en tres criterios de información: Akaike (AIC), Schwarz (SC) y Hannan-Quinn (HQ). Como se observa en la Tabla 3, los tres criterios coinciden en seleccionar un rezago de orden uno (lag 1) como el más adecuado, al presentar los valores mínimos para cada indicador. Esta convergencia refuerza la robustez del modelo especificado, garantizando un equilibrio entre la capacidad explicativa del sistema y la parsimonia en la estimación.

TABLA 3. CRITERIOS DE SELECCIÓN – REZAGOS VAR

| Lag | AIC | SC | HQ |
|-----|----------|----------|----------|
| 0 | -8,077 | -7,444 | -7,848 |
| 1 | -8,4964* | -7,4831* | -8,1300* |
| 2 | -8,366 | -6,972 | -7,862 |
| 3 | -8,202 | -6,429 | -7,561 |
| 4 | -8,008 | -5,854 | -7,229 |

* indicates lag order selected by the criterion
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Fuente: elaboración propia, (2025).

Estimación del modelo VAR y análisis estructural, funciones impulso respuesta

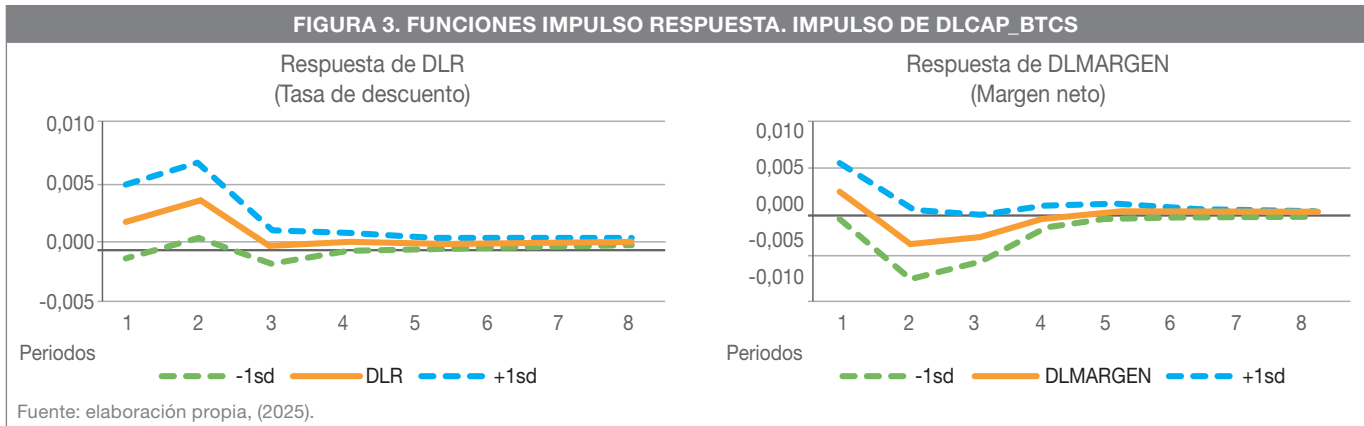
Dado el consenso de los criterios de información mostrado en la Tabla 3, se procedió a estimar un modelo VAR(1)². Las variables exógenas resultaron estadísticamente significativas y sus signos fueron coherentes con lo esperado teóricamente. En particular, el efecto neto de FED_ALZA sobre r fue negativo³, lo que sugiere que pueden predominar los efectos sobre la liquidez y el capital bancario frente al deterioro crediticio. Por otro lado, el efecto positivo de ETF2024 sobre la tasa de descuento refleja que la creciente institucionalización del mercado de Bitcoin es interpretada por los bancos como un aumento en la exposición al riesgo sistémico, dada la volatilidad inherente de los criptoactivos y su potencial de contagio.

Dado el carácter recursivo de los modelos VAR, donde cada variable endógena es explicada por sus propios rezagos y los de las demás variables del sistema, los coeficientes estimados no permiten una interpretación directa sobre el impacto causal entre variables. Por esta razón, se recurre al análisis de funciones de impulso-respuesta (FIR), las cuales permiten evaluar cómo un shock unitario en una variable endógena afecta el comportamiento de las demás variables a lo largo del tiempo, manteniendo constantes las demás perturbaciones.

En el presente estudio, se analiza la respuesta de la tasa de descuento y del margen neto ante un shock positivo en la capitalización de Bitcoin (DLCAP_BTC), tal como se muestra en la Figura 3. El objetivo es verificar

² La salida del modelo se muestra en Anexo 1

³ Dado que la tasa de descuento utilizada en este estudio se construye como una suma ponderada de cuatro componentes: liquidez (rL), crédito (rC), cambio-río (rFX) e insolvencia (rP), su reacción frente a los choques de política monetaria depende del peso relativo de cada uno de estos factores.



si un incremento inesperado en la capitalización del mercado cripto genera ajustes en la percepción de riesgo y en las decisiones estratégicas bancarias.

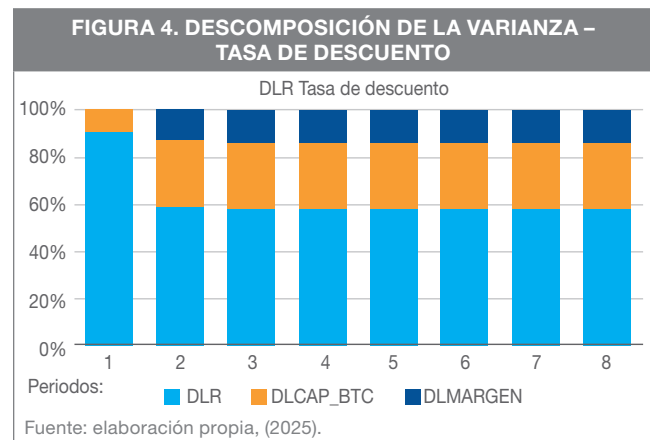
Los resultados muestran que un aumento inesperado en la capitalización de Bitcoin provoca una respuesta inmediata y positiva en la tasa de descuento, alcanzando su máximo en el segundo período y disipándose progresivamente a partir del cuarto. Esta dinámica sugiere que la profundización del mercado cripto es interpretada por los bancos como un factor que eleva temporalmente la percepción de riesgo, reduciendo así la valoración presente de los flujos futuros. En línea con este comportamiento, se observa una respuesta negativa del margen neto de interés, la cual también se manifiesta con fuerza en los primeros dos períodos y se disipa gradualmente. Esta caída sugiere que, en el corto plazo, los bancos podrían verse presionados a ajustar sus márgenes como estrategia defensiva frente a entornos más inciertos y competitivos.

Ambas respuestas son consistentes con los planteamientos teóricos abordados previamente: por un lado, con el enfoque de Modigliani y Miller (1958) sobre el ajuste del costo de capital ante nuevas condiciones de riesgo; y por otro, con la literatura sobre descuento hiperbólico, que postula que agentes enfrentados a riesgos inmediatos otorgan mayor peso a eventos cercanos, ajustando sus estrategias de manera más reactiva (Laibson, 1997; Ainslie, 1991).

Descomposición de la varianza

La descomposición de la varianza de los errores de predicción permite evaluar la contribución relativa de cada variable endógena a la variabilidad de la tasa de descuento a lo largo del tiempo. Como se observa en la

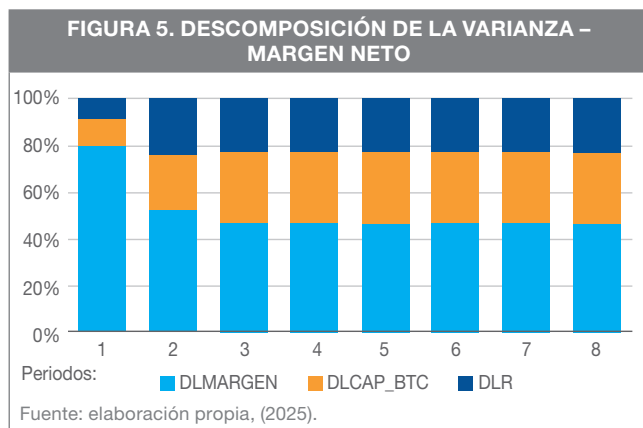
Figura 4, en los primeros periodos la varianza de DLR está explicada en su mayoría por su propia dinámica pasada (99% en el primer trimestre). No obstante, a partir del segundo periodo y en adelante, se evidencia un incremento sostenido en la contribución de la capitalización de Bitcoin (DLCAP_BTC), que alcanza aproximadamente el 4,5% de la varianza explicada en los periodos posteriores.



Estos resultados respaldan los hallazgos obtenidos mediante las funciones de impulso-respuesta, confirmando que los shocks en el mercado de criptomonedas tienen un impacto no trivial sobre la percepción de riesgo en el sistema bancario, aunque este efecto se manifieste de forma moderada y en el corto plazo. El hecho de que la tasa de descuento sea explicada principalmente por sus propios rezagos sugiere una persistencia estructural en la valoración del riesgo bancario, pero la contribución creciente de DLCAP_BTC evidencia que los criptoactivos han comenzado a integrarse de manera significativa en las dinámicas financieras tradicionales.

Desde la perspectiva del factor de descuento (β), estos resultados implican que los shocks positivos en la capitalización de Bitcoin inducen un aumento temporal en la tasa de descuento (r), lo que se traduce en una reducción transitoria del valor presente de los flujos futuros. En términos estratégicos, este ajuste de β refleja una actitud defensiva por parte de los bancos, que reaccionan ante la expansión del mercado cripto valorando con mayor cautela sus expectativas intertemporales. Aunque el efecto se disipa en el mediano plazo, su existencia confirma que el crecimiento del ecosistema de criptoactivos ya incide en las decisiones de valoración financiera del sector bancario.

La descomposición de la varianza del margen neto (DLMARGEN), mostrada en la Figura 5, permite identificar los factores que explican su variabilidad a lo largo del horizonte temporal. En los primeros periodos, la dinámica del margen está dominada por su propio comportamiento inercial (DLMARGEN), pero a partir del segundo trimestre se observa un incremento sostenido en la contribución tanto de la capitalización de Bitcoin (DLCAP_BTC) como de la tasa de descuento (DLR). Hacia el octavo periodo, estos factores explican de forma conjunta cerca del 7,5% de la varianza del margen neto, distribuidos en aproximadamente 4,3% atribuible directamente a DLCAP_BTC y 3,1% asociado a los efectos indirectos vía DLR.



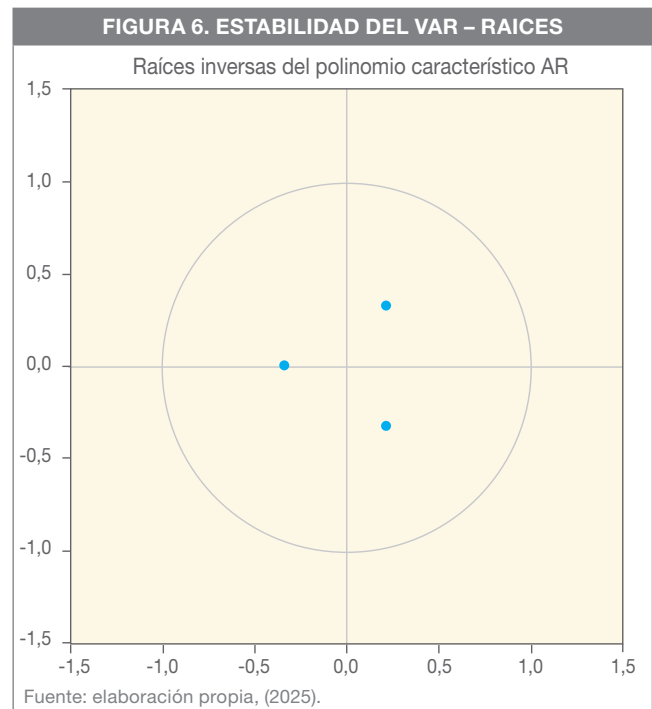
Este hallazgo revela que la capitalización de Bitcoin influye en la rentabilidad bancaria a través de dos canales diferenciados pero complementarios. Por un lado, se observa un efecto indirecto, donde un incremento en DLCAP_BTC eleva la tasa de descuento (r), reflejando una mayor percepción de riesgo por parte de

los bancos. Este aumento en r reduce el valor presente de los flujos futuros, lo que genera presiones sobre la rentabilidad y, por tanto, sobre los márgenes. Por otro lado, también podrían existir presiones tecnológicas no necesariamente captadas por r , que obliguen a los bancos a ajustar sus márgenes directamente. Estos ajustes podrían deberse a la necesidad adaptar su infraestructura operativa o responder a nuevas preferencias del mercado financiero emergente.

En conjunto, estos resultados sugieren que los bancos no solo internalizan el riesgo derivado del ecosistema cripto, sino que también responden estratégicamente a su expansión.

Estabilidad y robustez del modelo VAR

Finalmente, se evaluó la estabilidad del modelo VAR como condición necesaria para la validez de los resultados obtenidos. La prueba gráfica de raíces inversas del polinomio autorregresivo (Figura 6) muestra que todas las raíces se ubican dentro del círculo unitario, lo que confirma que el sistema dinámico estimado es estable. Esta propiedad garantiza la robustez de las funciones de impulso-respuesta y de las descomposiciones de varianza, lo que permite interpretar con confianza las relaciones identificadas.



CONCLUSIONES

El Bitcoin ya no es un actor sin influencia. Su crecimiento y consolidación como activo financiero están incidiendo, de manera medible, en la racionalidad estratégica de la banca tradicional, especialmente en la percepción y ajuste del riesgo. A través de un modelo VAR con variables exógenas, este estudio confirma que los aumentos en la capitalización de Bitcoin se asocian con variaciones significativas en la tasa de descuento (r), una métrica clave que resume los costos financieros asumidos por los bancos frente a escenarios de incertidumbre.

Este hallazgo valida la hipótesis de que los criptoactivos están reconfigurando los marcos tradicionales de decisión financiera. En línea con la teoría de la innovación disruptiva (Christensen, 1997), el sistema bancario transita de una lógica defensiva hacia formas más estratégicas de adaptación frente al avance de productos y mercados descentralizados. La literatura previa ya advertía sobre los cambios estructurales (Böhme *et al.*, 2015). Los resultados presentados ahora son claros y aportan la evidencia concreta. Bitcoin no solo compite como activo, también altera la estructura del costo de capital y los márgenes de rentabilidad bancaria.

La tasa de descuento muestra los riesgos que asumen las instituciones financieras, y su respuesta ante la evolución del mercado cripto apunta a una integración silenciosa pero creciente de estos activos en los mecanismos de evaluación financiera. La banca ya no está al

margen, comienza a reaccionar como si Bitcoin fuese ya parte del sistema que solía desafiar.

Estos resultados también plantean implicaciones regulatorias relevantes. Si los bancos internalizan la disrupción inducida por los criptoactivos, los marcos regulatorios deberán adaptarse incorporando métricas de exposición cripto, nuevas pruebas de estrés y estándares prudenciales acordes con un entorno financiero más digitalizado. En el futuro, la respuesta de defensa dará paso a estrategias de adaptación. Las instituciones integrarán soluciones de blockchain y de criptoactivos en su operación de rutina.

Aunque el modelo empleado es lineal y se basa en datos agregados, su principal valor radica en haber captado una señal temprana y medible de disrupción financiera. Una de sus limitaciones es que, al utilizar una tasa de descuento compuesta (r), no permite identificar con precisión qué componente del riesgo bancario tiene mayor influencia ni cómo se transmite el impacto de los criptoactivos sobre dicha valoración. Por ello, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en los mecanismos de transmisión del riesgo financiero asociados al ecosistema de criptoactivos.

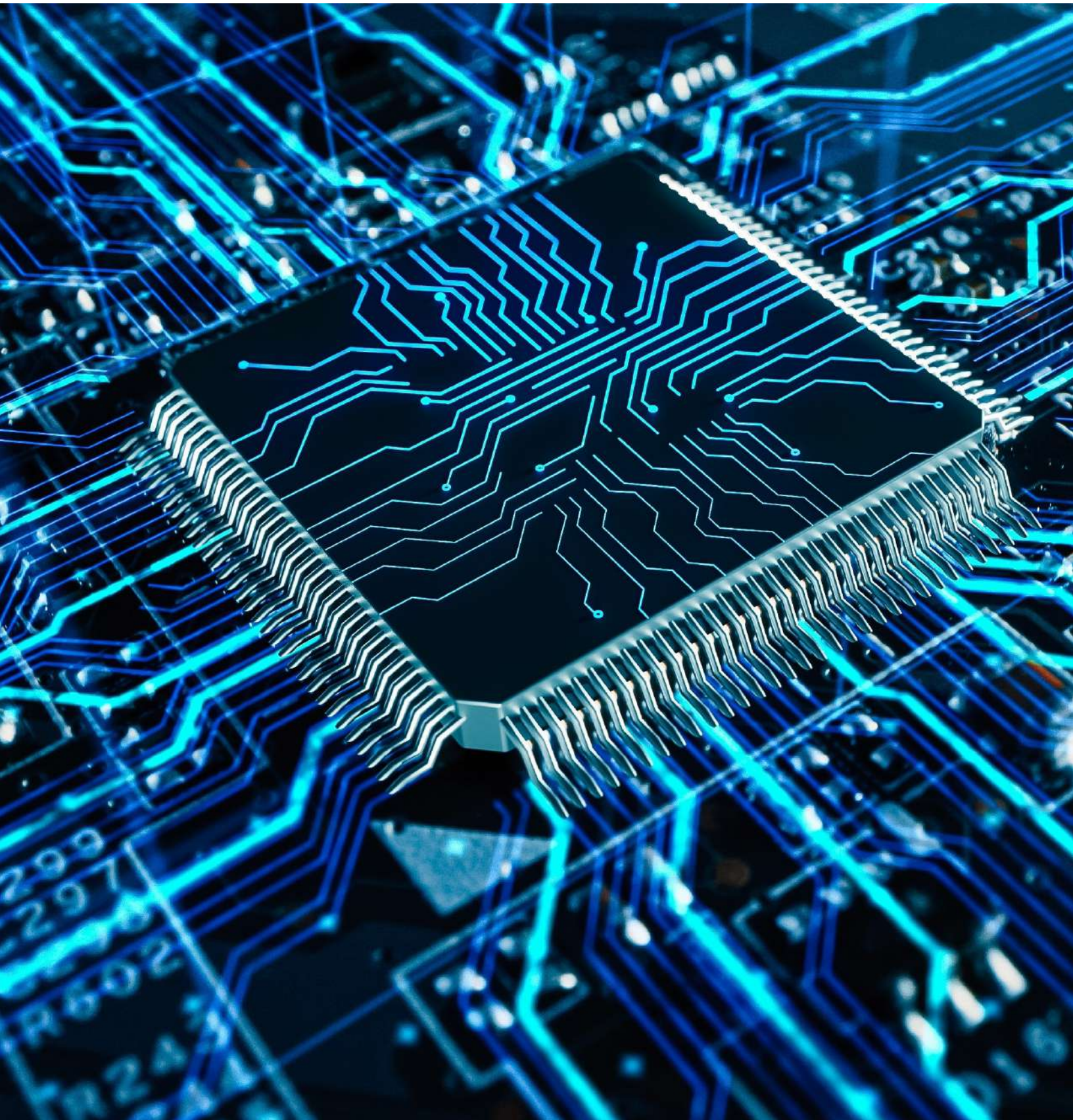
En definitiva, el sistema financiero ya está adaptando su gestión del riesgo a una nueva realidad. Y lo hace en los términos que mejor revelan su vulnerabilidad y su capacidad de respuesta. Bitcoin, de forma gradual pero firme, está siendo internalizado como una variable estructural en el tablero financiero global.

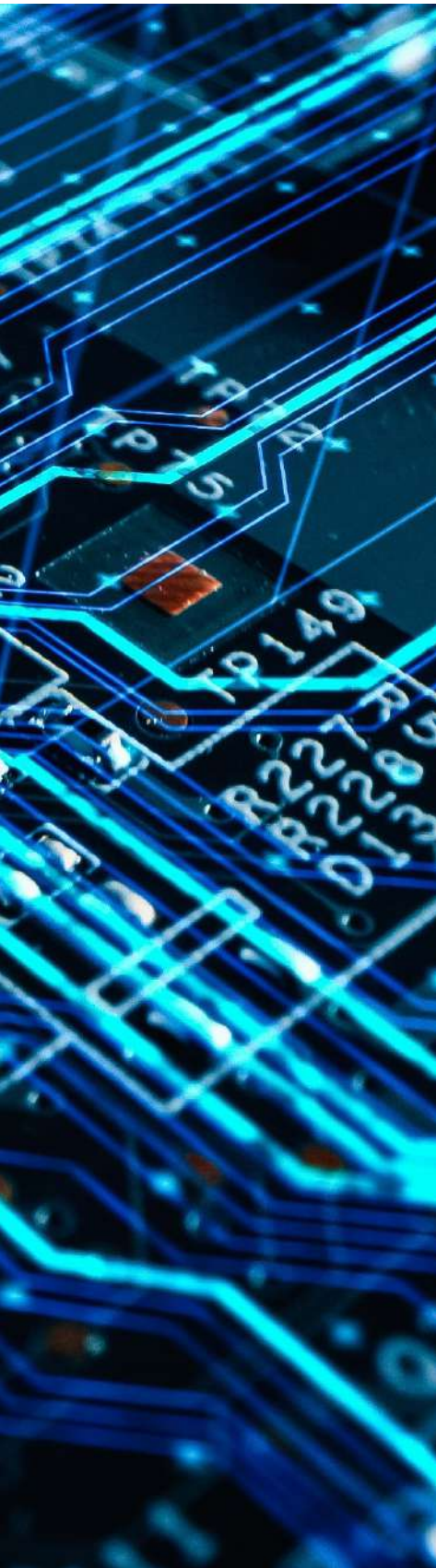
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, technology, and governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213-238. <https://doi.org/10.1257/jep.29.2.213>
- Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business Review Press.
- Coloma, G. (2002). Un modelo integrado de depredación y colusión. *Cuadernos de Economía*, 39(116). <https://doi.org/10.4067/S0717-68212002011600005>
- Corbet, S., Larkin, C., & Lucey, B. (2020). The contagion effects of the COVID-19 pandemic: Evidence from gold and cryptocurrencies. *Finance Research Letters*, 35, 101554. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101554>
- Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC). (2023). *Quarterly Banking Profile*. <https://www.fdic.gov/analysis/quarterly-banking-profile/>
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261-297.
- Stiglitz, J. E. (1989). Markets, market failures, and development. *The American Economic Review*, 79(2), 197-203.
- Taleb, N. N. (2007). *The black swan: The impact of the highly improbable* (1st ed.). Random House.
- Bank for International Settlements (BIS). (2021). *CBDCs: Financial stability implications*. <https://www.bis.org>
- Laibson, D. (1997). Golden eggs and hyperbolic discounting. *The Quarterly Journal of Economics*, 112(2), 443-478. <https://doi.org/10.1162/003355397555253>
- Ainslie, G. (1991). Derivation of "rational" economic behavior from hyperbolic discount curves. *American Economic Review*, 81(2), 334-340. <https://www.jstor.org/stable/2006881>
- Loewenstein, G., & Prelec, D. (1992). Anomalies in intertemporal choice: Evidence and an interpretation. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 573-597. <https://doi.org/10.2307/2118482>

ANEXO

| ANEXO 1. MODELO VAR ESTIMADO – SALIDA DE SOFTWARE ECONOMETRICO | | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Vector Autoregression Estimates | | | |
| Date: 07/19/25 Time: 15:50 | | | |
| Sample (adjusted): 2014Q2 2024Q4 | | | |
| Included observations: 43 after adjustments | | | |
| Standard errors in () & t-statistics in [] | | | |
| | DLCAP_BTC | DLR | DLMARGEN |
| DLCAP_BTC (-1) | -0.126120 (0.14748) [-0.85519] | 0.007518 (0.00659) [1.14065] | -0.006060 (0.00689) [-0.87971] |
| DLR (-1) | 11.63999 (3.87973) [3.00021] | 0.062414 (0.17338) [0.35998] | -0.680152 (0.18122) [-3.75313] |
| DLMARGEN(-1) | 3.026588 (2.09260) [1.44633] | 0.138529 (0.09352) [1.48131] | 0.157860 (0.09775) [1.61501] |
| C | 0.209246 (0.07763) [2.69532] | -0.003294 (0.00347) [-0.94939] | 0.000308 (0.00363) [0.08501] |
| ETF2024 | -0.070333 (0.32938) [-0.21354] | 0.033204 (0.01472) [2.25577] | 0.002751 (0.01539) [0.17878] |
| COVID | -0.023543 (0.31129) [-0.07563] | 0.037435 (0.01391) [2.69094] | -0.071898 (0.01454) [-4.94467] |
| FED_ALZA | -0.245087 (0.26545) [-0.92331] | -0.024535 (0.01186) [-2.06823] | 0.037019 (0.01240) [2.98564] |
| FED_BAJA | -0.134933 (0.22599) [-0.59708] | 0.001164 (0.01010) [0.11527] | -0.001084 (0.01056) [-0.10272] |
| R-squared | 0.301514 | 0.384662 | 0.761753 |
| Adj. R-squared | 0.161817 | 0.261595 | 0.714103 |
| Sum sq. resids | 5.988160 | 0.011959 | 0.013065 |
| S.E. equation | 0.413631 | 0.018485 | 0.019321 |
| F-statistic | 2.158339 | 3.125617 | 15.98659 |
| Log likelihood | -18.62891 | 115.0154 | 113.1143 |
| Akaike AIC | 1.238554 | -4.977461 | -4.889035 |
| Schwarz SC | 1.566219 | -4.649795 | -4.561370 |
| Mean dependent | 0.134266 | -0.001475 | 0.000851 |
| S.D. dependent | 0.451797 | 0.021512 | 0.036134 |
| Determinant resid covariance (dof adj.) | | 2.11E-08 | |
| Determinant resid covariance | | 1.14E-08 | |
| Log likelihood | | 210.2413 | |
| Akaike information criterion | | -8.662387 | |
| Schwarz criterion | | -7.679392 | |
| Fuente: Vector Autoregression Estimates, (2025). | | | |





NEARSHORING DE SEMICONDUCTORES EN COSTA RICA: ESTRATEGIA, CAPACIDADES Y CAPTURA DE VALOR

Recibido: 04 de diciembre, 2025 • Revisado: 18 de diciembre, 2025 • Aceptado: 14 de enero, 2026

José Roberto Vega Baudrit,
 Monserrat Vargas
 y Armando Rojas

RESUMEN

El reordenamiento de las cadenas globales de valor, acelerado por la pandemia, las tensiones geopolíticas y las políticas industriales de las grandes potencias, ha generado una ventana de oportunidad acotada para que economías de escala media se inserten estratégicamente en la industria de semiconductores mediante esquemas de *nearshoring* y *friendshoring*. En este contexto, el estudio analiza la viabilidad de que Costa Rica fortalezca su participación no en la fabricación de obleas, sino en segmentos alineados con sus capacidades existentes, tales como ensamblaje, empaque y prueba (OSAT), servicios de validación y testeo, mantenimiento de equipos de precisión y aplicaciones de analítica e inteligencia artificial en manufactura avanzada.

Desde el enfoque de las cadenas globales de valor, se examinan las capacidades estructurales del país en capital humano, estabilidad institucional, régimen de zonas francas y plataforma científico-tecnológica, así como las principales brechas en infraestructura especializada, gobernanza interinstitucional, energía y conectividad. El trabajo concluye que Costa Rica puede consolidarse como un nodo confiable en segmentos específicos de la cadena global de semiconductores si aborda esta agenda como una política de Estado de largo plazo, alineando su política industrial con las nuevas dinámicas de seguridad económica y fortaleciendo de manera sostenida sus capacidades tecnocientíficas.

Palabras clave: nearshoring, semiconductores, cadenas globales de valor, innovación, política industrial, Costa Rica.

ABSTRACT

The recent reconfiguration of global value chains, driven by the pandemic, geopolitical tensions, and major industrial policies, has created a limited opportunity for medium-sized economies to pursue strategic insertion into the semiconductor industry through *nearshoring* and *friendshoring*. Within this framework, this study assesses Costa Rica's potential to strengthen its participation not in wafer fabrication, but in segments consistent with its existing capabilities, including assembly, packaging and testing (OSAT), validation services, precision equipment maintenance, and data- and AI-based solutions for advanced manufacturing.

Using a global value chains approach, the paper examines Costa Rica's structural assets in human capital, institutional stability, the free trade zone regime, and the national science and technology infrastructure, alongside key gaps in specialized infrastructure, interinstitutional governance, energy supply, and connectivity. The study concludes that Costa Rica can position itself as a reliable node in selected segments of the global semiconductor value chain if this agenda is treated as a long-term state policy and supported by sustained investment in technoscientific capabilities aligned with emerging economic and technological security frameworks.

Keywords: nearshoring, semiconductors, global value chains, innovation, industrial policy, Costa Rica.

José Vega Baudrit es director del Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC CENAT (Costa Rica). Es profesor de LEAD University y de la Universidad Nacional, Escuela de Química.

Monserrat Vargas Solórzano es Diplomática de la Dirección de Política Exterior, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica. Investigadora asociada de LEAD University.

Armando Rojas Esquivel es Coordinador del Observatorio de Diplomacia Científica del CeNAT/CONARE y profesor del curso Economía Política Internacional de la Escuela de Administración Pública de la UCR. Tiene un MBA de la Universidad de Ottawa y es egresado de Economía de la UCR. Investigador asociado de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

La reconfiguración reciente de las cadenas globales de suministro, impulsada por la pandemia de COVID-19, las tensiones geopolíticas y la aceleración tecnológica, está desplazando el centro de gravedad de la producción industrial hacia esquemas más regionales y resilientes. Este giro se expresa en estrategias de nearshoring y friendshoring que buscan reducir la dependencia de nodos concentrados en Asia, acortar las distancias logísticas y fortalecer proveedores ubicados en jurisdicciones consideradas seguras desde el punto de vista político, regulatorio y tecnológico (UNCTAD, 2024; World Economic Forum, 2023; BID, 2023).

En las cadenas globales de valor (CGV), este rediseño no implica una desglobalización plena, sino una recomposición de funciones entre regiones. La literatura sobre CGV muestra que lo relevante ya no es sólo dónde se produce físicamente, sino cómo se organizan el conocimiento, el diseño, la propiedad intelectual y la coordinación entre actores públicos y privados (Gereffi, 2018; Filippo *et al.*, 2022). En ese contexto, la industria de semiconductores se ha convertido en un caso emblemático: concentra inversiones de capital extremadamente altas, cadenas de suministro complejas y una creciente dimensión geopolítica vinculada a la seguridad económica y tecnológica.

América Latina aparece en este nuevo tablero como un socio potencial para la relocalización de segmentos específicos de la cadena de semiconductores, más por su estabilidad institucional, talento y matriz energética que por los costos laborales. Diversos análisis del Banco Interamericano de Desarrollo destacan que la región puede capturar oportunidades en actividades de ensamblaje, prueba y empaquetado (OSAT) y en servicios avanzados, siempre que logre articular la política industrial, el capital humano y marcos regulatorios estables (Filippo *et al.*, 2022; Filippo *et al.*, 2024).

Dentro de este grupo, Costa Rica ocupa una posición singular. El país combina un régimen de zonas francas consolidado, estabilidad democrática, una trayectoria reconocida en educación científica y técnica y casi tres décadas de experiencia directa con Intel, cuya llegada en 1997 marcó un punto de inflexión en la inserción del país en las CGV de alta tecnología (Brenes & Cerdas, 2025). La planta de ensamblaje y prueba de microprocesadores llegó a representar más del 20% de las exportaciones nacionales en su pico y generó un

capital humano altamente calificado que hoy alimenta sectores como los dispositivos médicos, los servicios de ingeniería y las tecnologías digitales.

Al mismo tiempo, la experiencia de la salida parcial de Intel en 2014 y su posterior reexpansión durante la pandemia evidenció tanto el potencial del país como su vulnerabilidad ante las decisiones corporativas y los cambios en la política comercial de Estados Unidos. En la coyuntura actual, marcada por nuevas tensiones arancelarias y por iniciativas como la CHIPS and Science Act y la European Chips Act, la discusión ya no es si Costa Rica puede atraer inversión, sino en qué segmentos de la cadena de semiconductores tiene sentido que se especialice y en qué condiciones de gobernanza, energía, infraestructura y talento puede hacerlo de forma sostenible (United States Congress, 2022), Barría, 2025; Arrieta, 2025).

Este ensayo sostiene que Costa Rica tiene la posibilidad realista de consolidarse como un nodo confiable en el ecosistema global de semiconductores, no en la manufactura masiva de obleas, sino en los eslabones de mayor valor agregado compatibles con su escala y capacidades: ensamblaje, empaque y pruebas (OSAT), servicios de validación de diseño, mantenimiento avanzado de equipos, metrología de precisión y soluciones basadas en inteligencia artificial para manufactura avanzada. Para ello, se propone una hoja de ruta en cuatro fases que articula tres dimensiones clave: (i) fortalecimiento del talento y la infraestructura científico-tecnológica; (ii) profundización de la base productiva en manufactura avanzada y servicios asociados; y (iii) uso estratégico de la diplomacia científica, el régimen de zonas francas y las alianzas con socios como Estados Unidos, la Unión Europea y actores asiáticos.

MARCO TEÓRICO: CADENAS DE VALOR Y NEARSHORING TECNOLÓGICO

El punto de partida para entender el nearshoring es el marco de las cadenas globales de valor (CGV). En este enfoque, la producción se fragmenta internacionalmente y las distintas etapas –desde el diseño hasta el servicio posventa– se localizan donde resulta más eficiente al combinar costos, capacidades tecnológicas y condiciones institucionales (Gereffi, 2018; Gereffi & Fernández-Stark, 2016). Lo central ya no es solo qué se exporta, sino en qué eslabones de la cadena participa

cada país, bajo qué formas de gobernanza y con qué posibilidades de “upgrading” productivo y tecnológico.

La pandemia de COVID-19, las disrupciones logísticas y las tensiones geopolíticas recientes (incluida la rivalidad entre Estados Unidos y China y la guerra en Ucrania) han puesto en evidencia la vulnerabilidad de CGV excesivamente concentradas en algunos nodos de Asia. Informes de la UNCTAD y otros organismos documentan la combinación de cuellos de botella logísticos, mayores distancias de envío y una creciente presión política para reducir las dependencias críticas en sectores como la salud, la energía y las tecnologías digitales (UNCTAD, 2024). En este contexto emergen con fuerza tres estrategias: reshoring (retornar la producción al país de origen), nearshoring (acercarla geográficamente) y friendshoring (relocalizarla hacia países aliados tanto en aspectos políticos como económicos).

Desde la óptica de la política industrial, el nearshoring se interpreta como una reconfiguración regional de las CGV más que como una desglobalización. El Banco Interamericano de Desarrollo estima que el aprovechamiento de oportunidades de nearshoring podría añadir hasta US\$78.000 millones anuales a las nuevas exportaciones de bienes y servicios de América Latina y el Caribe en el corto y mediano plazo (BID, 2022). El mensaje es claro: hay una ventana de oportunidad, pero su aprovechamiento depende de la capacidad instalada, la infraestructura, el capital humano y los marcos regulatorios compatibles con inversiones de largo plazo.

El debate se ha sofisticado con la noción de friendshoring: relocalizar segmentos de la cadena de suministro hacia países “de confianza” desde el punto de vista geopolítico y normativo. El Foro Económico Mundial lo define como la concentración de cadenas de suministro en jurisdicciones aliadas, distinguiéndolo de otras estrategias como el offshoring, el reshoring y el nearshoring (Ellerbeck, 2023). A su vez, análisis recientes muestran que, para América Latina y el Caribe, la combinación de proximidad geográfica a Estados Unidos, afinidad horaria y cultural, y disponibilidad de recursos energéticos y talento ofrece una base real para capturar proyectos de nearshoring y friendshoring si se corrigen brechas de infraestructura, logística y clima de negocios (Maloney, 2024; García & López, 2021).

La industria de semiconductores ejemplifica claramente estas tensiones. Está organizada como una cadena global de valor (CGV) muy jerarquizada, con tres

bloques funcionales principales: (i) diseño y propiedad intelectual de chips; (ii) fabricación de obleas en “fabs” de gran inversión; y (iii) ensamblaje, empaque y prueba (OSAT), además de servicios de validación y soporte. Estudios del BID revelan cómo esta cadena concentra varias etapas críticas en pocos países, mientras que también permite que las economías intermedias participen en la manufactura avanzada, los servicios de ingeniería y las actividades de soporte tecnológico (Filippo *et al.*, 2022; Filippo *et al.*, 2024).

En esta perspectiva, la ventaja competitiva no se basa únicamente en salarios bajos, sino también en la densidad de capacidades tecnológicas, la coordinación público-privada y la confiabilidad institucional. El World Economic Forum y el Banco Mundial han destacado que, en la situación actual, tener cercanía geográfica sin capital humano, energía confiable ni marcos regulatorios previsibles no basta para lograr proyectos sostenibles. Lo fundamental es la capacidad de un país para convertirse en socio estratégico en cadenas de producción complejas, en lugar de ser solo un proveedor de mano de obra barata (Maloney, 2024; World Economic Forum, 2024).

Costa Rica encaja en este marco como un caso de inserción selectiva en CGV de alta tecnología. El país ya ha demostrado su capacidad para integrarse en clústeres sofisticados de dispositivos médicos, electrónica de precisión y servicios basados en el conocimiento, aprovechando su régimen de zonas francas, su estabilidad democrática y su capital humano (Filippo *et al.*, 2022). La llegada de Intel en 1997 aceleró este proceso: la planta de ensamblaje y prueba de microprocesadores convirtió al país en un nodo relevante dentro de la cadena global de semiconductores y llegó a explicar más del 20% de las exportaciones en su pico (Brenes & Cerdas, 2025).

Desde la perspectiva de CGV, la trayectoria de Intel en Costa Rica ilustra bien las dinámicas de upgrading y la vulnerabilidad de las economías pequeñas frente a las decisiones corporativas y a los cambios en la política comercial. El cierre de la planta de manufactura en 2014 y el mantenimiento de los centros de servicios globales e ingeniería mostraron que la participación del país en la cadena podía pasar de un segmento intensivo en manufactura a uno más centrado en servicios de alto valor, pero también evidenciaron su dependencia de un número reducido de anclas tecnológicas. El

relanzamiento de operaciones de ensamblaje y prueba en 2020 y el nuevo anuncio de traslado hacia Vietnam y Malasia en 2025, asociado a la coyuntura arancelaria en Estados Unidos (Brenes & Cerdas, 2025; Arrieta, 2025), confirman que el entorno geopolítico y las estrategias de friendshoring/nearshoring de los países centrales condicionan directamente las oportunidades de países como Costa Rica.

Bajo este marco teórico, el desafío para Costa Rica no es solo “atraer” o “retener” a una empresa emblemática, sino definir en qué eslabones de la cadena de semiconductores quiere y puede competir, y qué combinaciones de política industrial, talento, infraestructura y diplomacia tecnológica son necesarias para consolidarse como un socio confiable en esquemas de nearshoring y friendshoring.

El análisis de capacidades y brechas que se presenta en las siguientes secciones se apoya precisamente en esta lectura de las CGV como estructuras dinámicas de gobernanza, en la que la posición del país depende de tanto de factores internos como de la arquitectura geopolítica del comercio internacional (Gereffi, 2018; UNCTAD, 2024).

CAPACIDADES ESTRUCTURALES DE COSTA RICA

Como se sintetiza en la Tabla 1, los distintos segmentos de la cadena global de semiconductores exigen

combinaciones específicas de capital humano, infraestructura, gobernanza y marcos regulatorios. En ese marco, la competitividad de Costa Rica depende menos de la competitividad en costos laborales y más de su capacidad para sostener talento altamente calificado, de un entorno institucional predecible y de un régimen de atracción de inversión extranjera directa (IED) coherente con las estrategias de nearshoring y friendshoring. Las secciones 3.1 y 3.2 analizan dos pilares transversales: (i) el capital humano y la educación STEM, y (ii) la estabilidad institucional y el régimen de zonas francas, que son los cimientos sobre los que descansa cualquier apuesta seria en los eslabones de ensamblaje, de prueba, de validación y de servicios avanzados descritos en la Tabla 1.

Capital humano y educación STEM

Costa Rica ha construido, durante varias décadas, una base de capital humano que la sitúa en el grupo de países latinoamericanos con mayor densidad relativa de personal de I+D para su nivel de ingresos, según datos comparativos de la UNESCO y del Banco Mundial (UNESCO, 2021; UNESCO Institute for Statistics, 2025). Las universidades públicas, el Sistema Nacional de Colegios Científicos de Costa Rica, el CeNAT y los programas técnicos del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) han permitido sostener una oferta continua de profesionales en ingeniería, ciencias y

TABLA 1. SEGMENTOS DE LA CADENA DE SEMICONDUCTORES Y TIPOS DE INSERCIÓN PARA ECONOMÍAS COMO LA DE COSTA RICA

| Segmento de la cadena | Actividades típicas | Perfil de países dominantes | Oportunidades para economías como Costa Rica |
|-------------------------------------|--|--|---|
| Diseño y propiedad intelectual (IP) | Arquitectura de chips, diseño lógico, verificación, EDA | EE.UU., Corea, Japón, Unión Europea, Israel | Centros de diseño especializados, nichos <i>fabless</i> , colaboración universidad-empresa |
| Fabricación de obleas (fabs) | Litografía avanzada, deposición, grabado, CMP | Taiwán, Corea, EE.UU., China | Muy limitada: alta inversión y escala; foco en alianzas estratégicas y servicios de soporte |
| Ensamblaje, empaque y prueba (OSAT) | Encapsulado, pruebas eléctricas y térmicas, “burn-in” | Malasia, China, Singapur, México | Plataformas OSAT orientadas a nichos (automotriz, médicos) con energía limpia |
| Servicios de validación y testeo | Simulación, caracterización, certificación de calidad | EE.UU., Unión Europea, Asia | Laboratorios acreditados, servicios a <i>fabs</i> /OSAT globales, alianzas con BID y empresas |
| Mantenimiento y soporte de equipos | Instalación y mantenimiento de equipos de precisión | Proveedores globales de equipamiento | <i>Hubs</i> regionales de servicio técnico especializado |
| Analítica e IA para manufactura | Optimización de <i>yield</i> , mantenimiento predictivo, gemelos digitales | Firmas globales de software y <i>fabs</i> integradas | Startups y centros de I+D que apliquen IA a manufactura y logística avanzada |

Fuente: UNESCO, 2021; UNESCO Institute for Statistics, 2025; Santos Pasamontes & Durán-Monge, 2024.

tecnologías de la información, lo que explica en buena medida la atracción de IED en dispositivos médicos, servicios empresariales avanzados y electrónica de precisión.

Sin embargo, los requerimientos de la industria de semiconductores son más específicos. Un análisis reciente del Programa Estado de la Nación sobre talento calificado para la industria de semiconductores concluye que, aunque Costa Rica dispone de una base sólida de ingenieros, aún existe una brecha importante en perfiles especializados en microelectrónica, diseño de circuitos integrados, empaquetado avanzado y metrología de precisión (Santos Pasamontes & Durán-Monge, 2024). La principal restricción no es la ausencia de talento básico, sino la falta de masa crítica en competencias muy específicas y la limitada articulación entre universidades, centros de investigación y empresas ancla del sector.

En este contexto, tiene sentido pensar en una cadena de formación explícitamente alineada con los segmentos de la cadena de semiconductores en los que Costa Rica aspira a participar. Ello implica, por ejemplo, reforzar la formación en áreas como:

- Ingeniería electrónica con énfasis en diseño y prueba de *chips*;
- Operación de salas limpias y procesos de ensamblaje y empaquetado (OSAT);
- Ciencia de datos e inteligencia artificial aplicadas a la manufactura avanzada y al *yield management*.
- Aseguramiento de la calidad y certificaciones internacionales en sectores regulados, como los de los médicos y el automotriz.

En paralelo a la educación formal, se han dado pasos relevantes en el territorio. En 2024, el MICITT, el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) y la Promotora Costarricense de Innovación e Investigación lanzaron una alianza para fortalecer los Laboratorios de Innovación Comunitaria (LINC) y los Centros Comunitarios Inteligentes (CECI) en zonas rurales. El programa contempla una inversión de aproximadamente €1.098 millones para equipar 12 LINC y fortalecer 44 CECI, con el objetivo de cerrar brechas digitales y ofrecer formación en robótica, ciberseguridad, programación y análisis de *big data* a comunidades fuera del Gran Área Metropolitana (MICITT, 2024;

Presidencia de la República, 2024). Esta infraestructura constituye una plataforma estratégica para ampliar la base de talento digital y, en el mediano plazo, crear un *pipeline* de jóvenes que puedan transitar hacia carreras técnicas y universitarias vinculadas con los segmentos de la cadena de semiconductores identificados en la Tabla 1.

El reto, por tanto, no es partir de cero, sino articular y escalar lo que ya existe. La clave está en traducir estas capacidades educativas y de innovación en rutas formativas concretas (programas de *semiconductor engineering*, certificaciones en operación de *cleanrooms*, diplomados en IA aplicada a la manufactura avanzada, etc.) diseñadas en conjunto por universidades, CeNAT, INA y empresas tecnológicas. Solo con esa alineación fina entre la oferta y la demanda de talento, Costa Rica podrá sostener una participación estable en los eslabones de mayor valor agregado –OSAT, validación, servicios avanzados– en lugar de limitarse a ciclos de llegada y salida de grandes inversiones, como ha ocurrido en el pasado.

Estabilidad institucional y régimen de zonas francas

Costa Rica combina una larga tradición democrática, un Estado de derecho relativamente robusto y una política exterior previsiblemente alineada con el multilateralismo, atributos valorados por empresas que operan cadenas de suministro complejas y reguladas. Esta estabilidad institucional ha sido un factor clave para que el país sea percibido como socio confiable en proyectos de alta tecnología y en servicios globales de valor agregado, más allá de los ciclos políticos internos.

En el plano económico, el régimen de zonas francas se ha consolidado como el instrumento central de la estrategia de atracción de IED. De acuerdo con el análisis más reciente de PROCOMER, el régimen de zonas francas aporta alrededor del 15% del PIB, concentra cerca del 74% de la IED del país y generó en 2024 más de 265.000 empleos directos e indirectos, con una participación femenina cercana al 45% (PROCOMER, 2025). El informe “Zona Franca: 35 años construyendo valor para Costa Rica” documenta, además, la creciente diversificación sectorial del régimen hacia actividades intensivas en conocimiento, como dispositivos médicos, electrónica y servicios empresariales avanzados, que son precisamente los ecosistemas en los que se inserta la industria de semiconductores (PROCOMER, 2024).

Este andamiaje institucional no solo ofrece incentivos fiscales, sino también un marco regulatorio relativamente estable y predecible en materia de comercio exterior, normas de origen, reglas de juego para IED y relaciones laborales. Para una empresa que evalúa dónde ubicar actividades de ensamblaje, pruebas, validación o servicios de ingeniería asociados a semiconductores, la combinación de estabilidad política, seguridad jurídica y un régimen probado de zonas francas reduce el riesgo de country shock y facilita la toma de decisiones de inversión a 10-15 años.

A la vez, Costa Rica ha avanzado en la agenda de mejora regulatoria. La Ley N° 8220, Ley de Protección al Ciudadano del Exceso de Requisitos y Trámites Administrativos, establece la obligación de simplificar trámites, eliminar requisitos innecesarios y transparentar la normativa aplicable a ciudadanos y empresas, asignando al Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) el rol de órgano rector de la política de mejora regulatoria (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2002; MEIC, 2024). Si bien su implementación ha sido desigual, constituye una base legal relevante para seguir reduciendo la fricción regulatoria que enfrentan proyectos de alta tecnología –por ejemplo, en habilitación de infraestructura industrial, permisos ambientales y operación de salas limpias– y para acelerar procesos clave como el despliegue de redes 5G, que son un insumo estratégico para varios de los segmentos descritos en la Tabla 1.

En síntesis, el pilar institucional y el régimen de zonas francas ofrecen a Costa Rica un activo distintivo en la competencia por proyectos de nearshoring y friends-horing en el sector de semiconductores. No obstante, la gobernanza de este régimen debe seguir evolucionando: será necesario ajustar los instrumentos de promoción para priorizar inversiones que refuercen los eslabones donde el país tiene mayores ventajas relativas –OSAT, servicios de validación, analítica e IA para manufactura– y asegurar que las condiciones regulatorias y de infraestructura (incluida la agenda de 5G y energía, desarrollada en las secciones siguientes) estén alineadas con los requerimientos de esos segmentos. Tal como resume la Tabla 1, la estabilidad institucional y el régimen de zonas francas son condiciones necesarias, pero su impacto real dependerá de cómo se combinen con el capital humano especializado, la infraestructura tecnológica y los marcos de cooperación internacional.

Más allá de las condiciones de talento e institucionalidad, Costa Rica cuenta con una infraestructura científico-tecnológica que puede funcionar como columna vertebral del ecosistema de semiconductores. El actor clave en este ámbito es el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT, 2025).

Oportunidad para el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)

El Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT-CONARE) es el principal articulador de la infraestructura científico-tecnológica avanzada del país. Se trata de un órgano de coordinación interuniversitaria del Consejo Nacional de Rectores (CONARE) que integra laboratorios nacionales y programas especializados en áreas como la ciencia e ingeniería de materiales, la biotecnología, la informática, las tecnologías de la información, los procesos de manufactura avanzada, la gestión ambiental y la ciencia y la sociedad (CONARE, 2025). Esta posición le permite operar como una plataforma neutral entre universidades, el Estado y el sector productivo.

El CeNAT agrupa laboratorios nacionales con capacidades directamente relevantes para un ecosistema de semiconductores, entre los que destacan el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC), el Colaboratorio Nacional de Computación Avanzada (CNCA), el Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), el Laboratorio Nacional de Bioeconomía y Gestión Ambiental (LANBA), el Laboratorio PRIAS (CeNAT, 2025), entre otros. Recientemente, también se incorporó el Observatorio de Diplomacia Científica (ODIC), que, además de promover la colaboración internacional, respalda la Cátedra CeNAT e impulsa la difusión y divulgación de la ciencia y la tecnología avanzadas (CeNAT, 2025).

LANOTEC, por ejemplo, cuenta con equipamiento de caracterización de materiales tales como el de microscopía electrónica de barrido SEM, microscopía electrónica de transmisión TEM, espectroscopía fotoelectrónica de rayos X conocida como XPS, la microscopía de fuerza atómica AFM, técnicas espectroscópicas (FTIR, MicroRAMAN, UV-vis), mecánicas y térmicas (DSC, TGA, DMTA), goniometría, entre otras, así como capacidades de prototipado y de manufactura avanzada que ya se utilizan para apoyar al sector productivo en proyectos de nanomateriales, recubrimientos y dispositivos de alta precisión.

Desde la perspectiva de la cadena global de semiconductores, resumida en la Tabla 1, estas capacidades pueden convertirse en una ventaja decisiva para los segmentos en los que Costa Rica tiene mayor potencial de inserción: ensamblaje, empaque y prueba (OSAT), servicios de validación y testeo, mantenimiento de equipos de precisión y analítica/IA aplicada a la manufactura. Los laboratorios del CeNAT pueden funcionar como infraestructura compartida para (i) la caracterización avanzada de materiales y componentes, (ii) el desarrollo y la validación de procesos de empaquetado y de prueba, y (iii) el apoyo técnico a empresas OSAT y de manufactura avanzada que se instalen bajo el régimen de zonas francas.

Además, el CeNAT está bien posicionado para liderar la formación y el reclutamiento de talento especializado. Su articulación con las cinco universidades públicas y con programas de posgrado en ingeniería, ciencias físicas, química y computación le permite diseñar, junto con el INA y las empresas tecnológicas, rutas formativas específicas en áreas como la operación de salas limpias, la metrología de dispositivos, la confiabilidad de componentes electrónicos y el diseño de soluciones basadas en inteligencia artificial para la manufactura. La experiencia acumulada en proyectos de nanobiotecnología, sensores avanzados y prototipado rápido puede escalar a programas de capacitación orientados a los segmentos de la cadena semiconductor que se priorizan en la hoja de ruta.

Finalmente, el CeNAT es un candidato natural para albergar un laboratorio nacional de cadenas de valor tecnológicas –específicamente de semiconductores; su carácter interuniversitario, su capacidad de gestión de proyectos internacionales y su inserción en redes globales de investigación lo convierten en el espacio idóneo para monitorear tendencias tecnológicas, mapear capacidades nacionales, identificar brechas y coordinar iniciativas de diplomacia científica en torno a semiconductores, manufactura avanzada e inteligencia artificial. Aprovechar plenamente este rol implica fortalecer su financiamiento, dotarlo de mandatos claros vinculados a la política nacional de semiconductores y articularlo estrechamente con las agencias de atracción de inversión (COMEX, PROCOMER, CINDE) y con las instancias de política científica y tecnológica (MICITT, CeNAT-CONARE).

BRECHAS Y DESAFÍOS ESTRATÉGICOS

Las secciones anteriores muestran que Costa Rica cuenta con activos relevantes en talento, institucionalidad y régimen de zonas francas. Sin embargo, la posibilidad de consolidarse como nodo de nearshoring en semiconductores depende de enfrentar con realismo un conjunto de brechas estructurales. Estas brechas se ubican principalmente en tres planos: (i) escala industrial e infraestructura especializada, (ii) gobernanza y coordinación interinstitucional y (iii) riesgos geopolíticos y tecnológicos asociados a la energía, 5G y a la dependencia de decisiones externas.

Escala industrial e infraestructura especializada

El primer desafío no es la ausencia de talento ni de confianza país, sino la escala industrial y el nivel de especialización tecnológica requeridos por los eslabones de ensamblaje, empaque y prueba (OSAT) y por los servicios avanzados de validación. A diferencia de sectores como los dispositivos médicos, donde la base local instalada es significativa, Costa Rica todavía no dispone de parques industriales ni de capacidades “*fab-ready*” diseñadas específicamente para semiconductores.

Las operaciones OSAT demandan entornos controlados de alta exigencia (salas limpias típicamente de ISO Clase 5–6, equivalentes a los antiguos estándares Clase 100-1000), equipamiento de precisión para el empaquetado y las pruebas, y sistemas de trazabilidad digital de extremo a extremo para asegurar la calidad y el *yield* en tiempo real (American Cleanroom Systems, 2024; Cintas, 2025; SIA & BCG, 2021). Estas instalaciones tienen costos de capital y de operación elevados, y su viabilidad se justifica únicamente cuando existe un flujo estable de proyectos y una base de proveedores y de talento altamente especializado. Hoy, la infraestructura costarricense de manufactura avanzada se acerca a estos estándares en nichos específicos, pero aún no alcanza la masa crítica necesaria para un clúster OSAT a escala regional.

La experiencia de las economías pequeñas que han logrado posicionarse en el sector de los semiconductores confirma esta lógica. Singapur, por ejemplo, ha construido en décadas un ecosistema integrado que abarca desde el diseño hasta el empaquetado y la prueba, con más de nueve de las quince principales firmas globales

presentes en el país, apoyadas por una infraestructura industrial de primer nivel y una política activa de apoyo a la I+D y al talento (Singapore Economic Development Board [EDB], 2023; Singapore Economic Development Board [EDB], 2024). Malasia, por su parte, contribuye con aproximadamente un 13% del empaquetado y de la prueba global, apoyada en zonas industriales especializadas y en una estrategia nacional explícita para el sector eléctrico y electrónico (Reuters, 2025; MITI, 2023; Government of Malaysia, 2023).

En comparación, Costa Rica aún carece de una estrategia industrial específica para infraestructura semiconductor-ready que integre: parques tecnológicos con especificaciones de sala limpia, logística interna adecuada, disponibilidad garantizada de energía y agua para procesos intensivos y marcos normativos adaptados a los requerimientos ambientales y de seguridad de la industria. La Figura 1, en la sección 5, recoge precisamente esta brecha al plantear la necesidad de un núcleo de manufactura avanzada, respaldado por una base sólida de talento y energía limpia.

Gobernanza y coordinación interinstitucional

Un segundo desafío radica en la gobernanza del ecosistema. La fragmentación de responsabilidades entre ministerios (COMEX, MICITT, MEIC, MINAE), agencias de promoción (PROCOMER, CINDE), entes reguladores (SUTEL, ARESEP), universidades públicas y centros como el CeNAT genera riesgos de solapamientos, vacíos y falta de prioridades claras.

La evidencia internacional sobre nearshoring y relocalización en cadenas complejas muestra que los países

que logran capturar valor de forma sostenida tienden a crear agencias o task forces especializados con alto grado de coordinación público-privada. En el sudeste asiático, por ejemplo, la política industrial de Singapur y las estrategias recientes de Malasia en semiconductores combinan unidades estatales con autonomía técnica, paquetes de incentivos orientados a upgrading tecnológico y una gobernanza que integra inversión, talento, regulación e infraestructura bajo una hoja de ruta compartida (Singapore Economic Development Board [EDB], 2024; Government of Malaysia, 2023).

En Costa Rica, las iniciativas vinculadas con semiconductores –hoja de ruta de COMEX, esfuerzos de diplomacia científica, acciones del MICITT, planes de CeNAT y CeNAT-CONARE, programas de talento del PEN y de las universidades– siguen coexistiendo de forma relativamente dispersa y con distintos horizontes temporales. La propuesta de crear un Semiconductor Task Force y, más adelante, un Observatorio Nacional de Cadenas de Valor Tecnológicas en el CeNAT (sección 5) responde precisamente a esta brecha de coordinación: se requiere un espacio con mandato claro para articular decisión de política, atracción de inversión, talento e infraestructura en torno a un conjunto acotado de segmentos prioritarios de la cadena de semiconductores.

En este punto resulta útil introducir la Tabla 2 (no lo desarrollamos aquí porque ya lo definimos en la sección de estrategia): un resumen de las fases de la hoja de ruta y de las acciones clave, donde se cruza cada etapa (diagnóstico, capacidades, desarrollo industrial, diplomacia científica) con los actores responsables y los indicadores de éxito. Esa tabla permite transformar los

TABLA 2. FASES DE LA HOJA DE RUTA PARA EL ECOSISTEMA DE SEMICONDUCTORES EN COSTA RICA.

| Fase | Horizonte aproximado | Objetivo central | Acciones clave | Actores líderes principales |
|------|----------------------|---|--|--|
| 1 | 0-2 años | Definir foco y gobernanza | Crear Semiconductor Task Force; priorizar segmentos; mapa de capacidades y brechas; definir métricas | COMEX, MICITT, CeNAT CONARE, PROCOMER, MRREEC |
| 2 | 1-5 años | Formar y reconvertir talento especializado | Rutas formativas en semiconductores; uso intensivo de CeNAT y universidades; becas y pasantías internacionales; proyectos de I+D aplicados | CeNAT, universidades, INA, colegios científicos, PEN |
| 3 | 3-10 años | Desarrollar infraestructura y atraer IED de calidad | Parques semiconductor-ready; paquetes de incentivos alineados con CHIPS/EU Chips; resolver cuellos de energía y 5G | COMEX, PROCOMER, CINDE, ICE, MICITT, MIDEPLAN |
| 4 | 5-15 años | Consolidar posicionamiento y diplomacia científica | Observatorio de Cadenas de Valor en CeNAT; participación en redes internacionales; narrativa país “trusted partner” | CeNAT CONARE, MRREEC, COMEX, MICITT, BID, CAF |

Fuente: elaboración propia, (2025).

desafíos de gobernanza identificados en este apartado en un plan operativo verificable.

Riesgos geopolíticos y tecnológicos: 5G, energía y aranceles

El tercer bloque de desafíos es de naturaleza geopolítica y tecnológica. La estrategia costarricense de nearshoring en semiconductores se ve directamente afectada por decisiones tomadas fuera del país: cambios en la política industrial y arancelaria de Estados Unidos, tensiones tecnológicas con China y la evolución de los estándares de seguridad de la infraestructura digital crítica, como las redes 5G.

En el ámbito energético, Costa Rica ha sido históricamente un referente por su matriz eléctrica mayoritariamente renovable, con niveles de generación limpia cercanos al 99% en 2021-2022. Sin embargo, la combinación de sequías recurrentes y mayores demandas del sistema eléctrico ha reducido ese porcentaje por debajo del 90% en 2024, según datos de ICE y análisis recientes de la prensa especializada (ICE, 2025; Quesada, 2024; Capón, 2025). Esto no invalida la ventaja comparativa verde del país, pero sí subraya que la ampliación de clústeres intensivos en energía –como un eventual clúster de semiconductores e IA– requerirá inversiones significativas en generación y transmisión, así como una revisión honesta de los precios relativos y de la seguridad de suministro.

En el ámbito de la conectividad digital, la implementación de 5G ilustra otro cuello de botella. Costa Rica ha avanzado en licitaciones de espectro y pruebas de redes privadas, pero el proceso se ha visto obstaculizado por decisiones regulatorias que inicialmente excluyeron a proveedores chinos como Huawei, por medidas cautelares posteriores y por una licitación de espectro que apenas se consolida (Tico Times, 2023; DiploFoundation, 2023; SUTEL, 2024; García & Bodán, 2024). Diversos análisis comparativos muestran que Costa Rica es, de facto, el único país de América Latina que ha optado por una exclusión tan amplia de proveedores chinos en redes 5G, lo que la sitúa en una posición singular en la región (Carrelli, 2024).

Esta combinación de retraso relativo en el despliegue de 5G y alineamiento con las preocupaciones de seguridad de Estados Unidos y la Unión Europea tiene implicaciones directas para el ecosistema de semiconductores: por un lado, refuerza la imagen de Costa Rica

como socio confiable en términos de ciberseguridad; por otro, puede encarecer e incluso ralentizar la modernización de su infraestructura digital, generando una brecha frente a competidores regionales que avanzan con despliegues más rápidos y con estructuras de costos distintas.

Finalmente, la vulnerabilidad frente a decisiones de política comercial externa quedó evidenciada con el anuncio de nuevos aranceles estadounidenses del 15% sobre ciertas exportaciones costarricenses y con la decisión de Intel de cerrar de nuevo su planta de ensamblaje y prueba en el país, redirigiendo la producción hacia Malasia y Vietnam (Swissinfo, 2025; Infobae, 2025; Reuters, 2025; Murillo, 2025). Estos hechos subrayan una brecha estratégica central: Costa Rica no puede basar su estrategia de semiconductores únicamente en la presencia de una o dos empresas ancla ni en un entorno internacional estable. Requiere construir resiliencia mediante:

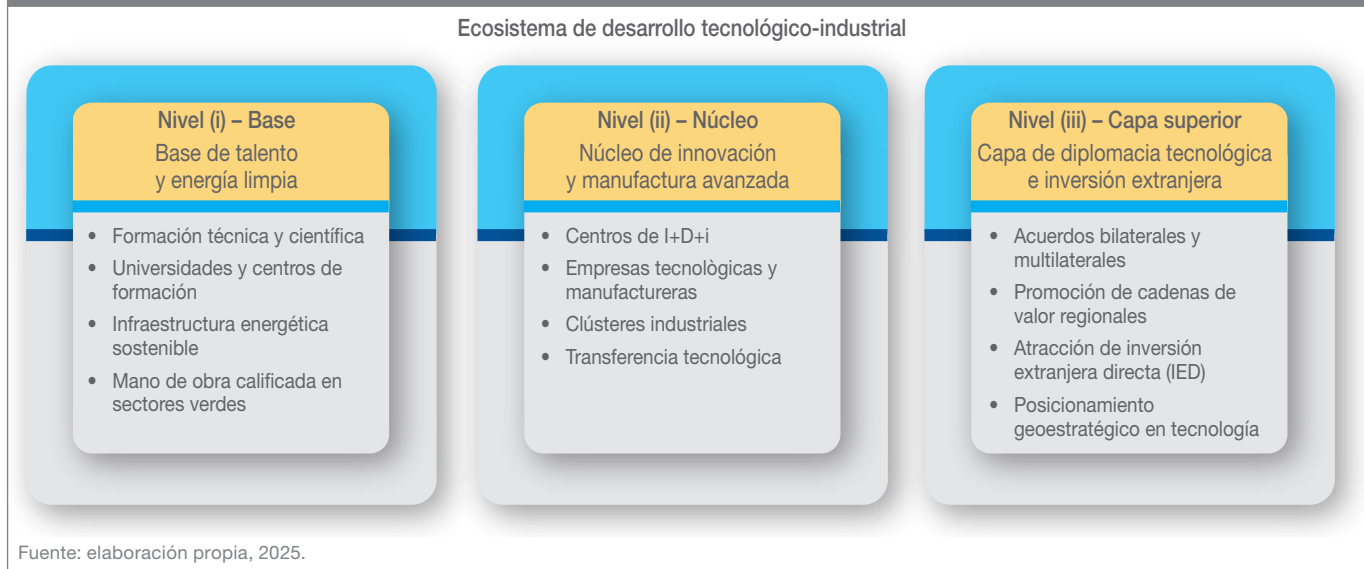
- Diversificación de socios y mercados;
- Fortalecimiento de capacidades locales (CeNAT, universidades, ecosistema emprendedor) para generar propiedad intelectual y servicios propios;
- Agenda de diplomacia científica y comercial capaz de anticipar y amortiguar los choques externos.

ESTRATEGIA Y HOJA DE RUTA PARA COSTA RICA

La evidencia revisada sugiere que Costa Rica no tiene sentido compitiendo en la fabricación de obleas a gran escala, pero sí en segmentos de la cadena de semiconductores donde su combinación de talento, estabilidad institucional y energía limpia puede convertirse en una ventaja comparativa: ensamblaje, empaque y prueba (OSAT), servicios de validación y testeo, mantenimiento de equipos de precisión, y soluciones de analítica e inteligencia artificial para manufactura avanzada.

La Hoja de Ruta para el Fortalecimiento del Ecosistema de Semiconductores en Costa Rica, elaborada por COMEX, ya constituye un primer marco interinstitucional, al articular a más de 20 entidades públicas, el sector privado y la academia en torno a una visión país (COMEX, 2024). Sin embargo, para que esta hoja de ruta se traduzca en proyectos concretos y

FIGURA 1. ECOSISTEMA ESTRUCTURADO EN TRES NIVELES INTERDEPENDIENTES



resultados medibles, es necesario estructurar un plan por fases, alineado con las tendencias globales de reconfiguración de cadenas de valor y con iniciativas como la CHIPS and Science Act de Estados Unidos y la European Chips Act, que buscan reforzar las cadenas de suministro de semiconductores y apoyarse en países aliados para reducir riesgos geopolíticos (Estevadeordal, 2024).

La Figura 1 resume esta visión: un ecosistema estructurado en tres niveles interdependientes –(i) base de talento y energía limpia, (ii) núcleo de innovación y manufactura avanzada, y (iii) capa de diplomacia tecnológica e inversión extranjera– conectados por flujos de I+D, certificación y cooperación internacional. Sobre esta base se propone una hoja de ruta en cuatro fases que se detalla a continuación.

Fase 1: Diagnóstico fino y priorización estratégica (0-2 años)

La primera fase es eminentemente organizativa y de enfoque. Aunque Costa Rica ya cuenta con un diagnóstico general y una hoja de ruta sectorial, falta aterrizar en un conjunto acotado de segmentos prioritarios, proyectos ancla y métricas de seguimiento.

En esta fase se propone la creación de una Semiconductor Task Force de alto nivel, liderada por COMEX y MICITT, e integrada por CeNAT-CONARE, PROCOMER, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (MRREEC), el INA, representantes

de las universidades públicas y del sector privado. Su mandato debería concentrarse en tres tareas:

- Definir los segmentos objetivo (OSAT, validación y testeo, mantenimiento de equipos, servicios de analítica e IA para manufactura) y los requisitos específicos de infraestructura, talento, regulación y financiamiento asociados a cada uno, utilizando como referencia la hoja de ruta de COMEX y los análisis comparados de BID, UNCTAD y CSIS sobre oportunidades de nearshoring en la región (Filippo *et al.*, 2022; COMEX, 2024; UNCTAD, 2024).
- Mapear capacidades y brechas: inventario de laboratorios y capacidades técnicas (CeNAT, universidades, empresas), infraestructura industrial y logística, talento disponible y en formación, marcos regulatorios críticos (trámites, ambiente, 5G, energía).
- Establecer métricas e hitos de corto plazo (2-3 años) alineados con la hoja de ruta nacional y con las oportunidades de cooperación derivadas de la CHIPS and Science Act y de las políticas de alianzas en semiconductores de Estados Unidos y de la Unión Europea (Estevadeordal, 2024).

Esta fase debe cerrar con un documento de priorización estratégica que deje claro qué segmentos se priorizan, qué tipo de proyectos se buscará atraer o desarrollar y con qué calendario tentativo, evitando la dispersión de

esfuerzos que ha limitado el impacto de otras agendas de especialización productiva en la región.

Fase 2: Talento, capacidades tecnológicas y transferencia (1-5 años)

El cuello de botella más crítico identificado en la literatura y en los diagnósticos nacionales no es la ausencia de educación superior, sino la insuficiente masa crítica de perfiles muy especializados en microelectrónica, empaquetado, metrología avanzada y operación de salas limpias (Santos Pasamontes & Durán-Monge, 2024). La segunda fase de la hoja de ruta debe centrarse en cerrar esta brecha mediante un programa agresivo de formación y recalificación.

En este punto, Costa Rica puede aprovechar tres palancas:

- Alianzas entre CeNAT, universidades públicas, INA y colegios científicos para diseñar rutas formativas específicas en ingeniería de semiconductores, operación de *cleanrooms*, confiabilidad de componentes electrónicos y analítica e IA aplicadas a la manufactura avanzada, utilizando la infraestructura de laboratorios de CeNAT (LANOTEC, CNCA, etc.) como plataforma práctica.
- Programas de formación dual y pasantías internacionales con centros de excelencia y empresas globales de la industria (por ejemplo, a través de acuerdos bilaterales, convenios con IMEC o TSMC, o esquemas de cooperación apoyados por el ITSI Fund de la CHIPS and Science Act, que ya ha incluido a Costa Rica entre los países socios beneficiarios de proyectos de fortalecimiento de ecosistemas tecnológicos)
- Uso estratégico de instrumentos de cooperación regional y multilaterales, incluyendo programas de CAF y BID sobre nearshoring y reconfiguración de cadenas de valor en América Latina, para financiar becas, estancias y proyectos de I+D orientados específicamente a semiconductores y manufactura avanzada (Estevadeordal, 2024; Filippo *et al.*, 2022).

Esta fase debería concretarse en objetivos medibles: número de graduados en programas específicos de semiconductores, número de personal certificado en la operación de salas limpias, número de investigadores

vinculados a proyectos de I+D en empaquetado y testeo, y número de técnicos formados en el mantenimiento de equipos de precisión.

Fase 3: Desarrollo industrial y atracción de IED de calidad (3-10 años)

Una vez claros los segmentos objetivo y en marcha los programas de talento, la tercera fase se centra en desarrollar infraestructura industrial especializada y atraer inversión extranjera directa (IED) alineada con esos segmentos, no cualquier IED.

La priorización aquí es doble:

- Parques tecnológicos semiconductor-ready: desarrollo de uno o dos parques industriales con especificaciones claras para actividades OSAT y servicios de validación: módulos con salas limpias escalables, acceso garantizado a energía de alta calidad (con contratos renovables de largo plazo), gestión de agua ultra pura y sistemas de tratamiento de efluentes, logística interna eficiente y conectividad de datos de alta capacidad. La experiencia de países como Singapur y Malasia muestra que este tipo de infraestructura, combinada con paquetes de incentivos bien diseñados, ha sido clave para captar y retener inversiones en empaquetado y prueba, e incluso en servicios de diseño y backend (Government of Malaysia, 2023).
- Atracción de IED ancla vinculada a marcos globales: enfocar la promoción en empresas que puedan beneficiarse de las cadenas de incentivos del CHIPS and Science Act y de la European Chips Act, que disponen de recursos para fortalecer la resiliencia de las cadenas de suministro mediante la colaboración con países aliados. Estados Unidos ha destinado US\$52,7 mil millones en subsidios y créditos para la manufactura y US\$13 mil millones para I+D y formación de talento en semiconductores, incluyendo un fondo específico de seguridad tecnológica internacional que ya ha anunciado su cooperación con Costa Rica, Panamá y otros países (U.S. Department of State, 2024; Semiconductor Industry Association, 2024).

En paralelo, esta fase debe integrar explícitamente los cuellos de botella energéticos y digitales señaladas

en la sección 4.3: diseñar esquemas de suministro eléctrico competitivos para proyectos intensivos en energía y acelerar la implementación de redes 5G industriales bajo criterios de seguridad y competitividad. Si estos temas no se abordan en esta fase, el riesgo es atraer proyectos que luego no puedan escalar debido a restricciones de infraestructura.

Fase 4: Consolidación, diplomacia científica y posicionamiento internacional (5-15 años)

La cuarta fase se orienta a consolidar a Costa Rica como nodo confiable y visible en la red global de semiconductores y de manufactura avanzada. Aquí, el foco ya no es solo atraer proyectos, sino anclar al país en redes de conocimiento, de gobernanza y de diplomacia tecnológica.

Un elemento central es la creación de un Observatorio Nacional de Cadenas de Valor Tecnológicas alojado en el CeNAT-CONARE, con mandato para: (i) monitorear tendencias tecnológicas y de mercado en semiconductores, IA y manufactura avanzada; (ii) mapear capacidades nacionales y proyectos en curso; y (iii) generar insumos para la política pública y la diplomacia científica. Esta función se conecta de forma natural con la Red de Diplomacia Científica para América Latina y el Caribe (DiploCientífica) y con la experiencia acumulada por el propio CeNAT y el Observatorio Nacional de Diplomacia Científica en Costa Rica (DiploCientífica, 2024; CeNAT, 2025).

En paralelo, se debe consolidar una estrategia de diplomacia científica y tecnológica que articule la política exterior con la agenda industrial y de innovación: participación activa en foros sobre cadenas de suministro, alianzas con la Unión Europea, Estados Unidos y Asia en temas de estándares, ciberseguridad y sostenibilidad en semiconductores, y uso inteligente de plataformas regionales como la CAF y el BID, que ya han colocado a las cadenas de valor y al nearshoring como ejes de sus informes estratégicos (Estevadeordal, 2024; Filippo *et al.*, 2024; UNCTAD, 2024).

Finalmente, es clave construir y comunicar una narrativa país creíble: Costa Rica como “*trusted semiconductor partner*”, no solo por su estabilidad política y su matriz eléctrica renovable, sino también por su capacidad para ofrecer talento especializado, infraestructura adecuada, gobernanza transparente y compromiso con la sostenibilidad. Esa narrativa debe

apoyarse en resultados concretos (proyectos OSAT, laboratorios acreditados, startups de IA industrial) y no en eslóganes.

En conjunto, las fases descritas conforman una hoja de ruta escalonada que abarca desde el diagnóstico fino hasta la diplomacia científica y el posicionamiento internacional. La Tabla 2 presenta esta hoja de ruta en formato sintético, cruzando cada fase con su horizonte temporal, su objetivo central, sus acciones clave y sus actores líderes, de manera que pueda utilizarse como insumo operativo para la planificación interinstitucional.

DISCUSIÓN CRÍTICA

El análisis precedente muestra que el “nearshoring” de semiconductores no es una bala de plata ni una simple extensión de la política de zonas francas, sino un proyecto-país de alta complejidad. La evidencia empírica reciente obliga a bajar la espuma: UNCTAD documenta que en 2024 las tendencias de nearshoring y friendshoring se revirtieron y que, en lugar de concentrar las cadenas en “socios cercanos”, las empresas volvieron a diversificar sus proveedores en múltiples regiones para reducir el riesgo (UNCTAD, 2024). Al mismo tiempo, la CEPAL muestra que la IED en América Latina y el Caribe aumentó 7,1% en 2024 (US\$188.962 millones), pero con flujos “nuevos” estancados y niveles todavía por debajo de los de la década de 2010, lo que refleja un interés limitado por atraer inversiones frescas a la región. Maloney subraya que, pese al discurso de friendshoring impulsado desde Washington, la región ha sido lenta en diseñar estrategias activas para capturar IED y convertirla en un salto de productividad, más allá del empleo y de los impuestos. En este contexto, la apuesta de Costa Rica por los semiconductores debe leerse como una ventana de oportunidad acotada en el tiempo, no como una tendencia garantizada.

En el ámbito de los semiconductores, además, la estructura tecnológica de la cadena global acota fuertemente lo que un país pequeño puede hacer en el frente de fabricación. El nuevo mapeo de la OCDE muestra que cerca del 90% de la capacidad mundial de *fabricación de wafer se concentra en cinco economías (China, Taipéi Chino, Corea, Japón y Estados Unidos) y que la sustitución entre fábricas es muy limitada: un*

fab optimizado para chips analógicos o de potencia no puede convertirse fácilmente para chips lógicos avanzados o de memoria (OECD, 2025). Paralelamente, el informe de CSIS sobre el papel de América Latina en la “desriesgación” de la cadena de semiconductores enfatiza que la oportunidad regional radica, sobre todo, en los segmentos de chips “legados” (*legacy chips*), en el ensamblaje, prueba y empaquetado (ATP) y en el suministro de minerales críticos, mientras la administración Trump evalúa nuevos aranceles sectoriales sobre semiconductores. Esto implica que, para Costa Rica, aspirar a *un front-end de nodos avanzados en el corto plazo es poco realista; la estrategia sensata es profundizar en ATP, diseño especializado, servicios de validación, pruebas de confiabilidad y soluciones integradas para electromovilidad, salud digital y manufactura avanzada, donde los costos de entrada son menores y el país ya cuenta con capacidades instaladas.*

Desde la perspectiva empresarial, los criterios que utilizan las compañías para decidir dónde invertir refuerzan esta lectura. El informe conjunto SIA-BCG identifica cinco factores críticos en las decisiones de localización: (i) costos de inversión y operación, (ii) talento y fuerza laboral, (iii) infraestructura física y de servicios (energía, agua, logística), (iv) entorno regulatorio y de propiedad intelectual, y (v) existencia de ecosistemas integrados y clústeres tecnológicos (Semiconductor Industry Association & Boston Consulting Group [SIA & BCG], 2024). Además, concluye que los incentivos fiscales, por sí solos, son insuficientes si no se acompañan de una estrategia de largo plazo, holística y específica para el sector. La hoja de ruta propuesta en la Tabla 2 –con fases de arranque, consolidación, escalamiento regional y diplomacia científica– va en la dirección correcta, pero su implementación exige traducir cada fase en compromisos operativos medibles: metas anuales de ingenieros y técnicos formados, inversiones concretas en capacidad eléctrica y gestión hídrica para sitios de alta demanda, estándares de tiempos de permisos y una gobernanza regulatoria que reduzca la fricción transaccional para proyectos de alta tecnología.

La Figura 1, que ubica a Costa Rica en eslabones específicos de la cadena global, debe usarse más como instrumento de priorización (“en qué dos o tres nodos queremos ser indispensables”) que como mero diagrama ilustrativo.

Un segundo ángulo crítico es la gobernanza tecnocientífica. La discusión internacional sobre seguridad económica y cadenas críticas –incluida la agenda de “economic security” de la OCDE aplicada al caso de los semiconductores– coincide en que las políticas de chips ya no son políticas sectoriales aisladas, sino paquetes integrados que combinan I+D, talento, comercio, control de exportaciones y diplomacia tecnológica. En Costa Rica, el país cuenta con una base institucional razonable (COMEX, PROCOMER, MICITT, CeNAT, CINDE, academia), pero fragmentada y con mandatos parcialmente superpuestos. Si la política de semiconductores se mantiene como una suma de iniciativas –zona franca, acuerdos bilaterales, proyectos puntuales de formación–, el resultado será una captura parcial de IED sin cambios estructurales. El CeNAT, en particular, solo tendrá impacto estratégico si deja de ser visto como “proveedor de servicios analíticos” y pasa a operar como orquestador de un ecosistema de I+D aplicada, prototipado, datos y talento especializado que alimente el *pipeline* de empresas ancla y proveedoras.

Finalmente, la evidencia regional recuerda que la IED, en sí misma, no corrige las brechas estructurales. La CEPAL insiste en que, para que la IED contribuya a superar la “triple trampa” de bajo crecimiento, alta desigualdad y débiles capacidades institucionales, debe integrarse explícitamente en las políticas de desarrollo productivo, con condiciones sobre los encadenamientos, la innovación y la sostenibilidad. Maloney enfatiza que el verdadero “test” del *nearshoring* será si los países logran usarlo como palanca de aprendizaje y de sofisticación productiva, y no solo como fuente de empleo relativamente calificado. Para Costa Rica, esto implica tomar en serio la agenda de equidad territorial y sostenibilidad: distribuir parte del nuevo empleo y de la infraestructura hacia regiones fuera del Valle Central, alinear los proyectos de semiconductores con compromisos climáticos y de gestión del agua, y evitar que el clúster reproduzca la lógica de un enclave desconectado del resto de la economía. La discusión crítica de este documento apunta precisamente a eso: a reconocer que el país tiene una ventana real para convertirse en nodo latinoamericano en segmentos específicos de la cadena de semiconductores, pero que dicha ventana solo se materializará si el “proyecto semiconductores” se gobierna como política de Estado, anclada en

capacidades propias y no solo en la coyuntura geopolítica de Estados Unidos.

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado muestra que el nearshoring de semiconductores abre una oportunidad real, pero acotada, para que Costa Rica escale en la economía del conocimiento. La combinación de talento relativamente sofisticado, matriz eléctrica mayoritariamente renovable, estabilidad institucional y un régimen de zonas francas probado constituye un punto de partida que pocos países de la región pueden exhibir. Al mismo tiempo, la estructura tecnológica y geopolítica de la cadena global de semiconductores limita el espacio de maniobra: no es realista competir en la fabricación de obleas en nodos avanzados, pero sí consolidar una inserción en ensamblaje, empaque y prueba, servicios de validación y confiabilidad, mantenimiento de equipos de precisión y soluciones de analítica e inteligencia artificial para manufactura avanzada.

En segundo lugar, el trabajo confirma que la principal restricción del país no es la ausencia de educación superior ni de instituciones básicas, sino la falta de una masa crítica de perfiles altamente especializados y de infraestructura “semiconductor-ready” a escala. El capital humano existente –universidades públicas, Sistema de Colegios Científicos, INA, CeNAT y programas territoriales como LINC y CECI– proporciona una base valiosa, pero aún insuficiente para sostener un clúster de ensamblaje y prueba y de servicios avanzados sin un esfuerzo deliberado de formación, recualificación y atracción de talento en microelectrónica, empaquetado, metrología avanzada, operación de salas limpias y analítica aplicada a manufactura. Sin ese salto cualitativo y cuantitativo en el talento, la ventana de oportunidad se reducirá a proyectos puntuales.

En tercer lugar, la experiencia internacional y el propio caso costarricense muestran que la gobernanza es tan determinante como los recursos. La captura sostenida de valor en semiconductores exige instancias con un mandato claro, capacidades técnicas sólidas y una coordinación estrecha entre la atracción de inversión, el talento, la infraestructura, la regulación y la diplomacia. En el caso de Costa Rica, la hoja de

ruta sectorial existente y el ecosistema institucional actual constituyen un buen punto de partida, pero siguen fragmentados. De ahí la necesidad de avanzar hacia un *Semiconductor Task Force* con poder real de coordinación y, posteriormente, hacia un Observatorio Nacional de Cadenas de Valor Tecnológicas alojado en el CeNAT, que articule información, prospectiva y decisiones de política en torno a un conjunto acotado de segmentos prioritarios.

Cuarto, la discusión evidencia que la estrategia de semiconductores no puede depender de una sola empresa ancla ni de un entorno geopolítico predecible. La trayectoria de Intel en el país, las decisiones arancelarias recientes de Estados Unidos y la posición singular de Costa Rica en materia de 5G ilustran la vulnerabilidad frente a choques externos. La respuesta estratégica no puede ser la queja, sino el refuerzo de la competitividad interna: acelerar la mejora regulatoria, revisar de forma realista la capacidad y el costo de la matriz energética para proyectos intensivos en electricidad, completar el despliegue de 5G con criterios de seguridad y eficiencia, reducir tiempos y riesgos en permisos e infraestructura, y construir un entorno que haga sentido económico a proyectos de largo plazo aun en escenarios internacionales adversos.

Por último, el valor estratégico del nearshoring de semiconductores para Costa Rica no debe medirse solo en empleo e inversión extranjera directa, sino también como palanca para un cambio estructural hacia una economía más intensiva en conocimiento, innovación y sostenibilidad. Esto implica vincular explícitamente la agenda de semiconductores con el desarrollo territorial, los compromisos climáticos y la política de ciencia, tecnología e innovación, de manera que los beneficios no queden confinados al Valle Central ni se limiten a actividades de ensamblaje de bajo contenido tecnológico. Costa Rica dispone de activos únicos para convertirse en un “socio confiable” en determinados eslabones de la cadena global de semiconductores; el reto es traducir esos activos en una estrategia país coherente, sostenida y adaptable, donde la ciencia, la tecnología y el desarrollo humano funcionen como columna vertebral de su inserción en la nueva geografía tecnológica global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Cleanroom Systems. (2024). *Cleanroom classifications & ISO standards*. <https://www.americancleanrooms.com/cleanroom-classifications/>
- Arrieta, E. (2025, 16 de septiembre). *Millonaria inversión de semiconductores en Costa Rica queda en pausa por políticas proteccionistas de Donald Trump*. *La República*.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2002). *Ley N.º 8220: Ley de protección al ciudadano del exceso de requisitos y trámites administrativos*. *La Gaceta* (N.º 49, Alcance 22, 11 de marzo de 2002).
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022, 7 de junio). *Nearshoring agregaría US\$78.000 millones en exportaciones de América Latina y Caribe* [Comunicado de prensa]. <https://www.iadb.org/es/noticias/nearshoring-agregaria-us78000-millones-en-exportaciones-de-america-latina-y-caribe>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *Nearshoring: Oportunidades para América Latina y el Caribe*. BID.
- Barría, C. (2025, 2 de abril). *¿Qué son los aranceles y por qué los está usando Trump?* *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/articles/cd9ln7p5kxxo>
- Brenes, M., & Cerdas, M. (2025, 24 de julio). *Intel Costa Rica: Momentos clave del origen, auge y cierres en la planta de Belén*. *La Nación*. <https://www.nacion.com/economia/intel-costa-rica-momentos-clave-del-origen-auge-y-YNHQ53GTJZCZTN6QQG3CJDHXUE/story/>
- Capón Brenes, S. (2025, 6 de febrero). *Generación eléctrica renovable cayó en 2024 por debajo del 90% por primera vez en 10 años*. *Delfino.cr*. <https://delfino.cr/2025/02/generacion-electrica-renovable-cayo-en-2024-por-debajo-del-90-por-primera-vez-en-10-anos>
- Carrelli, T. (2024, 16 de mayo). *Las subastas de 5G en Latinoamérica no vetan a Huawei como pedía Washington*. *Global Affairs, Universidad de Navarra*.
- Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT). (2025). *Sitio web institucional*. <https://www.cenat.ac.cr/>
- Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)-LANOTEC. (2025). *Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC)*. <https://lanotec.cenat.ac.cr/>
- Cintas. (2025, 17 de septiembre). *Understanding the different cleanroom classifications and their gowning needs*. <https://www.cintas.com/newsroom/details/news/2025/09/17/understanding-the-different-cleanroom-classifications-and-their-gowning-needs>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2025). *Foreign direct investment in Latin America and the Caribbean, 2025* (LC/PUB.2025/7-P/Rev.1). Naciones Unidas.
- CONARE. (2025). *Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)*. Consejo Nacional de Rectores. <https://www.conare.ac.cr/organizacion/programas/cenat/>
- Diplo Científica. (2024). *Red de Diplomacia Científica en América Latina y el Caribe*. <https://diplomaciacientifica.org>
- Diplo Foundation. (2023, 11 de septiembre). *Costa Rica's 5G network contract to exclude China due to cybersecurity regulations*. Digital Watch Observatory. <https://dig.watch/updates/costa-ricas-5g-network-contract-to-exclude-china-due-to-cybersecurity-regulations>
- Ellerbeck, S. (2023, 17 de febrero). *What is the difference between "friendshoring" and other global trade buzzwords?* *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/agenda/2023/02/friendshoring-global-trade-buzzwords>
- Estevadeordal, A. (2024). *Latin America in the new geometry of global supply chains*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF).
- European Union. (2023). *Regulation (EU) 2023/1781 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 establishing a framework of measures for strengthening Europe's semiconductor ecosystem (European Chips Act)*. *Official Journal of the European Union*, L 229.
- Filippo, A., Guaipatín, C., Navarro, L., & Wyss, F. (2022). *Cadena de valor de semiconductores: Estructura y perspectivas de cara al nuevo escenario global*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Filippo, A., Guaipatín, C., Navarro, L., Solís, G., & Wyss, F. (2024). *Semiconductores en Panamá: Claves para el desarrollo del ecosistema de la cadena global de valor de semiconductores en el país*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Semiconductores-en-Panama-claves-para-el-desarrollo-del-ecosistema-de-la-cadena-global-de-valor-de-semiconductores-en-el-pais.pdf>
- García & Bodán. (2024, 6 de noviembre). *Costa Rica's telecommunications authority resumes 5G spectrum auction*. García & Bodán.

- García, P. M., & López, A. (2021, 5 de febrero). *Foreign direct investment in Latin America and the new global outlook. Beyond Borders - Integration & Trade*, Inter-American Development Bank Blog. <https://blogs.iadb.org/integration-trade/en/foreign-direct-investment-in-latin-america-and-the-new-global-outlook/>
- Gereffi, G. (2018). *Global value chains and development: Redefining the contours of 21st century capitalism*. Cambridge University Press.
- Gereffi, G., & Fernández-Stark, K. (2016). *Global value chain analysis: A primer* (2nd ed.). Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University.
- Government of Malaysia. (2023). *New Industrial Master Plan 2030 (NIMP 2030): Electrical and electronics industry*. <https://www.nimp2030.gov.my>
- Infobae. (2025, 2 de agosto). *Costa Rica pidió a EE. UU. una “pausa” en el arancel del 15% mientras crece la inquietud del sector exportador*. Infobae América.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). (2025). *Informe anual de sostenibilidad energética*. ICE.
- Maloney, W. (2024, 19 de febrero). *How Latin America and the Caribbean can benefit from foreign direct investment and reshoring*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/stories/2024/02/latin-america-and-the-caribbean-reshoring/>
- Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones. (2024). *CECI y Laboratorios de Innovación Comunitaria (LINC)*. MICITT. <https://www.micitt.go.cr>
- Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica (COMEX). (2024). *Hoja de ruta para el fortalecimiento del ecosistema de semiconductores en Costa Rica* [Informe]. COMEX.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC). (2024). *Ley N.º 8220, “Ley de Protección al Ciudadano del Exceso de Requisitos y Trámites Administrativos”, y sus reformas* [Ficha de normativa]. <https://www.meic.go.cr>
- Ministry of Investment, Trade and Industry (MITI). (2023). *Electrical and electronics industry*. Government of Malaysia. <https://www.miti.gov.my/NIA/electrical-electronics.html>
- Murillo, Á. (2025, 2 de agosto). *La oposición de Trump a la “Ley Chips” golpea al sueño de Costa Rica de ser centro regional de esa tecnología*. El País América.
- OECD. (2025). *The chip landscape: Geographical distribution of wafer fabrication capacity* (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 188). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/02dbd028-en>
- Presidencia de la República de Costa Rica. (2024, 20 de junio). *MICITT, INDER y Promotora de Innovación unen esfuerzos para impulsar el desarrollo territorial con tecnología* [Comunicado]. <https://www.presidencia.go.cr>
- PROCOMER. (2024). *Zonas francas y atracción de inversión tecnológica en Costa Rica* [Informe]. PROCOMER.
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2024). *Zona Franca: 35 años construyendo valor para Costa Rica: Datos y análisis 2020-2024*. PROCOMER.
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2025, 21 de agosto). *PROCOMER presenta análisis del impacto del Régimen de Zonas Francas en la economía y sociedad costarricense* [Nota de prensa]. <https://procomer.com>
- Quesada Webb, A. (2024, 19 de enero). *El milagro verde de Costa Rica, ante el desafío de la sequía y la tentación de los combustibles fósiles*. El País - Proyecto Tendencias.
- Reuters. (2025, 21 de mayo). *Malaysia to offer incentives for its chipmaking industry, state media reports*. Reuters.
- Reuters. (2025, 24 de julio). *Intel cerrará planta en Costa Rica en próximos meses*. Reuters Latam.
- Santos Pasamontes, M., & Durán-Monge, E. (2024, 28 de mayo). *Talento calificado para aprovechar las oportunidades de fortalecer la industria de semiconductores en Costa Rica*. Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/talento-calificado-para-aprovechar-las-oportunidades-de-fortalecer-la-industria-de-semiconductores-en-costa-rica/>
- Semiconductor Industry Association. (2024). *CHIPS for America: Semiconductor supply chain investments* [Informe]. Semiconductor Industry Association.
- Semiconductor Industry Association, & Boston Consulting Group. (2021). *Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era* [Informe]. Semiconductor Industry Association.
- Semiconductor Industry Association, & Boston Consulting Group. (2024). *Attracting chips investment: Industry recommendations for policymakers* [Informe]. Semiconductor Industry Association.

- Singapore Economic Development Board (EDB). (2023). *Semiconductor: Innovating the future from Singapore*. <https://www.edb.gov.sg/en/our-industries/semiconductor.html>
- Singapore Economic Development Board (EDB). (2024, 20 de agosto). *What makes Singapore a prime location for semiconductor companies driving innovation?* <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/what-makes-singapore-a-prime-location-for-semiconductor-companies-driving-innovation.html>
- Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL). (2024). *Concurso espectro 5G*. <https://sutel.go.cr/pagina/concurso-espectro-5g>
- Swissinfo. (2025, 1 de agosto). *Costa Rica recibe con sorpresa la nueva tasa arancelaria del 15% anunciada por EE. UU.* SWI swissinfo.ch.
- The Tico Times. (2023, 8 de septiembre). *Costa Rica excludes China from 5G tech bidders*. <https://ticotimes.net>
- U.S. Department of State. (2024, 8 de julio). *International Technology Security and Innovation (ITSI) Fund: Partnerships with Costa Rica, Panama, Vietnam, Indonesia, the Philippines, and Mexico*. U.S. Department of State.
- UNCTAD. (2024). *Trade and Development Report 2024: Rethinking development in an age of discontent*. United Nations.
- UNCTAD. (2025, 14 de Marzo). *Global trade in 2025: Resilience under pressure*. UN Trade and Development.
- UNESCO. (2021). *UNESCO science report: The race against time for smarter development*. UNESCO Publishing.
- UNESCO Institute for Statistics. (2025). *Number of R&D researchers per million people* [Conjunto de datos]. (Datos procesados por Our World in Data).
- United States Congress. (2022). *CHIPS and Science Act of 2022 (Public Law 117-167)*. <https://www.congress.gov/117/plaws/publ167>
- World Economic Forum. (2023). *¿Qué es offshoring, nearshoring y reshoring - y cómo se beneficia un estado en México?* <https://es.weforum.org/stories/2023/01/explicado-que-es-offshoring-nearshoring-y-reshoring-y-como-se-beneficia-un-estado-en-mexico/>



HERRAMIENTA DE PLANEACIÓN PARA LA EFICIENCIA PROFESIONAL Y ESTRATÉGICA: UN ENSAYO CRÍTICO

Recibido: 4 de diciembre, 2025 • Revisado: 18 de diciembre, 2025 • Aceptado: 15 de enero, 2026

Carlos Segura, Henry Binns,
Fermín Medrano,
Scarlett Magdaleno y María Herrera

RESUMEN

Una planeación efectiva, organizada y estructurada, es fundamental para el desarrollo de operaciones empresariales y actividades personales. Por esta razón, con este estudio se busca responder la pregunta de investigación referente a conocer ¿Cuál herramienta simple se podría utilizar para la planeación eficiente de actividades? Para ello, mediante un diseño cualitativo y una estrategia investigativa vinculada a la Revisión Sistemática de Literatura, se obtendrá la información necesaria para desarrollar el presente trabajo. Como principal resultado está el desarrollar y presentar la herramienta correspondiente a la *“Planeación para la Secuencia de Ejecución y Control de Tareas (PSECT)”*, una alternativa realista y accesible tanto para profesionales como para trabajadores no calificados en lo que respecta a planeación de actividades. A nuestro entender, este es el primer estudio que aporta ideas innovadoras y originales a la literatura actual generando así un espacio de discusión en temas vinculados a la planeación. De igual manera, y con base al conocimiento actual sobre este tema, podemos decir que este es el primer trabajo que aporta a las organizaciones y profesionales una herramienta realista, simple y de fácil ejecución para su planeación y control de tareas.

Palabras claves: Planeación; Eficiencia profesional; Herramientas de planeación; Control estratégico.

ABSTRACT

Effective, organized, and structured planning is fundamental for the development of business operations and personal activities. For this reason, this study seeks to answer the following research question: What simple tool can be used for efficient activity planning? To achieve this, a qualitative research design completed by a systematic literature review will be used to obtain the necessary information for this work. The primary outcome of this study is the development and presentation of the *“Planning for Task Sequencing and Control (PSECT)”* tool, a realistic and accessible alternative for both professionals and unskilled workers in activity planning. In our view, this is the first study to contribute innovative and original ideas to the current literature, thus generating a space for discussion on topics related to planning. Likewise, based on current knowledge on this subject, we can say that this is the first work to provide organizations and professionals with a realistic, simple, and easy-to-implement tool for task planning and control. ning tool that contributes with a simple methodology for professional and strategic efficiency.

Keywords: Planning; Professional Efficiency; Planning Tools; Strategic Control.

Carlos Alb. Segura Villarreal - Instituto Tecnológico de Costa Rica e Investigador Asociado de LEAD University.

Henry Alb. Binns Hernández - Instituto Tecnológico de Costa Rica e Investigador Asociado de LEAD University.

Fermín Franco Medrano - Universidad Autónoma de Baja California, México e Investigador Asociado de LEAD University.

Scarlett Magdaleno-Gatica - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México e Investigador Asociado de LEAD University.

María F. Herrera Martínez - Queen Mary University of London, UK e Investigador Asociado de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto, se está en un mundo cada vez más dinámico, conectado e inestable desde todo punto de vista; cada día se generan nuevos problemas que los profesionales en el campo de la administración estratégica deben poder solucionar o, por lo menos, minimizar de manera objetiva (Hemmati & Adab, 2024). El “trazar o formar el plan de una obra” (Real Academia Española, 2021) en forma efectiva permitirá a los profesionales encargados del desarrollo de actividades, en el ámbito personal o administrativo, estar mejor preparados ante las variaciones del entorno en el cual se desempeñan (Santarsiero, 2023).

La secuencia de ejecución de las actividades que se deben desarrollar para alcanzar una meta propuesta debe ser planeada con eficacia y profesionalismo. Este acto de “planear” las actividades es, sin lugar a dudas, crítico en el ámbito estratégico y está directamente ligado al contexto de la administración efectiva y la calidad (Mohammad *et al.*, 2024). Con relación a esto, puede decirse que el objetivo más importante ejecutado por la administración es ser eficiente y efectiva en el uso y ejecución de los recursos para el logro de las metas en la organización. Es precisamente por el interés en alcanzar ese objetivo que los gerentes o directores deben seguir las cuatro funciones gerenciales: planear, organizar, dirigir y controlar (Jones & George, 2009).

Con base en lo anterior, la acción de “planear” encabeza la lista de actividades indispensables para el logro de las metas de una organización, lo cual fácilmente podría homologarse en el campo personal. No está de más recordar que estas funciones de la administración (Planear, Organizar, Dirigir y Controlar) fueron introducidas por primera vez alrededor de 1916 por Henry Fayol (Mintzberg, 1989).

Como ya se mencionó, la importancia de la planeación efectiva también se puede ver reflejada en la calidad. Ejemplo de esto es el “Ciclo de Shewhart para el aprendizaje y el mejoramiento” (Moen & Norman, 2010, p. 26), conocido comúnmente como el ciclo actualizado de mejora continua del Dr. Edwards Deming. En este ciclo, nuevamente la acción de “planear” encabeza la lista de actividades que buscan la mejora continua, reafirmando la importancia de la planeación estratégica efectiva.

Por otra parte, Mintzberg, Ahlstrand & Lampel (1998) señalan que “(...) somos las personas ciegas y

que la formación estratégica es nuestro elefante. Como nadie ha tenido la visión de ver a la bestia entera, todos se han apoderado de una parte u otra y han seguido en total ignorancia sobre el resto” (p. 3). Esa ignorancia es la que quizás ha impedido a muchos profesionales visualizar la posibilidad de integrar diversas metodologías o herramientas efectivas que puedan ser innovadoras, convirtiéndose de esta forma en una metodología o herramienta integral.

Por esta razón, es necesario contribuir con literatura que permita justificar la importancia del desarrollo de herramientas de planeación, contribuyendo de esta forma con una herramienta innovadora, la cual podría ayudar a tener control sobre la secuencia de ejecución de actividades de forma simple y ágil (Al-Kahtani *et al.*, 2024).

En este artículo se desarrollará una nueva herramienta para la planeación. Primero, se hará un análisis de la importancia de la planeación personal y de equipo; segundo, se analizarán las herramientas de planeación que sirvieron de base para el desarrollo de la propuesta; tercero, se expondrá el modelo de herramienta para la planeación; cuarto, se discutirá el diseño y funcionalidad del diseño previamente elaborado; y, por último, se presentarán las conclusiones, exponiendo así una herramienta de planeación que contribuye con una metodología simple para la eficiencia profesional y estratégica.

METODOLOGÍA

Este estudio aplica el enfoque cualitativo y de tipo descriptivo. Se basa en una metodología de apoyo asociada a una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) compuesta por cinco etapas. En la etapa 1 se realizó una búsqueda en la base de datos Web of Science mediante la siguiente cadena booleana: “*Refine results for strategic planning (All Fields) OR “PERT and CPM” (All Fields) AND planning tools (All Fields) and Article (Document Types) and English or Spanish (Languages) and 6.3.2 Innovation Strategies or 6.3.48 Organizational Behavior or 6.3.1691 Performance Management or 4.84.401 Manufacturing Scheduling (Citation Topics Micro) and 2024 or 2023 or 2022 or 1990 or 1992 or 1993 or 2005 (Publication Years)*”. Como parte de la etapa 2, se seleccionaron artículos clasificados como Q1 o Q2 dentro de la clasificación

de Scimago Journal & Country Rank, obteniéndose únicamente aquellos que cumplían con criterios específicos de alta calidad científica. Una vez seleccionadas estas revistas (Q1 y Q2), en la etapa 3 se procedió a revisar cuidadosamente los resúmenes, las discusiones y las conclusiones de los estudios, con el fin de garantizar su relación directa con el problema de investigación. Posteriormente, una vez identificados los artículos con relación directa con dicho problema, en la etapa 4 se llevó a cabo una revisión completa de los textos seleccionados. Finalmente, la etapa 5 consistió en la aplicación del muestreo de bola de nieve o muestreo de referencia en cadena, el cual, según Crawford (2025), constituye una práctica complementaria para asegurar la inclusión de documentos relacionados con la muestra final y fortalecer la calidad de la búsqueda original, corrigiendo en cierta medida la ambigüedad natural de algunas palabras clave (Crawford, 2025).

Para garantizar la fiabilidad, los artículos de la muestra final fueron analizados en su totalidad y de forma independiente por los autores, y se contó con la revisión de expertos externos para fortalecer el acuerdo interevaluador (Landis y Koch, 1977; McHugh, 2012; Crawford, 2025).

Posteriormente a la revisión sistemática y al análisis de experiencias, se evaluaron en la práctica la matriz de la administración del tiempo y los diagramas PERT y CPM (Forcael *et al.*, 2024; Ballesteros-Pérez, 2017; Bagshaw, 2021), con el propósito de identificar con claridad sus ventajas y desventajas, así como la forma en que sus principales componentes podrían integrarse en la propuesta de herramienta de planeación. De este modo, se reconoce que dichas herramientas influyeron de manera directa en el diseño del modelo propuesto. Una vez alcanzado un conocimiento teórico más amplio y una base conceptual más sólida sobre las necesidades y la importancia de la planeación y del diseño de una herramienta simple, se desarrolló el algoritmo correspondiente, se presentó un ejemplo de aplicación y se discutió la propuesta, lo que permitió formular las conclusiones del ensayo crítico.

IMPORTANCIA DE LA PLANEACIÓN PERSONAL Y DE EQUIPO

Es importante iniciar este apartado entendiendo qué es el proceso de planeación y cuáles son los pasos que deben seguirse para desarrollar dicho proceso. Al

respecto, Drucker (1974), citado por Jones y George (2009), señala que planear es precisamente el proceso mediante el cual los administradores pueden identificar, clasificar, organizar y seleccionar los recursos necesarios para que sea posible alcanzar los resultados deseados (p. 8).

Sin lugar a dudas, puede afirmarse que la planeación personal es un componente crítico en toda planeación. El factor humano es el que puede hacer que un proceso tenga éxito o no, ya que, si una persona se compromete a realizar una labor y no la cumple porque se presentó un imprevisto, porque la olvidó o porque decidió ejecutar otra actividad en lugar de la planeada, todo lo planificado pierde validez y se interrumpe el proceso. Son frecuentes expresiones como: “no alcanza el tiempo”, “existe desesperación y no se sabe por dónde empezar” o “se realizó primero lo que debía hacerse después”, entre muchas otras que, directa o indirectamente, reflejan una marcada ineficiencia y falta de disciplina para planear y administrar el tiempo de manera eficaz y eficiente. Con relación a este tema, Covey (2003) menciona que la administración del tiempo:

Suma a las generaciones precedentes la idea esencial de priorizar, de clarificar valores, de comparar la importancia relativa de las actividades, sobre la base de su relación con esos valores. Además, se centra en el establecimiento de metas, objetivos a largo, medio o corto plazo hacia los cuales se orientarán el tiempo y la energía, en armonía con los valores. También, incluye el concepto de la planificación diaria, del plan específico para alcanzar las metas y actividades a las que se atribuye mayor valía (p. 91).

Como se puede apreciar, la administración del tiempo personal es indispensable, ya que debe saberse cómo distribuir el tiempo entre lo que se desea a nivel personal, la familia, los amigos y el trabajo. Si no se es capaz de administrar eficazmente el tiempo y la secuencia de las actividades o responsabilidades que deben ejecutarse, es muy probable que surjan problemas con las personas del entorno e incluso a nivel individual. Debe recordarse que ser responsable y cumplir eficientemente con los compromisos proyecta una imagen positiva. Por el contrario, cuando se actúa con irresponsabilidad y no se cumple con lo prometido, disminuyen las posibilidades

de desarrollar proyectos conjuntos y se debilita el posicionamiento en el campo profesional.

No está de más mencionar que la responsabilidad y la puntualidad son valores que igualmente abren muchas puertas. En un equipo de trabajo, valores como estos son sumamente importantes, ya que, de no existir, se genera un ambiente inadecuado que pone en riesgo cualquier proyecto que se esté desarrollando o que se pretenda desarrollar.

En muchas ocasiones, el día a día genera mucha información, lo cual impide mantener un control estricto sobre las acciones que se planean en la vida personal u organizacional y, precisamente a raíz de ese control ineficiente o de la falta de una metodología de planeación clara y concisa, se dificulta alcanzar los resultados deseados (Al-Kahtani *et al.*, 2024).

Más allá de solucionar una situación, es importante que los profesionales o estrategias en el campo de la planeación puedan tener control sobre esta.

Estos deben tener una visión amplia, sin limitaciones ni restricciones de ningún tipo, que les permita mantener control sobre los resultados deseados. También debe recordarse que, por ejemplo, los artesanos se entrenan a sí mismos para interpretar aspectos que otros pasan por alto. Deben tener la capacidad de observar e interpretar las situaciones de su entorno para obtener, de una u otra manera, ventaja competitiva. Esto aplica de forma directa a los administradores de estrategia (Mintzberg, 1989).

Como responsables de la planeación, se debe tener conciencia del ambiente interno y externo al momento de establecer un plan, ya que la secuencia de ejecución de las tareas a nivel personal podría influir directa o indirectamente en la planeación general del equipo.

HERRAMIENTAS DE PLANEACIÓN QUE SIRVIERON DE BASE PARA EL DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Como manifiesta Segura (2020), existe una correlación directa entre la planeación y la toma de decisiones estratégicas. La razón es que, para afirmar que se están tomando decisiones estratégicas, se requiere previamente disponer de un plan estructurado que sirva de soporte para alcanzar ese estado estratégico. Sin una planeación eficiente y sin un control estructurado de la secuencia de actividades que deben realizarse, resulta imposible pensar en decisiones estratégicas

(Segura-Villarreal, 2022). Asimismo, es importante considerar que “uno de los principales retos del campo de la estrategia ha sido el desarrollo de herramientas que permitan apoyar el proceso de toma de decisiones estratégicas” (Pulgarín y Rivera, 2012, p. 92). En este punto cobra relevancia la innovación. Debe tenerse presente que los tipos de innovación que pueden identificarse son: innovaciones de producto, de proceso, organizativas y de mercadotecnia (OCDE y EUROSTAT, 2005, p. 23). Para el caso específico que se plantea en este ensayo, ello se enfoca como la innovación de una herramienta de planeación. Esta innovación se relaciona con la “búsqueda de productividad, calidad y velocidad [que] ha generado una cantidad extraordinaria de herramientas y técnicas de gestión (...)” (Porter, 1996, p. 101).

Debe considerarse que no se trata de aplicar herramientas por preferencia o facilidad de uso, sino de aplicar herramientas efectivas que contribuyan al logro de las metas mediante un crecimiento estratégico controlado y evolutivo.

En relación con lo mencionado, se debe tener en cuenta que:

El crecimiento estratégico resultó de una conciencia de las oportunidades y necesidades, creadas por el cambio de población, ingresos y tecnología, para emplear los recursos existentes o en expansión de manera más rentable. Una nueva estrategia requería una estructura nueva o al menos remodelada para que la empresa ampliada fuera operada eficientemente (Chandler, 1962, p. 15).

Al igual que la nueva estrategia requería esa nueva estructura para ser operada de manera eficiente, la metodología de planeación que se aplica para la ejecución de actividades requiere ser innovada para que sea posible tener un control efectivo sobre los resultados deseados de forma simple (Al-Kahtani *et al.*, 2024).

Siempre se debe tener en cuenta que, por ejemplo, para que una compañía mantenga su posición relativa, esta debe innovar continuamente. Su crecimiento y cambios deben ser constantes y rápidos (Ansoff, 1957).

Ese cambio necesario y urgente que muchas organizaciones requieren para poder alcanzar las metas propuestas debe girar en torno a la planeación y negociación estratégica que se esté desarrollando

(Segura-Villarreal, 2021). Al respecto, Armijo (2009), citado por Walter y Pando (2014), indica que la planeación estratégica es una herramienta de gestión que ayuda a los directivos en la toma de decisiones presentes y futuras, lo cual contribuye a que estén mejor preparados de una manera más eficaz y efectiva ante las situaciones cambiantes del mundo actual (p. 10).

Si bien es cierto, en las palabras de Pulgarín y Rivera (2012) se toma conciencia de que las organizaciones requieren herramientas de fácil aplicación y que generen un alto impacto (p. 92). También es importante que sean herramientas con buenas bases metodológicas, ayudando de esta forma a un proceso más flexible y controlado.

Por supuesto, existen algunas herramientas que pueden ayudar a controlar las actividades y, por ende, el tiempo. Un ejemplo podría ser la “Matriz de la Administración del Tiempo”, herramienta que sirvió de inspiración para la propuesta y la cual, según lo que indica la historia, fue creada por Dwight David Eisenhower, expresidente de los Estados Unidos de América en la década de los años cincuenta, quien era considerado un entusiasta de la gestión del tiempo. Sin embargo, esta matriz se hizo famosa por medio de Covey (2003) en su libro “Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva: la revolución ética en la vida cotidiana y en la empresa”.

Con la intención de asegurar que se conozca dicha matriz, seguidamente se presenta:

FIGURA 1. MATRIZ DE LA ADMINISTRACIÓN DEL TIEMPO

| | Urgente | No urgente |
|---------------|---|---|
| Importante | Por ejemplo: crisis, problemas apremiantes o proyectos cuyas fechas están por vencer. “Tareas por hacer” | Por ejemplo: Prevención de posibles riesgos, construir relaciones, reconocer nuevas oportunidades o planificación de tareas. “Tareas por planear” |
| No importante | Por ejemplo: interrupciones, algunas llamadas, correos, algunos informes, algunas reuniones, cuestiones inmediatas. “Tareas que se pueden delegar” | Por ejemplo: ajetreo inútil, algunas cartas, llamadas telefónicas, correos o actividades que no estaban programadas para realizar. “Tareas para no prestar atención” |

Fuente: elaboración propia a partir de Covey (2003), p. 92.

Como puede observarse, es una matriz sumamente sencilla de utilizar; se considera que puede ser aplicada en los casos en que no sea tan importante tener identificada la secuencia de ejecución de las actividades que se planean. Esta matriz es útil para poder clasificar las

actividades según su importancia y urgencia; no indica cuál es el orden en que deben ejecutar cada tarea para así maximizar el tiempo y ser más eficientes. Por ejemplo, al utilizar esta matriz se podrá escribir tres, cuatro, cinco o “n” tareas en el cuadrante de Importante-Urgente y se sabrá que son tareas urgentes e importantes que deben ejecutarse, pero no se sabrá cuál de esas tareas debe iniciarse primero.

Por otra parte, otras herramientas sobre las cuales se basó el desarrollo del modelo fueron el diagrama de PERT y el de CPM (Forcael *et al.*, 2024; Ballesteros-Pérez, 2017; Bagshaw, 2021), herramientas desarrolladas en los años 50 en los Estados Unidos de América.

En el caso del primero, el PERT, conocido en inglés como: Program Evaluation and Review Techniques, o en español como: Técnica de Revisión y Evaluación de Programas, es un algoritmo matemático que determina la secuencia en que se deben ejecutar las tareas de un plan específico, así como la duración total de dicho plan o proyecto. Este modelo se basa en tiempos probabilísticos, no en tiempos reales, lo cual lo diferencia del diagrama CPM, conocido en inglés como: Critical Path Method, o en español como: Método de la Ruta Crítica, diagrama que sí se basa en tiempos reales o en datos estadísticos. Ambos algoritmos son muy similares en su ejecución. Como bien lo menciona Munier (1983):

El método PERT se basa en la misma red o diagrama de flechas del CPM, construido de igual manera.

La diferencia consiste en que la duración de cada tarea se determina como un valor medio de tres estimaciones, llamadas tiempo optimista (t_o), tiempo pesimista (t_p) y tiempo normal (t_n). (p. 75)

A la hora de ser puesto en práctica por profesionales, una de las grandes limitantes que se pueden observar en el uso del diagrama de PERT o CPM es que requiere conocimiento técnico en matemáticas. Para poder desarrollar cualquiera de estos dos modelos de planeación, se necesitan realizar varios cálculos matemáticos, lo cual podría interpretarse como una barrera de entrada para aquellos profesionales que no están relacionados con las matemáticas o, en algunos casos, para usuarios que carecen de la habilidad mínima necesaria para desarrollarlo (personas no profesionales).

Es precisamente por estas dos situaciones –primero, que la matriz de la administración del tiempo no ofrece

una secuencia lógica de las actividades que se deben realizar y, segundo, la complejidad de los cálculos requeridos en cualquiera de estos dos algoritmos, PERT o CPM (Parimala *et al.*, 2024)– que se planteó la necesidad de crear una herramienta más simple de entender y de utilizar, que mantuviera la esencia de las herramientas descritas anteriormente, surgiendo de esta manera el modelo que se desarrollará más adelante.

Este modelo propuesto, a diferencia de los anteriores, busca que pueda ser utilizado por cualquier tipo de persona, sea profesional o no, sin necesidad de realizar cálculos complejos, sino simplemente colocando los datos en una hoja de Excel o, en su defecto, imprimiendo dicha hoja y escribiendo los datos a mano. Esto último puede resultar más tedioso; sin embargo, para personas no profesionales podría facilitar el acceso a una herramienta de planeación simple que ayudará en gran medida a la planeación de sus actividades personales o empresariales.

MODELO DE HERRAMIENTA PARA LA PLANEACIÓN

Desarrollo del modelo

La herramienta que ha sido diseñada, además de ayudar a clasificar las tareas por orden de importancia,

también permite identificar cuál es el orden o la secuencia en que debe ejecutarse cada una de las tareas o actividades programadas, contribuyendo de esta manera a una mayor eficiencia.

Es importante tener en consideración que en el archivo de Excel están predeterminadas las fórmulas respectivas. Para aquellas personas que no manejan Excel o no cuentan con el programa, se puede imprimir la **Tabla 1** y realizar todo el proceso de manera manual. Sin embargo, el uso de tecnologías hará más eficiente todo el proceso (Gandrita, 2024).

En la tabla que se presenta a continuación se podrá conocer dicha herramienta, la cual ha sido denominada: “PLANEACIÓN PARA LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS (PSECT)”.

Seguidamente se explica qué debe contener cada celda:

“**Tipo de Planeación**”: Acá se debe indicar si es una planeación meramente personal o de equipo. Se sabe que, si es de equipo, es porque se está planeando para un proyecto específico.

“**Otros detalles**”: En esta celda se detalla, por ejemplo, el período que se plantea ya sea del día X al día Y o de la semana X a la semana Y. También, en caso de ser una planeación de equipo, se puede agregar acá

TABLA 1. PLANEACIÓN PARA LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS (PSECT)

| TABLA 1. PLANEACIÓN PARA LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS (PSECT) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------|---|------|---|---------|------------|----------|-------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------|----|---------------|------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|--|
| Tipo de planeación: | | | Otros detalles: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | | | Revisado por: | | | | | | Aprobado por: | | | | | | | | | | |
| # | Responsable | Tarea o actividad por realizar | Tiempo de ejecución (minutos, horas o días) | | Jerarquía temporal Diferencia de tiempos | Grupo | | | ¿Se requiere para hacer otra tarea? | | ¿Para cuántas tareas se requiere? | ¿Requiere presencia en todo momento? | | Clasificación | Secuencia de ejecución | Criterio lógico | Criterio temporal | Secuencia final de ejecución | |
| | | | Estimado | Real | | Urgente | Importante | Flexible | Sí | No | | Sí | No | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total: | | | Notas: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % Consumido del tiempo total estimado | | | #¡DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia, 2025.

el nombre del proyecto. **“Elaborado por”**: Escribir el nombre de la persona que desarrolló esta herramienta. **“Revisado por”**: Escribir el nombre de quien revisó lo realizado. **“Aprobado por”**: En caso de ser un tipo de planeación de equipo, el desarrollo de esta herramienta debe ser revisado y aprobado por quien corresponda.

Si se trata de un tipo de planeación personal, no es necesario llenar el campo de **“Revisado por”** ni el de **“Aprobado por”**.

En la columna de **“#”**: Se deben enumerar las actividades o tareas. **“Responsable”**: Es la persona responsable de ejecutar la tarea. Téngase en cuenta que, si es un tipo de planeación personal, no es necesario completar este campo. **“Tarea o Actividad por realizar”**: Acá se debe detallar cuál es la tarea o actividad que se tiene que realizar.

“Tiempo de Ejecución”: En este campo, lo primero es identificar la unidad de medida del tiempo que será utilizada. Se debe indicar si son minutos, horas o días. Se aconseja utilizar cualquiera de estas tres, ya que, si se mencionan meses, trimestres u otros, el concepto se vuelve muy amplio.

Dentro de este mismo campo se incluyen **“Estimado”** y **“Real”**. En el tiempo **“estimado”** se debe colocar el tiempo estimado que se considera necesario para desarrollar la tarea o actividad. Este tiempo, una vez completada la columna, dará automáticamente la duración total de las tareas o bien del proyecto que se pretende desarrollar.

Se recomienda estimar tiempos realistas con inclinación hacia lo pesimista, ya que es preferible tardar menos de lo estimado que exceder lo previsto. Por otro lado, en el tiempo de ejecución **“real”** se debe colocar el tiempo que realmente se tardó en realizar la tarea o actividad. Este dato tiene dos objetivos. El primero es que, al ir registrando el tiempo real de cada actividad, se podrá identificar en cuál tarea se tardó más o menos tiempo en realizarla. De esta manera, si en una tarea se tardó más de lo previsto, se sabrá que ese tiempo adicional incrementará la duración total del proyecto. Con ello, al detectar que una tarea consumió, por ejemplo, 30 minutos adicionales, se podrá ajustar la ejecución de las siguientes tareas para recortar tiempos y cumplir con el total estimado.

El segundo objetivo de este dato es que permite, desde la perspectiva estratégica, saber en todo momento cuánto es el porcentaje (%) consumido del tiempo total

estimado del proyecto. Así, por ejemplo, si al anotar el tiempo real de ejecución de las tareas se observa que el porcentaje (%) consumido del tiempo total estimado del proyecto es superior a un valor específico, se podrán tomar decisiones. Para una mejor comprensión, si al llegar a la mitad de las tareas por realizar se han registrado los tiempos reales de ejecución de cada actividad o tarea y se observa que el porcentaje (%) consumido del tiempo total estimado del proyecto es superior al 50%, se podrá generar una alerta que provoque una reunión para reevaluar los tiempos estimados y, por supuesto, los recursos disponibles. Ese porcentaje de **“alerta”** debe ser definido por un responsable.

“Jerarquía temporal”: En esta columna se deberá asignar un orden de jerarquía a los tiempos estimados de ejecución para cada tarea; por lo tanto, la tarea con un tiempo estimado de ejecución menor deberá ser el número uno en el orden de jerarquía, mientras que a la tarea con el mayor tiempo estimado de ejecución deberá asignársele el número más grande en dicho orden.

“Diferencia de Tiempos” Esta es la resta del tiempo estimado menos el tiempo real. Si el resultado es positivo, quiere decir que se consumió menos tiempo del estimado; si el resultado es negativo, quiere decir que se consumió un mayor tiempo que el estimado para realizar esa actividad. Conocer este dato permitirá hacer los ajustes necesarios en el momento preciso.

“Grupo”: En este apartado se debe clasificar con precisión a qué tipo de actividad o tarea corresponde. Es necesario tener claridad sobre si se trata de una tarea urgente, importante o flexible. Lo que se requiere es marcar con una X u otra señal de verificación donde corresponda.

Es importante aclarar que por tarea **“Flexible”** se entiende aquella que no es importante ni urgente y que puede realizarse en cualquier momento. Este tipo de tarea puede eliminarse o aplazarse.

“¿Se requiere para hacer otra tarea?”: En este caso se debe determinar con exactitud si la tarea o actividad es necesaria para realizar otra tarea o actividad. Una vez definido, se marca la casilla correspondiente: **“Sí”** o **“No”**.

“¿Para cuantas tareas se requiere?”: En este punto se busca no solo saber si la tarea es requerida para otra tarea futura, sino también para cuántas tareas futuras se requiere. De esta manera, será posible determinar una secuencia final de ejecución de tareas con un orden lógico, ya que se reconoce que resulta más

razonable ejecutar primero una tarea que es necesaria para una mayor cantidad de tareas futuras. Por ejemplo, una tarea que se requiere para realizar otras cinco tareas deberá tener una prioridad mayor que una que solo se requiere para realizar otras tres tareas.

“¿Requiere presencia en todo momento?”: Esta pregunta busca dar a entender si es necesario que se esté presente en todo momento mientras se ejecuta la tarea. En otras palabras, indica que, para que la tarea se lleve a cabo, se requiere presencia permanente. Un ejemplo de tarea en la que sí se requiere presencia en todo momento son los servicios, por ejemplo: corte de cabello, consulta psicológica, consultoría, entre otras. Un ejemplo de tarea en la que no se requiere presencia en todo momento son aquellas en las cuales simplemente se llega, se prepara la actividad y se da la orden para iniciar, o bien, se enciende o se presiona el botón de inicio de una máquina.

“Clasificación”: Este código se obtiene de la Tabla 1-1A, “CRITERIOS PARA LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN”, y surge de los criterios seleccionados en las columnas de: “Grupo”, “¿Se requiere para hacer otra tarea?” y “¿Requiere presencia en todo momento?”.

Seguidamente se presenta dicha tabla:

| TABLA 1-1A. CRITERIOS PARA LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN | | | |
|--|--|---|---|
| Grupo | Primer criterio | Clasificación (Grupo + Primer criterio) | Segundo criterio |
| (1) Urgente | 1. Sí se requiere para hacer otra tarea y No requiere presencia en todo momento. | 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 | Si al asignar la “Secuencia” se Repite el tipo de clasificación, por ejemplo, que aparezca más de una vez la clasificación 1-1, se aplica este segundo criterio. En este caso se debe aplicar el mismo número de la secuencia de ejecución ya utilizado y luego al reordenar las tareas según la secuencia, estas que se repitieron, se ordenan por su <u>secuencia lógica y tiempo de duración, empezando así a ejecutar la de menor duración.</u> Nota: La secuencia lógica tiene prioridad aunque sea de mayor duración. |
| (2) Importante | 2. Sí se requiere para hacer otra tarea y No requiere presencia en todo momento. 3. No se requiere para hacer otra tarea y Sí requiere presencia en todo momento. | 2-1, 2-2, 2-3, 2-4 | |
| (3) Flexible | 4. No se requiere para hacer otra tarea y Sí requiere presencia en todo momento. | 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 | |

Fuente: elaboración propia, 2025.

Continúa con la columna de “Clasificación”, según se comentó anteriormente, con este código de

clasificación se pueden organizar las tareas o actividades en: urgentes, importantes o flexibles. Una vez clasificadas en el grupo que corresponde (números 1, 2 o 3), el análisis se enfoca en el **PRIMER CRITERIO**, el cual ayudará a identificar qué tipo de prioridad de ejecución se asignará (números de secuencia 1, 2, 3 y 4). Así, por ejemplo, si se tiene una actividad **URGENTE** que **SÍ** se requiere para realizar otra actividad y que **NO** requiere presencia del estratega en todo momento, corresponde a una actividad código 1-1. Esto indica que la actividad 1-1 debe realizarse o ejecutarse antes que una actividad código 1-3 o 1-4.

“Secuencia de Ejecución”: Este apartado está muy relacionado con el anterior (clasificación) por lo siguiente: **¿qué pasa si tenemos una clasificación 1-1, 1-4, 2-3, 2-1, 3-2?**, **¿en qué orden las ejecutamos?** En ese caso la secuencia de ejecución sería: 1-1 (1), 1-4 (2), 2-1 (3), 2-3 (4) y 3-2 (5).

Como se aprecia, con base a esta metodología, siempre se ejecutan las actividades o tareas en el siguiente orden: **Urgentes, Importantes, Flexibles.**

Ahora bien, **¿qué pasa si se tiene una clasificación 1-1, 1-1, 1-4, 2-3, 2-1, 3-2, 3-2?**, **¿en qué orden se ejecuta?** En ese caso la secuencia de ejecución sería:

1-1 y 1-1 (1), 1-4 (2), 2-1 (3), 2-3 (4) y 3-2 y 3-2 (5).

Como puede observarse, existen siete actividades, pero solo cinco “secuencias de ejecución (números entre paréntesis)”. Lo anterior se debe a que, al clasificarlas en urgentes, importantes y flexibles, las actividades o tareas de un mismo grupo (1, 2 o 3) y un mismo “PRIMER CRITERIO” serán agrupadas de la misma manera. De esta forma, se garantiza ejecutar primero las tareas según su nivel de importancia, su necesidad para permitir que otras tareas se desarrollen y si se requiere o no la presencia del responsable. Esto último es importante, dado que si se realizan primero las actividades en las que **NO** se necesita que el responsable esté presente en todo momento, estas podrán ejecutarse al mismo tiempo que el responsable desarrolla otras actividades.

Utilizando el ejemplo anterior, la clasificación hasta este momento sería: 1-1 y 1-1 (1), 1-4 (2), 2-1 (3), 2-3 (4), 3-2 y 3-2 (5).

Como se aprecia, las secuencias de ejecución 1 y 5 (números entre paréntesis) tienen cada una dos actividades, las 1-1 y las 3-2, respectivamente. Cuando esto ocurre, es decir, cuando se deben realizar dos o más

tareas al mismo tiempo, se debe aplicar el “SEGUNDO CRITERIO” (ver Tabla 1-1A), el cual indica: “Si al asignar la ‘Secuencia de Ejecución’ se repite el tipo de clasificación, por ejemplo, si aparece más de una vez la clasificación 1-1, se aplica este segundo criterio. En este caso, se debe aplicar el mismo número de la secuencia de ejecución ya utilizado y, luego, al reordenar las tareas según la secuencia, las que se repitieron se ordenan por su **secuencia lógica y tiempo de duración**”.

Debe tenerse siempre mucha precaución al momento de asignar los “grupos”, ya que un error en el tipo de grupo podría generar un error de secuencia. Un “error de secuencia” se refiere a que, por ejemplo, se indique que una actividad es flexible cuando realmente debería catalogarse como urgente o importante. De ello se tomará conciencia al momento de empezar a ejecutar las tareas, ya que podría notarse que debe realizarse la tarea 3 antes de la tarea 1. Cuando esto ocurra, se debe evaluar nuevamente la clasificación de los grupos 1, 2 y 3.

“**Criterio lógico**”: De la Tabla 1-1A se sabe que la secuencia lógica tiene prioridad; por lo tanto, si aparece que dos actividades deben realizarse al mismo tiempo, deberá ejecutarse primero aquella de la cual dependen más actividades futuras.

Por ejemplo, al tener dos actividades clasificadas como 1-1, se reconoce que ambas tienen la misma prioridad; entonces, es necesario tener en cuenta el número de actividades que dependen de cada una. Si una tiene 3 actividades dependientes y la otra tiene 5, resulta más razonable realizar primero la actividad de la cual dependen 5 actividades.

De esta forma, aunque ambas tengan clasificación 1-1, al considerar la secuencia lógica es posible determinar cuál tiene prioridad de ejecución y actualizar la secuencia de ejecución.

“**Criterio temporal**”: Si, después de aplicar el criterio lógico, la secuencia de ejecución sigue mostrando actividades que deben realizarse al mismo tiempo, es necesario aplicar el criterio temporal. En este criterio se debe considerar el tiempo de ejecución de la actividad: si requiere menor tiempo de ejecución, tendrá prioridad sobre otra que requiera más tiempo.

“**Secuencia final de ejecución**”: Finalmente, después de aplicar el criterio temporal, se habrá obtenido la secuencia final de ejecución.

“**Nota**”: Este espacio es para anotar cualquier tipo de información adicional que se considere oportuna.

Planteamiento algorítmico del modelo

Si se desea aplicar el modelo de manera automática, por ejemplo, implementarlo mediante una hoja de cálculo, se puede seguir el siguiente algoritmo.

Después de llenar completamente la tabla hasta la columna que corresponde a la pregunta “¿Requiere presencia en todo momento?” Es posible comenzar a implementar el algoritmo propuesto a continuación con la información proporcionada por el usuario.

Para calcular los valores de la columna “**Clasificación**” se decidió asignar valores numéricos a cada posible grupo. Asignando el valor numérico de 10 a **Urgente**, 20 a **Importante** y 30 a **Flexible**.

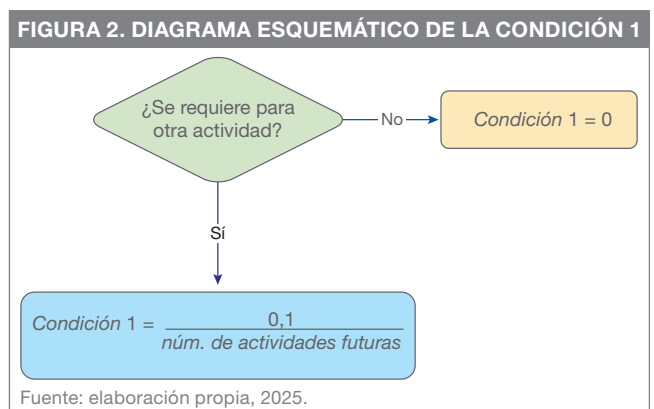
Ahora, para aplicar el primer criterio es necesario utilizar condicionales los cuales asignen el valor numérico de 1, 2, 3 o 4 según corresponda de acuerdo a lo observado en la Tabla 1-1A.

Finalmente, la columna “**Clasificación**” será la suma del valor numérico asignado al grupo, más el valor correspondiente al primer criterio.

Posteriormente, se determina la columna “Secuencia de ejecución” para la clasificación obtenida, debiéndose ejecutar las actividades de manera ascendente.

A pesar de haber aplicado el primer criterio habrá la posibilidad de que haya actividades que coincidan en el orden de ejecución, por lo que se debe implementar el criterio lógico. Para esto deberá aplicarse la condición llamada “Criterio lógico” para las actividades con secuencia repetida.

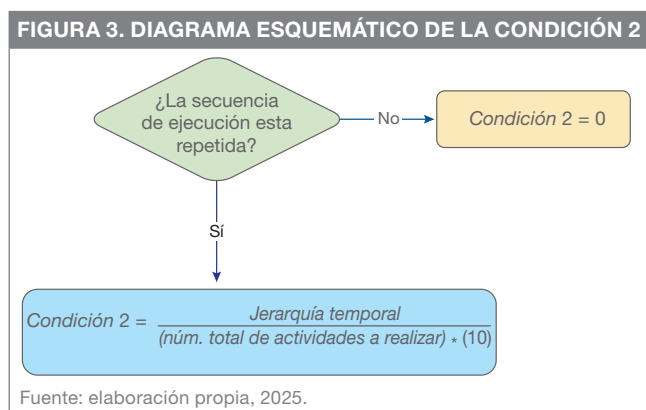
Para obtener los valores de la columna “Criterio lógico” se deben sumar los valores numéricos calculados en la columna “Clasificación” más el valor de la variable “Condición 1”. Esta última variable deberá obtenerse mediante condicionales como se muestra en el diagrama de la **Figura 2** a continuación.



En este se observa que, si la tarea no es requerida para alguna otra actividad, se le asigna un valor de cero a la variable; mientras que, si la tarea es requerida para otras actividades, el valor de la variable “Condición 1” se determinará mediante la siguiente expresión matemática.

$$\text{Condición 1} = \frac{0,1}{\text{núm. de actividades futuras}} \quad (1)$$

De la expresión anterior se observa que, si la tarea se requiere para realizar un mayor número de actividades futuras, entonces “Condición 1” tendrá un valor más pequeño; mientras que, si la tarea es requerida para pocas actividades futuras, la variable “Condición 1” tendrá un valor más grande. Recordando que las actividades con un valor de clasificación menor tienen prioridad de ejecución sobre aquellas con un valor de clasificación mayor –es decir, una clasificación 1-1 tiene prioridad de ejecución frente a una 3-4–, la Ecuación #1 permitirá identificar el nuevo orden de ejecución considerando una secuencia lógica, para evitar tareas con el mismo orden de ejecución. Después de haber aplicado el criterio lógico, seguirá existiendo la posibilidad de que algunas actividades coincidan en el orden de ejecución, por lo que se debe implementar el criterio temporal. Para ello deberá aplicarse la condición “Condición de tiempo” a las actividades con secuencia repetida.



Para obtener los valores de la columna “Criterio temporal” se deben sumar los valores numéricos calculados en la columna “Criterio lógico” más el valor de la variable “Condición 2” dada por la siguiente expresión matemática.

$$\text{Condición 2} = \frac{\text{Jerarquía temporal}}{(\text{núm. total de actividades a realizar}) * (10)} \quad (3)$$

Para obtener la expresión anterior, es necesario dividir el valor de la columna “Jerarquía temporal” sobre el número total de actividades en la lista del usuario multiplicadas por 10. Esto último con la finalidad de sumar un valor no mayor a 0,1, evitando así que la clasificación final brinque de jerarquía.

Finalmente, se deberá ordenar la lista de actividades de acuerdo a la secuencia final de ejecución. Para esto, se deberá determinar el orden de jerarquía ascendente de la columna “Criterio temporal”, mediante el cual se deberá identificar el valor más pequeño de la columna “Criterio temporal” y asignarle el primer lugar de ejecución. Después, tomar el siguiente valor más pequeño y asignarle el segundo lugar de ejecución y continuar así sucesivamente hasta asignarle un valor final de ejecución a todos los valores.

Ejemplo de aplicación

Para asegurar una mejor comprensión de lo expuesto hasta este momento, se presenta el siguiente ejemplo. Takahashi es un joven universitario que necesita planear las tareas que debe realizar el lunes de la próxima semana; dado esto, se tiene que se trata de un “tipo de planeación” PERSONAL. En “otros detalles” se especifica que dicha planeación corresponde al día lunes (si se desea, puede ser más específico y detallar la fecha). Se tienen seis tareas que deben realizarse, las cuales están escritas de manera aleatoria; en otras palabras, Takahashi las registró conforme fue recordando lo que debía realizar ese día lunes.

Por otra parte, Takahashi estimó que preparar el desayuno y comer le tomaría unos 30 minutos; ordenar los documentos, 60 minutos; realizar su exposición, otros 60 minutos; hacer su presentación, 90 minutos; estudiar para preparar su presentación y poder exponer de la mejor manera, 240 minutos (4 horas); y, por último, estimó que lavar el uniforme que necesita para su exposición le tomaría 30 minutos. En total, Takahashi sabe que el día lunes de la próxima semana realizar todas estas actividades le tomará aproximadamente 510 minutos, unas 8,5 horas (510/60). En otras palabras, Takahashi pasará todo el día lunes ocupado.

TABLA 1-1B. EJEMPLO DE SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS

| Tipo de planeación: | | Personal | Otros detalles: | | | Día Lunes | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------|---------------|----------|-------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------|----|---------------|------------------------|-----------------|------------------------------|---|
| Elaborado por: | | Takahashi | Revisado por: | | | Aprobado por: | | | | | | | | | | | |
| # | Responsable | Tiempo de ejecución (Minutos) | | Diferencia de tiempos | Grupo | | | ¿Se requiere para hacer otra tarea? | | ¿Para cuántas tareas se requiere? | ¿Requiere presencia en todo momento? | | Clasificación | Secuencia de ejecución | Criterio lógico | Secuencia final de ejecución | |
| | | Estimado | Real | | Urgente | Importante | Flexible | Sí | No | | Sí | No | | | | | |
| 1 | | Preparar desayuno y comer | 30 | 20 | 10 | X | | | X | | 5 | X | | 12 | 12,02 | 12,02 | 2 |
| 2 | | Ordenar los documentos | 60 | 90 | -30 | | | X | | X | 0 | X | | 34 | 34 | 34 | 6 |
| 3 | | Exponer | 60 | 60 | 0 | | X | | | X | 0 | X | | 24 | 24 | 24 | 5 |
| 4 | | Hacer presentación | 90 | 60 | 30 | X | | | X | | 1 | X | | 12 | 12,1 | 12,1 | 4 |
| 5 | | Estudiar | 240 | 300 | -60 | X | | | X | | 2 | X | | 12 | 12,05 | 12,05 | 3 |
| 6 | | Lavar el uniforme | 30 | 30 | 0 | X | | | X | | 1 | | X | 11 | 11,1 | 11,1 | 1 |
| Total: | | | 510 | 560 | Notas: | | | | | | | | | | | | |
| % Consumido del tiempo total estimado | | | 109,80% | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia, 2025.

Takahashi, con el objetivo de saber qué actividades debe realizar primero, procedió a clasificarlas según su importancia (urgente, importante o flexible), según su necesidad para poder realizar otra tarea y si eran tareas que demandaban su presencia en todo momento o no. Luego de haberlas clasificado según los criterios anteriores, o bien, con base en el PRIMER CRITERIO de la 1-1A, llegó a la siguiente clasificación en la Tabla 1-1B-1:

Como puede observarse, la tarea seis tiene una clasificación 1-1, la cual corresponde a una clasificación

1-1 según el primer criterio de la Tabla 1-1A. La tarea uno, cuatro y cinco tienen clasificación 1-2; la tarea tres posee una clasificación 2-4 y, por último, la tarea dos dispone de una clasificación 3-4.

Esto indica a Takahashi que debe iniciar primero realizando la tarea correspondiente a lavar el uniforme; luego debe preparar el desayuno y comer, hacer la presentación y estudiar, estas tres tareas al mismo tiempo. Lo anterior se debe a que tienen el mismo tipo de clasificación "1-2". Cuando esto ocurre, en otras palabras, cuando se deben realizar más de dos tareas

TABLA 1-1B-1. CLASIFICACIÓN Y SECUENCIA DE EJECUCIÓN DEL EJEMPLO 1-1B

| # | Tarea o actividad por realizar | Grupo | | | ¿Se requiere para hacer otra tarea? | | ¿Requiere presencia en todo Momento? | | Clasificación | Secuencia de ejecución |
|---|--------------------------------|---------|------------|----------|-------------------------------------|----|--------------------------------------|----|---------------|------------------------|
| | | Urgente | Importante | Flexible | Sí | No | Sí | No | | |
| 1 | Preparar desayuno y comer | X | | | X | | X | | 12 | 2 |
| 2 | Ordenar los documentos | | | X | | X | X | | 34 | 4 |
| 3 | Exponer | | X | | | X | X | | 24 | 3 |
| 4 | Hacer presentación | X | | | X | | X | | 12 | 2 |
| 5 | Estudiar | X | | | X | | X | | 12 | 2 |
| 6 | Lavar el uniforme | X | | | X | | | X | 11 | 1 |

Fuente: elaboración propia, 2025.

TABLA 1-1B-2. RECLASIFICACIÓN Y SECUENCIA FINAL DE EJECUCIÓN DEL EJEMPLO 1-1B

| Tipo de planeación: | | Personal | Otros detalles: | | | | | Día Lunes | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------|------|-----------------------|---------|------------|---------------|-------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------|----|---------------|------------------------|-----------------|------------------------------|
| Elaborado por: | | Takahashi | Revisado por: | | | | | Aprobado por: | | | | | | | | | |
| # | Responsable | Tarea o actividad por realizar | Tiempo de ejecución (Minutos) | | Diferencia de tiempos | Grupo | | | ¿Se requiere para hacer otra tarea? | | ¿Para cuántas tareas se requiere? | ¿Requiere presencia en todo momento? | | Clasificación | Secuencia de ejecución | Criterio lógico | Secuencia final de ejecución |
| | | | Estimado | Real | | Urgente | Importante | Flexible | Sí | No | | Sí | No | | | | |
| 6 | | Lavar el uniforme | 30 | 30 | 0 | X | | | X | | 1 | | X | 11 | 11,1 | 11,1 | 1 |
| 1 | | Preparar desayuno y comer | 30 | 20 | 10 | X | | | X | | 5 | X | | 12 | 12,02 | 12,02 | 2 |
| 5 | | Estudiar | 240 | 300 | -60 | X | | | X | | 2 | X | | 12 | 12,05 | 12,05 | 3 |
| 4 | | Hacer presentación | 90 | 60 | 30 | X | | | X | | 1 | X | | 12 | 12,1 | 12,1 | 4 |
| 3 | | Exponer | 60 | 60 | 0 | | X | | | X | 0 | X | | 24 | 24 | 24 | 5 |
| 2 | | Ordenar los documentos | 60 | 90 | -30 | | | X | | X | 0 | X | | 34 | 34 | 34 | 6 |
| Total: | | | 510 | 560 | Notas: | | | | | | | | | | | | |
| % Consumido del tiempo total estimado | | | 109,80% | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia, 2025.

al mismo tiempo (todas están ordenadas como segunda tarea por realizar), se debe aplicar el SEGUNDO CRITERIO (ver Tabla 1-1A) mediante las condiciones 1 y 2 (ver Figuras 2 y 3). En este caso, las condiciones reclasifican las tareas por secuencia lógica y tiempo de duración, quedando de esta manera el planteamiento en la Tabla 1-1B-2:

Al aplicar la primera condición, se busca clasificar las tareas con secuencias repetidas de forma lógica, de acuerdo con el número de tareas futuras que dependen de ellas. Así, preparar el desayuno y comer deben realizarse antes que hacer la presentación y estudiar, ya que esta tarea debe completarse antes que el resto de las actividades (5 tareas). Del mismo modo, se observa que estudiar es necesario para llevar a cabo las dos actividades siguientes: hacer la presentación y exponer. Bajo este criterio, se resuelve el empate y las tres tareas deben realizarse en el siguiente orden: preparar el desayuno y comer, estudiar y hacer la presentación.

Además, cabe destacar que, en caso de aplicar la primera condición y surgir otro empate, la segunda condición se encargará de resolverlo según la jerarquía temporal, dándole prioridad a la tarea de menor duración.

Ahora puede afirmarse que Takahashi tiene su planeación bien estructurada; ya se sabe en qué orden

debe ejecutar las tareas del próximo lunes e incluso podría diseñar estrategias. De esta forma, Takahashi primero lavará el uniforme antes que preparar el desayuno y comer; esto se debe a que, para lavar el uniforme, simplemente debe colocarlo en la lavadora, colocar jabón y presionar el botón de inicio. Luego de esto, el uniforme se lava automáticamente; de esta manera, mientras se está lavando el uniforme, Takahashi podrá al mismo tiempo preparar su desayuno y comer. Al terminar de comer, deberá estudiar la información para poder preparar su presentación de la mejor manera y así poder exponer con conocimiento objetivo. Ya terminada su exposición, podrá ordenar los documentos, concluyendo así todas las tareas o actividades que tenía programadas para el día lunes. Es importante entender que toda esta planeación permitirá a Takahashi organizarse mejor, pudiendo así disfrutar de su tiempo libre o saber de qué forma comprometerse en otras actividades.

Para continuar, se presenta la Tabla 1-1B luego de que Takahashi terminó su planeación personal.

Ahora bien, supongamos que ya llegó el día lunes que Takahashi había planeado (ver Tabla 1-1B-3). Cuando inicia el día, él empieza ejecutando las tareas según el orden o secuencia de ejecución previamente

TABLA 1-1B-3. EJEMPLO DE SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS “FINALIZADO”

| TABLA 1-1B-3. EJEMPLO DE SECUENCIA DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE TAREAS “FINALIZADO” | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------------------|-------------------------------|------|-----------------------|---------|------------|---------------|-------------------------------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------|----|---------------|------------------------|-----------------|------------------------------|
| Tipo de planeación: | | | Personal | | Otros detalles: | | | Día Lunes | | | | | | | | | |
| Elaborado por: | | | Takahashi | | Revisado por: | | | Aprobado por: | | | | | | | | | |
| # | Responsable | Tarea o actividad por realizar | Tiempo de ejecución (Minutos) | | Diferencia de tiempos | Grupo | | | ¿Se requiere para hacer otra tarea? | | ¿Para cuántas tareas se requiere? | ¿Requiere presencia en todo momento? | | Clasificación | Secuencia de ejecución | Criterio lógico | Secuencia final de ejecución |
| | | | Estimado | Real | | Urgente | Importante | Flexible | Sí | No | | Sí | No | | | | |
| 1 | | Preparar desayuno y comer | 30 | 20 | 10 | X | | | X | | 5 | X | | 12 | 12,02 | 12,02 | 2 |
| 2 | | Ordenar los documentos | 60 | 90 | -30 | | | X | | X | 0 | X | | 34 | 34 | 34 | 6 |
| 3 | | Exponer | 60 | 60 | 0 | | X | | | X | 0 | X | | 24 | 24 | 24 | 5 |
| 4 | | Hacer presentación | 90 | 60 | 30 | X | | | X | | 1 | X | | 12 | 12,1 | 12,1 | 4 |
| 5 | | Estudiar | 240 | 300 | -60 | X | | | X | | 2 | X | | 12 | 12,05 | 12,05 | 3 |
| 6 | | Lavar el uniforme | 30 | 30 | 0 | X | | | X | | 1 | | X | 11 | 11,1 | 11,1 | 1 |
| Total: | | | 510 | 560 | Notas: | | | | | | | | | | | | |
| % Consumido del tiempo total estimado | | | 109,80% | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia, 2025.

definido (# de tarea y secuencia de ejecución coinciden) y va colocando el “tiempo de ejecución real” que le tomó realizar la tarea; de esta forma, Takahashi podrá contar con un dato real que le permitirá planear mejor en futuras ocasiones.

En la Tabla 1-1B-3, específicamente en las columnas de “Tiempo de Ejecución” y “Diferencia de Tiempos”, se puede ver que la actividad dos, en la cual Takahashi había estimado que la realizaría en 30 minutos, verdaderamente tardó solo 20 minutos, ahorrando de esta forma 10 minutos, tiempo que podrá considerar como de holgura. Por el contrario, en las tareas tres y seis la diferencia es de 60 minutos y 30 minutos, respectivamente. Este dato indica que tardó mucho más tiempo de lo estimado. Así, en futuras planeaciones similares, Takahashi sabrá que el tiempo estimado para estudiar una materia similar a la de esta ocasión deberá ser de aproximadamente 300 minutos y, para ordenar documentos en un volumen similar al actual, deberá ser de 90 minutos. Otra información que Takahashi puede obtener de esta herramienta es que, por ejemplo, al anotar el tiempo real de la actividad tres y ver que está tardando 60 minutos más de lo estimado, sabrá que en las próximas tareas que le quedan por realizar deberá

reducir el tiempo de ejecución, con la intención de cumplir con el tiempo total estimado. Puede suponerse que Takahashi, al darse cuenta de esto, redujo el tiempo de la tarea cuatro en 30 minutos, pero no fue capaz o se descuidó en la actividad seis, en la cual nuevamente volvió a tardar más tiempo de lo estimado.

Una vez que terminó el día lunes y concluyó todas sus tareas, Takahashi se dio cuenta de que consumió un 9,8% más del tiempo que había estimado al inicio.

Por otra parte, se desea aprovechar este ejemplo para explicar una situación con respecto a un posible “error de secuencia de ejecución”.

Supóngase nuevamente que Takahashi hubiera indicado que la tarea cuatro, correspondiente a “hacer presentación”, era una tarea “Flexible” y no urgente, como realmente lo consideró. Si ese hubiera sido el caso, la tarea de “hacer presentación” habría sido enumerada con la secuencia de ejecución cinco, antes de la tarea de “ordenar los documentos”; esto debido a que la tarea “hacer presentación” tendría una clasificación 3-2 (SÍ se requiere para hacer otra tarea y SÍ requiere que esté presente en todo momento). Takahashi se habría dado cuenta de esta situación hasta que estuviera organizando las tareas por

su secuencia de ejecución, o bien, justo antes de ejecutar la tarea como tal, ya que notaría que no tiene lógica “hacer la presentación” después de “exponer” o “estudiar”. Por esta razón, al igual que se mencionó antes de este ejemplo, es sumamente importante que, al momento de aplicar esta herramienta y asignar los “GRUPOS”, se analice muy bien a cuál grupo pertenece realmente, si es necesaria para poder realizar otra actividad y si se requiere o no presencia en todo momento para que la tarea se realice.

A manera de aclaración: no debe pensarse que se deben elaborar todas las tablas presentadas en este ejemplo; únicamente se debe elaborar la Tabla 1. Quien se encargue de realizar la planeación debe aplicar la clasificación y la organización de las tareas según la secuencia de ejecución en la misma tabla; en otras palabras, si el responsable anotó las tareas en orden aleatorio, luego deberá REORDENARLAS según lo que la secuencia de ejecución indique.

Por otra parte, el responsable de la puesta en práctica de esta herramienta, una vez que haya realizado la planeación y conozca la secuencia de las actividades a realizar, podría crear una herramienta adicional que le permita identificar visualmente (control visual) en qué hora y día se ejecutará la tarea o actividad anotada en la Tabla 1. De esta manera, podrá tener un mayor control de las acciones que debe ejecutar (en caso de aplicación personal) o que se deberían ejecutar (en caso de aplicar la Tabla 1 para el equipo o un proyecto en específico).

CONCLUSIÓN

La pregunta de investigación correspondía a determinar ¿cuál herramienta simple se podría utilizar para la planeación eficiente de actividades? Como se observó a lo largo de este ensayo crítico, la herramienta correspondiente a la “Planeación para la Secuencia de Ejecución y Control de Tareas (PSECT)” es una

alternativa realista y accesible tanto para profesionales como para trabajadores no calificados. Si bien es cierto, en primera instancia podría parecer complicada por el volumen de información, la realidad es que es sumamente simple y de fácil ejecución, algo que mediante la práctica podrán comprobar los distintos usuarios.

Por otra parte, con relación a las limitaciones que presenta este ensayo, podría señalarse que existe una limitada muestra de artículos relacionados directamente con la idea original, así como la falta de estudios de caso para evaluar la aplicación real de la propuesta. Por lo anterior, futuros estudios que deseen ampliar lo expuesto en este ensayo deberían enfocarse en estudios de caso en los cuales pueda verse en la práctica la eficacia de esta herramienta. Otra opción sería ejecutar un diseño cuantitativo de investigación por medio del cual se evalúe empíricamente su eficacia en comparación con modelos PERT, CPM o la matriz de administración del tiempo, entre otros.

Como implicación teórica, este ensayo contribuye de forma original e innovadora a la literatura relacionada con la planeación y ejecución de actividades, despertando así un posible interés en ampliar los elementos teóricos discutidos en este estudio.

Desde un punto de vista práctico, su aporte es de gran valor, ya que se entrega a profesionales y trabajadores no calificados una herramienta de planeación efectiva y simple que puede resultar de gran valor personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo brindado por la Oficina de Postgrado del Instituto Tecnológico de Costa Rica [ITCR] para esta publicación.

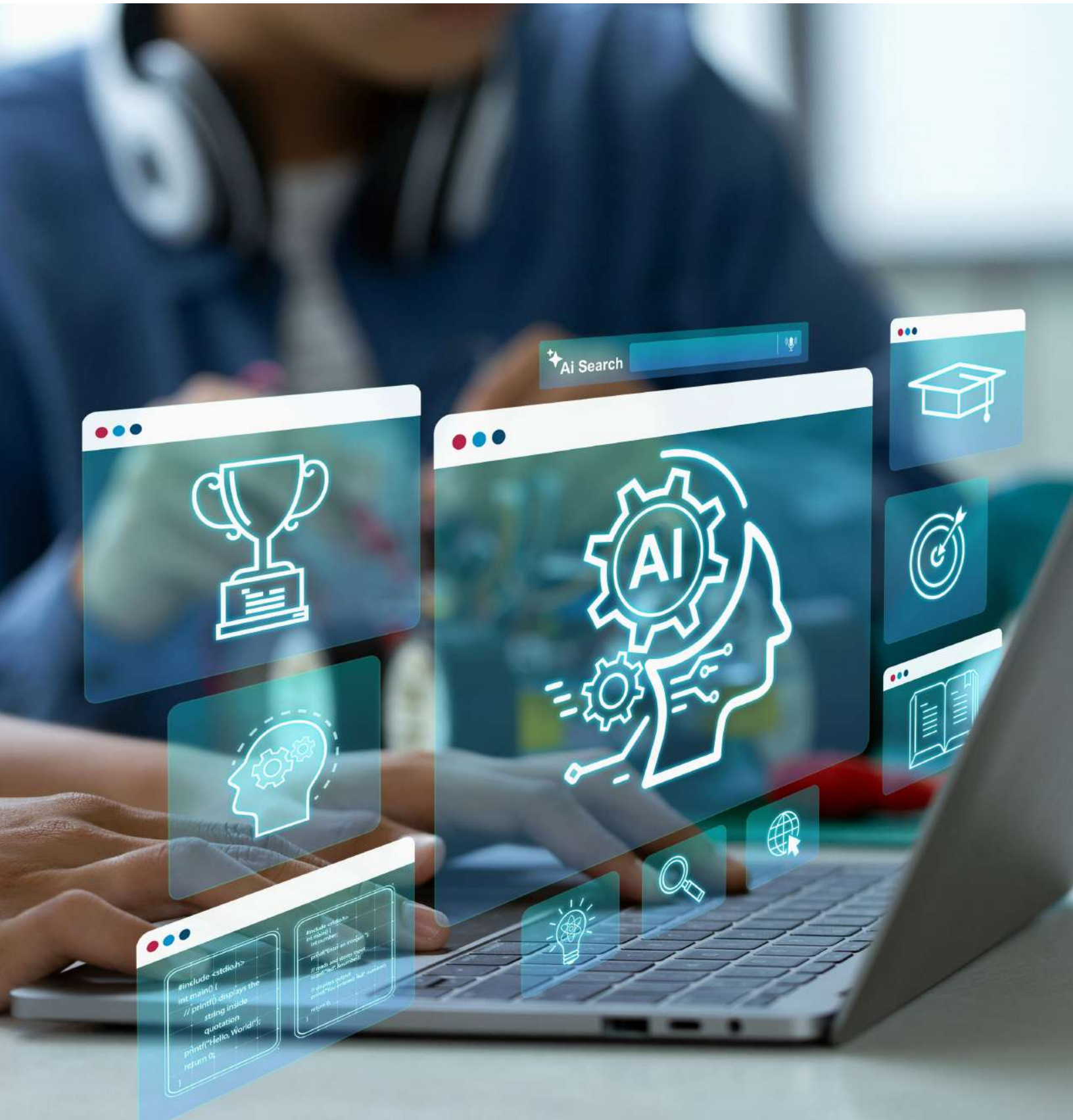
De igual manera, agradecen a Lead University y la revista LOGOS por esta oportunidad.

Por último, los autores agradecen a la Sra. Andrea Fruit por su apoyo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansoff, I. (1957). *Strategies for Diversification*. Harvard Business Review.
- Al-Kahtani, S., Senan, N. A. M., Alanazi, I. D., Badawi, M., & Almulaiki, W. A. (2024). Exploring strategic decision making as a mediator between enterprise resource planning, innovation, strategic planning, and organizational performance. *Discover Sustainability*, 5(1), 305. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00532-8>
- Ballesteros-Pérez, P. (2017). M-PERT: Manual Project-Duration Estimation Technique for Teaching Scheduling Basics. *Journal of Construction Engineering and Management*; 143(9). [https://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001358](https://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001358)
- Bagshaw, K.B. (2021). PERT and CPM in Project Management with Practical Examples. *American Journal of Operations Research*; 11(4), 215-226. <https://dx.doi.org/10.4236/ajor.2021.114013>
- Chandler, A. (1962). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. Massachusetts Institute of Technology Press.
- Crawford, J. (2025). Systematic Literature Reviews: Why I Rejected Your Review. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 22(2). <https://doi.org/10.53761/10vb5076>
- Del Canto, E. (2011). Gerencia estratégica y capital humano. Su prospectiva en los gobiernos locales en el contexto venezolano. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(26), 171-184.
- Evans, J. & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad* (7ª. ed.). Cengage Learning.
- Forcael, E., Contreras, C., Francesconi, C., & Baesler, F. (2024). Applying Game Theory to Teach the PERT Scheduling Method. *Applied Sciences*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/app142412045>
- Gryna, F., Chua, R. & DeFeo, J. (2007). *Método Juran: análisis y planeación de la calidad* (5ª. ed.). McGraw- Hill.
- Gandrita, D.M. (2024), "Technology and family business: from conceptualization to implementation in strategic planning - a perspective article", *Journal of Family Business Management*, 14(2), 332-336. <https://doi.org/10.1108/JFBM-07-2023-0105>
- Hemmati, A. & Adab, H. (2024). The Impact of Human Resource Planning on Strategic Goals of Companies. *Tehnički glasnik*, 18(4), 518-522. <https://doi.org/10.31803/tg-20230526125102>
- Jones, G. & George, J. (2009). *Administración contemporánea* (6ª. ed.). McGraw Hill.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Munier, N. (1983). *Manual de PERT-CPM: La aplicación práctica de estas técnicas para el planeamiento y control de proyectos*. Editorial Astrea.
- Mintzberg, H. (1989). *Mintzberg y la dirección*. Ediciones Díaz de Santos.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B. & Lampel, J. (1998). *Strategy Safari: A Guided Tour Though the Wilds of Strategic Management*. Free Press.
- Moen, R. & Norman, C. (2010). *Circling Back: Clearing up myths about the Deming cycle and seeing how it keeps evolving* [PDF]. Quality Progress.
- McHugh, M. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276-282. <https://doi.org/10.11613/BM.2012.031>
- Mohammad, R. A., Alahmari, A. M. O., Faqih, R. H. A., Alshehri, A. I. A., & Al-Kahtani, S. (2024). Linking strategic intelligence, strategic leadership, strategic planning, and strategic thinking and business performance: the moderating effect of strategic flexibility. *Discover Sustainability*, 5(1), 434. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00670-z>
- OCDE & EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación*. (3ª. ed.). <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Organización Internacional de Estandarización (ISO). (2020a). *ISO 9000:2015 (es) Sistemas de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es:term:3.7.8>
- Organización Internacional de Estandarización (ISO). (2020b). *ISO 9000:2015 (es) Sistemas de gestión de la calidad- Requisitos*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Pratt, E., Ely, E. & Aldrich, H. (1951). *Increasing Productivity Thru Simplification, Standardization, Specialization*. Special Projects Branch, Technical Assistance Division, Economic Cooperation Administration.

- Porter, M. (1996). *¿Qué es la estrategia?*
<http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-03/Unidad1/ESTRATEGIA%20MPORTER%202011.pdf>
- Pulgarín, S. & Rivera, H. (2012). Las herramientas estratégicas: un apoyo al proceso de toma de decisiones gerenciales. *Criterio Libre*, 10(16), 89-114.
- Parimala, M., Prakash, K., Al-Quran, A., Riaz, M., Jafari, S. (2024). Optimization Algorithms of PERT/CPM Network Diagrams in Linear Diophantine Fuzzy Environment. *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 139(1), 1095-1118.
<https://doi.org/10.32604/cmescs.2023.031193>
- Rocha, A., Reis, J. & Peter, M. (2020). *Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer.
- Real Academia Española (RAE). (2021). Planear. *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/planear?m=form>
- Serna, H. (2008). *Gerencia estratégica: teoría-metodología, alineamiento, implementación y mapas estratégicos*. Índices de gestión. (10ª. ed.). 3R Editores.
- Segura, C. (2020). *El proceso de un estrategia: Menos directivos y más estrategias*. KUMIAY Internacional, Co. Ltd.
- Segura-Villarreal, C. (2021). El papel de la negociación en la planeación de la estrategia militar. *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(2), 82-97.
<https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/735/1008>
- Segura Villarreal, C.A. (2022). El análisis PEST y su integración con las 5^F de Porter como herramienta estratégica. *LOGOS*, 3(1): 180-195. <https://dspace.ulead.ac.cr/repositorio/handle/123456789/175>
- Santarsiero, F. (2023), "Developing a strategic planning model for developing, monitoring and evaluating digital transformation initiatives: a soft system approach", *Measuring Business Excellence*, 27(3), 449-459. <https://doi.org/10.1108/MBE-02-2023-0023>
- Treacy, M. & Wiersema, F. (1995). *The Discipline of Market Leaders: Choose Your Customers, Narrow Your Focus, Dominate Your Market*. Addison-Wesley Publishing Company.
- The W. Edwards Deming Institute. (2020). *PDSA Cycle*. <https://deming.org/explore/p-d-s-a>
- Vega, A., Narciso, N., Carral, L. & Fraguera, J. (2019). *Proceeding of the 25th Pan-American Conference of Naval Engineering-COPINAVAL*. Springer.
- Walter, J. & Pando, D. (2014). *Planificación estratégica: nuevos desafíos y enfoques en el ámbito público*. Primera Edición. Autor.



TALENTO STEM Y DIPLOMACIA CIENTÍFICA: VENTAJA PAÍS EN ATRACCIÓN DE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED)

Recibido: 04 de diciembre, 2025 • Revisado: 18 de diciembre, 2025 • Aceptado: 15 de enero, 2026

José Roberto Vega Baudrit,
 Monserrat Vargas
 y Armando Rojas

RESUMEN

La convergencia entre diplomacia científica y talento STEM se erige como eje estratégico para economías pequeñas y abiertas en la atracción de inversión extranjera directa (IED) intensiva en conocimiento. Este ensayo examina el caso de Costa Rica mediante diagnósticos internacionales, documentos de política pública e información institucional de actores clave como MICITT, CONARE-CeNAT, CINDE, PROCOMER y PCII, proponiendo un marco conceptual que integra diplomacia científica, capital humano y calidad de la IED.

El análisis revela que Costa Rica ha construido un poder blando basado en conocimiento, sustentado en su educación superior pública, laboratorios interuniversitarios de frontera y narrativa nacional de sostenibilidad y capital humano, activos diplomáticos para captar IED tecnológica. A pesar de retos en gobernanza, coordinación interinstitucional y equidad en acceso STEM, se proponen tres líneas estratégicas: institucionalizar la diplomacia científica, alinear políticas de talento STEM con IED intensiva y métricas para medir impactos económicos de alianzas científicas.

Palabras clave: diplomacia científica, talento STEM, inversión extranjera directa, Costa Rica, innovación, política pública.

ABSTRACT

The convergence between science diplomacy and STEM talent emerges as a strategic axis for small open economies seeking knowledge-intensive foreign direct investment (FDI). This essay analyzes Costa Rica's case using international diagnostics, public policy documents, and institutional data from key actors such as MICITT, CONARE-CeNAT, CINDE, PROCOMER, and PCII, proposing a conceptual framework linking science diplomacy, human capital, and FDI quality.

The analysis indicates that Costa Rica has developed knowledge-based soft power, rooted in public higher education, cutting-edge inter-university laboratories, and a national narrative of sustainability and human capital, serving as diplomatic assets for technology-intensive FDI attraction. Despite challenges in innovation governance, inter-institutional coordination, and STEM access equity, three strategic lines are outlined: institutionalizing science diplomacy, aligning STEM talent policies with knowledge-intensive FDI, and developing metrics to gauge the economic impact of scientific partnerships.

Keywords: science diplomacy, STEM talent, foreign direct investment, Costa Rica, innovation, public policy.

José Vega Baudrit es Director del Laboratorio Nacional de Nanotecnología LANOTEC CENAT (Costa Rica). Es profesor de LEAD University y de la Universidad Nacional, Escuela de Química.

Monserrat Vargas Solórzano es Diplomática de la Dirección de Política Exterior, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica. Investigador asociado de LEAD University.

Armando Rojas Esquivel es Coordinador del Observatorio de Diplomacia Científica del CeNAT/CONARE y profesor del curso Economía Política Internacional de la Escuela de Administración Pública de la UCR. Tiene un MBA de la Universidad de Ottawa y es egresado de Economía de la UCR. Investigador asociado de LEAD University.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, la competencia por atraer inversión extranjera directa (IED) intensiva en conocimiento se ha vuelto mucho más estratégica que puramente volumétrica. No basta con recibir capital: los países compiten por aquellas inversiones que traen consigo tecnología, encadenamientos productivos y talento especializado, capaces de disparar la productividad y anclar al país en cadenas globales de valor. La evidencia comparada muestra que los mayores beneficios de la IED se materializan cuando existen ecosistemas locales de pequeñas y medianas empresas (pymes) innovadoras, marcos institucionales robustos y políticas activas que articulan la inversión, la ciencia y la tecnología (OECD, 2023).

Al mismo tiempo, las transformaciones del mercado laboral global –marcadas por la digitalización, la automatización, la transición verde y las tensiones geopolíticas– están redefiniendo la demanda de habilidades. El *Future of Jobs Report 2025* estima que la reconfiguración del trabajo hasta 2030 estará guiada por una combinación de inteligencia artificial, transición energética, cambios demográficos y nuevas vulnerabilidades económicas, con un fuerte énfasis en competencias STEM y capacidades transversales como la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico y el aprendizaje continuo (World Economic Forum, 2025). En este entorno, la formación y retención de talento STEM dejan de ser un problema sectorial de la educación superior y pasan a ser un activo geoestratégico para la atracción de IED de alta tecnología.

En paralelo, ha emergido con fuerza el concepto de diplomacia científica, entendido como el uso deliberado de la ciencia, la tecnología y la innovación en la formulación de la política exterior y en la construcción de alianzas internacionales. El informe pionero de la Royal Society y la AAAS definió tres dimensiones –*ciencia en la diplomacia, diplomacia para la ciencia y ciencia para la diplomacia*–. En 2025 organizaciones como la European Union Science Diplomacy Alliance, el International Network for Government Science Advice (INGSA) y la UNESCO han incorporado una cuarta dimensión *diplomacia de la ciencia*, que reconoce el rol de las organizaciones científicas internacionales y las comunidades epistémicas como actores diplomáticos que abogan por la ciencia en los foros multilaterales y promueven un entorno político

favorable para la cooperación científica. Esto ha mostrado cómo los países utilizan la cooperación científica como herramienta de poder blando, de posicionamiento internacional y de acceso a infraestructuras y conocimiento de frontera (Royal Society & American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2010). https://royalsociety.org/-/media/policy/publications/2010/4294969468.pdf?utm_source=chatgpt.com Posteriormente, Flink y Schreiterer (2010) caracterizaron la diplomacia científica como un punto de intersección entre las políticas de ciencia, tecnología e innovación y los asuntos exteriores e identificaron distintos estilos nacionales de organización y uso estratégico de este instrumento.

En la última década, organismos multilaterales han actualizado este marco. La UNESCO ha impulsado una agenda global en la que la diplomacia científica se concibe como una pieza central para responder a crisis complejas, gestionar tecnologías emergentes y fortalecer la paz mediante el conocimiento (UNESCO, 2025). En paralelo, la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, a través de CILAC, ha enfatizado que la capacidad de un país para atraer talento y capital está cada vez más ligada a la solidez de sus sistemas de ciencia, tecnología e innovación y a su inserción inteligente en redes de cooperación científica internacional (Gual Soler, 2020).

En América Latina y el Caribe, la diplomacia científica ha pasado de ser un concepto emergente a un campo de práctica en expansión, con estrategias y mecanismos que van desde la vinculación con diásporas científicas hasta la creación de programas formales en cancillerías y academias diplomáticas. Sin embargo, la región todavía no aprovecha plenamente las oportunidades que ofrece la ciencia para fortalecer su posicionamiento internacional, coordinar respuestas a desafíos transnacionales y articular sus capacidades científicas con sus prioridades de desarrollo y política exterior (Gual Soler, 2021). Esta brecha se refleja en el uso aún incipiente de la diplomacia científica como herramienta explícita para atraer IED de alta tecnología y alinear las estrategias de talento humano con las agendas de inserción productiva global.

En este contexto, Costa Rica representa un caso especialmente relevante: se trata de un país pequeño y abierto que ha apostado históricamente por la educación, la ciencia y las instituciones públicas como base

de su desarrollo, y que se ha convertido en un destino atractivo para IED en sectores de servicios intensivos en conocimiento y de manufactura tecnológica. La pregunta estratégica ya no es solo “¿cuánta IED llega?”, sino “qué tipo de IED llega, bajo qué condiciones y con qué densidad de encadenamientos con el talento STEM y el ecosistema científico nacional?”.

Este trabajo propone que la convergencia entre la diplomacia científica y el desarrollo del talento STEM puede reforzar de manera decisiva la ventaja país en la atracción de IED tecnológica, especialmente en economías pequeñas sin grandes mercados internos ni economías de escala tradicionales. A partir de marcos conceptuales consolidados y de la experiencia regional reciente, se argumenta que articular políticas de ciencia, educación superior, talento STEM, promoción de inversiones y relaciones exteriores bajo una lógica de diplomacia científica permite pasar de un modelo de “recepción pasiva de inversiones” a uno de “posicionamiento proactivo basado en conocimiento”, donde la IED se alinea con las capacidades científicas nacionales y con una visión de desarrollo de largo plazo.

Metodológicamente, este ensayo se basa en un análisis cualitativo de fuentes secundarias, que incluye informes de organismos internacionales (OCDE, UNESCO, Foro Económico Mundial), documentos de política pública nacionales (MICITT, CONARE-CeNAT, PROCOMER, CINDE, PCII) y literatura académica sobre diplomacia científica, capital humano e IED. No se emplean datos primarios; las inferencias se sustentan en la triangulación de estas fuentes y en la experiencia acumulada de los autores en investigación y gestión de CTI en Costa Rica.

MARCO CONCEPTUAL: DIPLOMACIA CIENTÍFICA Y CAPITAL HUMANO

La diplomacia científica surge en la literatura como el conjunto de prácticas y políticas que articulan la ciencia, la tecnología y la innovación con la acción exterior de los Estados, combinando objetivos de política científica con metas de política exterior y de desarrollo (Royal Society & American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2010; Flink & Schreiterer, 2010). El marco clásico distingue tres funciones: *ciencia en la diplomacia* (uso de la evidencia científica para informar decisiones internacionales), *diplomacia para la ciencia* (uso de la acción diplomática

para habilitar grandes proyectos y redes científicas) y *ciencia para la diplomacia* (uso de la cooperación científica como instrumento de diálogo, confianza y poder blando). Este trípode conceptual sigue vigente, pero en la última década ha sido ampliado para incluir la gestión de tecnologías emergentes, la seguridad científica y la gobernanza de bienes públicos globales (Gual Soler, 2021; UNESCO, 2025).

En paralelo, la diplomacia científica ha dejado de ser solo un asunto de cancillerías y academias nacionales para convertirse en un ecosistema multinivel en el que interactúan gobiernos, universidades, agencias de financiamiento, empresas, diásporas científicas y organizaciones multilaterales. Iniciativas como los proyectos europeos S4D4C e InsSciDE, la Alianza de Diplomacia Científica de la Unión Europea o el reciente Diálogo Ministerial Global sobre Diplomacia Científica de la UNESCO muestran que la diplomacia científica se concibe hoy como una arquitectura de cooperación sofisticada, que requiere capacidades especializadas, formación de “knowledge brokers” y mecanismos específicos de coordinación entre ciencia y política (Gual Soler, 2020; S4D4C Team, 2020; UNESCO, 2025).

Dentro de este marco, uno de los giros más relevantes es el reconocimiento de que la diplomacia científica no solo moviliza proyectos e instituciones, sino, sobre todo, personas y capital humano altamente calificado. La circulación de estudiantes de posgrado, investigadores y emprendedores tecnológicos, así como las redes de diásporas científicas, se han convertido en activos estratégicos para ampliar la huella internacional de los países, atraer alianzas y posicionarse en tecnologías de frontera (Pandey *et al.*, 2022; UNESCO, 2021). La literatura reciente sobre diásporas STEM habla de un tránsito desde el paradigma de *fuga de cerebros* hacia el de *circulación de cerebros*, donde los flujos de talento pueden generar retornos simultáneos para países emisores y receptores siempre que existan políticas deliberadas de conexión y articulación (Pandey *et al.*, 2022).

Por otro lado, la noción de capital humano en economía de la innovación y en política industrial se refiere al stock de habilidades, conocimientos y competencias de la fuerza laboral, considerado un activo intangible crítico para la productividad, la sofisticación productiva y la capacidad de insertarse en cadenas globales de valor (OECD, 2010, 2017, 2021). La evidencia de la

OECD demuestra que las economías que invierten de forma sostenida en educación, capacitación y habilidades complejas obtienen mayores retornos en términos de crecimiento de la productividad, valor agregado y capacidad de especialización en segmentos intensivos en conocimiento (Cammeraat *et al.*, 2021; Marcolin & Squicciarini, 2017). En este contexto, el talento STEM se entiende como la fracción más intensiva en conocimiento del capital humano, clave para sostener estrategias de innovación, digitalización y transición verde.

Los diagnósticos globales sobre las habilidades refuerzan este giro hacia un modelo de desarrollo basado en el talento. La Estrategia de Competencias de la OECD 2019 plantea que los países que logran combinar el desarrollo de competencias, la movilización del talento y la buena gobernanza de sus sistemas de habilidades construyen ventajas competitivas más resilientes y menos dependientes de recursos naturales o de mano de obra barata (OECD, 2019). El *Skills Outlook 2023* enfatiza, además, que la doble transición digital y verde reconfigura los perfiles de habilidades demandadas, incrementando la necesidad de competencias avanzadas en datos, tecnologías digitales y resolución de problemas complejos (OECD, 2023). En la misma línea, los informes *Future of Jobs* del Foro Económico Mundial muestran que, hacia 2030, una parte sustantiva de los puestos de trabajo verá transformado su perfil de habilidades y que la demanda más dinámica se concentrará en capacidades relacionadas con la inteligencia artificial, el análisis de datos, la sostenibilidad y el pensamiento crítico (World Economic Forum, 2023, 2025).

Desde la perspectiva de la diplomacia científica, este panorama implica que el capital humano en STEM deja de ser solo un insumo para la ciencia y se convierte en una palanca de la política exterior y de la competitividad. Diversos análisis subrayan que las estrategias contemporáneas de diplomacia científica incluyen cada vez más componentes explícitos de desarrollo de talento: programas de becas orientados a áreas prioritarias, mecanismos de movilidad académica de doble vía, oficinas científicas en embajadas, redes de diásporas altamente calificadas y plataformas de formación en competencias híbridas ciencia-política (Gual Soler, 2020; S4D4C Team, 2020; Pandey *et al.*, 2022). En estos diseños, el científico o ingeniero deja de ser un “actor de fondo” y se convierte en un agente generador de alianzas y constructor de puentes, capaz de traducir

intereses nacionales, oportunidades tecnológicas y alianzas internacionales en proyectos concretos.

La dimensión de equidad y diversidad en el talento STEM también es estratégica. UNESCO ha documentado la subrepresentación persistente de las mujeres en estudios y carreras STEM y ha mostrado que las brechas de género en estas áreas limitan tanto la justicia social como la base de talento disponible para la innovación (UNESCO, 2017). En regiones como América Latina, el *UNESCO Science Report 2021* evidencia que, si bien el número de investigadores ha crecido, las capacidades siguen estando altamente concentradas geográfica y sectorialmente, lo que condiciona la capacidad de los países para participar en proyectos internacionales de alto nivel y atraer tecnología avanzada (UNESCO, 2021). Integrar las dimensiones de género, territorio y juventud en las políticas de capital humano STEM no es solo una cuestión de justicia, sino una decisión de gestión de portafolio de capacidades: cuanto más diverso y robusto es el conjunto de competencias, mayor es el margen de maniobra para la inserción internacional basada en el conocimiento.

En síntesis, el marco conceptual que articula diplomacia científica y capital humano parte de tres premisas:

1. La diplomacia científica es hoy una estrategia de poder blando basada en conocimiento, que opera mediante redes, proyectos y narrativas compartidas (Royal Society & AAAS, 2010; Gual Soler, 2021; UNESCO, 2025);
2. El capital humano, y en particular el talento STEM, constituye un activo intangible crítico para la productividad, la innovación y la posición de los países en las cadenas globales de valor (OECD, 2010, 2017, 2019; Cammeraat *et al.*, 2021); y
3. Las políticas que combinan ambas dimensiones –diplomacia científica y estrategia de talento– permiten pasar de un modelo pasivo de inserción internacional a uno proactivo, en el que la atracción de IED tecnológica se alinea con las capacidades científicas nacionales y con una agenda de desarrollo a largo plazo.

La Figura 1 muestra cómo los marcos globales y las narrativas internacionales sobre ciencia, tecnología, habilidades y desarrollo se articulan con el sistema

nacional de CTI, la diplomacia científica y la gobernanza estratégica, dando lugar a una plataforma de talento STEM que respalda la atracción de inversión extranjera directa (IED) intensiva en conocimiento. De esta articulación surgen oportunidades de sofisticación productiva, empleo de calidad e innovación, pero también riesgos de fragmentación institucional y de profundización de las brechas sociales si no se abordan las fallas de coordinación y equidad.



COSTA RICA: MODELO DE DIPLOMACIA CIENTÍFICA ACTIVA

Ecosistema institucional costarricense

El ecosistema institucional de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de Costa Rica se articula en torno a un conjunto de actores públicos y académicos que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). En el plano de gobierno central, el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) actúa como ente rector de la política de CTI y coordina el SNCTI a través del *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2027* y del marco organizativo establecido por el Decreto 43523-MICITT, que define órganos, comités y mecanismos de articulación entre actores

gubernamentales, académicos, empresariales y de sociedad civil (Costa Rica. MICITT, 2021; Vindas Segura & Parral, 2022).

En el ámbito de la educación superior y la investigación, el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) coordina a las cinco universidades públicas –UCR, TEC, UNA, UNED y UTN– y gestiona, entre otros instrumentos, el Fondo Especial para la Educación Superior (FEES) y los planes nacionales de educación superior (PLANES), que constituyen el “esqueleto” financiero y estratégico de la producción científica universitaria (Gallardo-Allen, 2019; CONARE, 2023). La mayor parte de la investigación del país se concentra en estas universidades públicas, que aportan infraestructura, capital humano y redes internacionales de colaboración (Gallardo-Allen, 2019; OECD, 2017).

Dentro de este entramado, el Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT-CONARE) constituye una pieza institucional singular. El reglamento del Fondo de Becas CeNAT-CONARE lo define como un órgano del CONARE, de carácter interuniversitario, especializado en investigación y en proyectos de vinculación e innovación tecnológica con los sectores gubernamental y empresarial, que procura la articulación Universidades-Empresa-Gobierno (CeNAT-CONARE, 2020). La *Memoria CeNAT 2020* subraya que el Centro fue creado a finales de los años noventa –apoyado por la Ley 7806 y por las universidades estatales– con el mandato explícito de vincular la academia con sectores productivos en áreas de alta tecnología y de fomentar la atracción de inversión extranjera en sectores intensivos en conocimiento (CeNAT, 2020).

El CeNAT opera a través de cinco laboratorios nacionales –LANOTEC, CENIBiot, CNCA, PRIAS y LANBA– que cubren nanotecnología y nuevos materiales, biotecnología, computación avanzada, sensores remotos y gestión ambiental, respectivamente (CeNAT, 2020; CeNAT, 2025). Esta plataforma de laboratorios de punta, con equipamiento avanzado y personal altamente calificado, funciona como infraestructura científico-tecnológica compartida para las universidades públicas y para proyectos con empresas y entidades del Estado, y es un nodo natural para la diplomacia científica, al canalizar proyectos de cooperación con agencias internacionales, universidades extranjeras y organismos multilaterales.

A nivel macro, los diagnósticos internacionales han destacado que el sistema de innovación costarricense combina logros significativos –en educación, apertura económica y atracción de IED– con desafíos estructurales de fragmentación institucional y de débil articulación entre actores (OECD, 2017; UNESCO, 2021). El *OECD Reviews of Innovation Policy: Costa Rica 2017* señala que la gobernanza de la CTI se caracteriza por múltiples organismos (MICITT, CONARE, ministerios sectoriales, agencias de fomento, bancos de desarrollo) con mecanismos de coordinación todavía incipientes, y recomienda reforzar los instrumentos de gobernanza de alto nivel, la evaluación de políticas y los vínculos entre ciencia y empresa (OECD, 2017). En respuesta, el MICITT ha avanzado en la formalización del SNCTI y en la definición de comités estratégicos para la generación de conocimiento, talento humano e innovación transformadora, buscando justamente reducir esa fragmentación (Costa Rica. MICITT, 2021; Vindas Segura & Parral, 2022).

El ecosistema de atracción de IED se estructuró hasta mayo de 2023 en torno a dos actores clave: CINDE y PROCOMER. CINDE, organización privada sin fines de lucro, ha asesorado a más de 400 empresas de alta tecnología en su instalación y operación en Costa Rica y se presenta como “*home of the FDI of the future*”, especializada en la atracción, retención y expansión de IED en manufactura inteligente, servicios intensivos en conocimiento y salud y bienestar (CINDE, 2025). Por su parte, la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), entidad pública autónoma no estatal creada por la Ley N.º 7638, es responsable de diseñar y coordinar programas de exportaciones e inversiones, apoyar al Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) en la administración de regímenes especiales, y liderar la agenda de exportaciones, encadenamientos productivos, simplificación de trámites y desarrollo de talento humano para sectores exportadores e IED (PROCOMER, 2023; Promotora de Comercio Exterior, 2024).

El cuarteto MICITT, CONARE-CeNAT, CINDE y PROCOMER, junto con otros actores como MIDEPLAN, COMEX y los programas de financiamiento de innovación, ha conformado un ecosistema institucional compacto pero robusto, donde las funciones de formación de talento, producción de conocimiento, diplomacia científica y atracción de IED están

distribuidas e interconectadas. La evidencia regional muestra que, en contextos centroamericanos con sistemas científicos pequeños, la construcción de plataformas de gobernanza y cooperación –como los talleres regionales sobre políticas de CTI y sistemas de innovación organizados por organismos internacionales– es crítica para consolidar capacidades y compartir buenas prácticas (Huete-Pérez *et al.*, 2024; UNESCO, 2021). En el caso costarricense, este entramado institucional es lo que permite pasar de una lógica de promoción aislada de inversiones a una estrategia basada en “ecosistemas”, donde la narrativa de país científico y verde, la infraestructura de laboratorios nacionales y la gobernanza del SNCTI se convierten en activos diplomáticos para negociar proyectos de alto contenido tecnológico y cadenas de valor intensivas en conocimiento.

Es importante señalar que, en mayo de 2023, la administración de Chaves Robles anunció, a través del Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), el proceso de rescisión del convenio de cooperación entre COMEX, PROCOMER y CINDE para la atracción de inversión extranjera directa. La decisión respondió a una visión de política pública que busca generar un mayor beneficio del comercio internacional y de la inversión, asegurando un crecimiento inclusivo y priorizando la generación de empleo en las zonas rurales y costeras. El ministro de Comercio Exterior, Manuel Tovar, destacó la necesidad de diversificar los sectores de IED, como la agroindustria, manufactura liviana, inversión en régimen definitivo, entre otros, recordando que la ley le asigna a COMEX la rectoría de las políticas públicas en materia de comercio exterior y atracción de inversión, creando a PROCOMER como la entidad llamada a ejecutarlas.

De acuerdo con la ley de su creación, PROCOMER, la institución, es responsable de promover las exportaciones y atraer inversión, tanto al régimen de zonas francas como al régimen definitivo; por lo que el abordaje de atracción de IED desde PROCOMER permitiría mayor agilidad y facilitación de la tramitología para las empresas, sacando provecho de su plataforma de 27 oficinas internacionales (Nueva York, Houston, Miami, California, México, Reino Unido, España, Japón, China, Países Bajos, Perú, etc.) y 7 oficinas regionales fuera del gran área metropolitana (GAM). En este contexto, CINDE sigue siendo un actor importante que actúa desde el sector privado.

Redes de cooperación

Las redes de cooperación científica internacional constituyen hoy una de las principales plataformas operativas de la diplomacia científica. No se trata solo de proyectos aislados, sino de arquitecturas en red que articulan universidades, centros de investigación, agencias de financiamiento, organismos multilaterales y actores diplomáticos, y funcionan como infraestructuras “blandas” para compartir conocimiento, equipamiento y talento humano. En el eje Europa-América Latina y el Caribe (ALC), estas redes han sido utilizadas explícitamente como instrumentos de política exterior y de integración científico-tecnológica (Gual Soler, 2020; Lima-Toivanen *et al.*, 2025).

En el plano europeo, la Comisión Europea ha consolidado un ecosistema de diplomacia científica que combina programas de cooperación, proyectos dedicados y comunidades de práctica. Bajo el programa Horizonte 2020 se financiaron tres proyectos específicos de diplomacia científica –S4D4C, InsSciDE y ELCSID– cuyo objetivo fue desarrollar marcos conceptuales, estudios de caso y materiales de formación, así como articular una comunidad europea en torno a la diplomacia científica (European Commission, 2025; S4D4C Team, 2021). De estos proyectos surge en 2021 la EU Science Diplomacy Alliance, una alianza de instituciones académicas y de política científica que busca sostener y ampliar las redes, las actividades de capacitación y los proyectos conjuntos en diplomacia científica (EU Science Diplomacy Alliance, 2025).

En la dimensión birregional EU-ALC, múltiples iniciativas han buscado estructurar una plataforma estable de cooperación científica y tecnológica. Proyectos como ALCUE NET y ERANet-LAC se diseñaron explícitamente para crear una plataforma biregional entre la Unión Europea y América Latina y el Caribe, integrando agencias de financiamiento, ministerios y otros actores relevantes, y lanzando convocatorias conjuntas en energía, TIC, bioeconomía, biodiversidad y cambio climático, entre otras áreas (BiodivERsA & ALCUE NET, 2015). Más recientemente, el proyecto EU-LAC ResInfra ha abordado la cooperación en infraestructuras de investigación, destacando el papel de la diplomacia científica en el diseño de la gobernanza, la definición de escenarios de colaboración y la reducción de las asimetrías entre regiones (Lima-Toivanen *et al.*, 2025). En conjunto, estas redes operan como “capas intermedias”

que permiten a países con sistemas científicos pequeños acceder a grandes instalaciones, a convocatorias competitivas y a redes de expertos de alto nivel.

A nivel latinoamericano, también se han fortalecido redes intergubernamentales y técnicas que utilizan la ciencia como eje de cooperación y diálogo político. El Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y sus redes temáticas son un ejemplo de cómo la cooperación científica en cambio climático y sostenibilidad se traduce en foros de alto nivel, formación de capacidades y apoyo a la toma de decisiones (Inter-American Institute for Global Change Research, s.f.; Lima-Toivanen *et al.*, 2025). En paralelo, la agenda de diplomacia científica impulsada por UNESCO y el Foro CILAC ha puesto énfasis en el rol de las redes de investigación, las diásporas científicas y las plataformas regionales para articular posiciones comunes de ALC en foros multilaterales (Gual Soler, 2020). En este entramado, Costa Rica participa como país pequeño, pero altamente integrado a las redes de cooperación. En el ámbito europeo, el país figura como “tercer país no asociado” elegible para participar en proyectos de Horizonte Europa, con una trayectoria previa de más de cien organizaciones costarricenses involucradas en proyectos colaborativos bajo el Séptimo Programa Marco y Horizonte 2020 (ENRICH in LAC, 2024; European Commission, 2024). Esta inserción se traduce en proyectos concretos con universidades y centros europeos en áreas como la biotecnología, la agroindustria, la nanotecnología y el cambio climático, donde la diplomacia científica opera de facto mediante la negociación de consorcios, el acceso a infraestructuras y la circulación de investigadores.

El CeNAT-CONARE y sus laboratorios nacionales se han convertido en nodos clave de estas redes. La *Memoria CeNAT 2020* documenta proyectos y alianzas con organismos como la UNESCO, FONTAGRO, la Oficina de Investigación Naval de Estados Unidos y universidades europeas, bajo esquemas H2020, así como la participación en programas de emprendimiento tecnológico con socios corporativos globales (CeNAT, 2020). A nivel de nanotecnología, el artículo de Vega-Baudrit (2013) ya describía cómo el LANOTEC se inserta en redes iberoamericanas apoyadas por CYTED y por agencias internacionales, organizando seminarios regionales y colaborando con instituciones de varios países en materia de materiales avanzados,

energía, salud y medio ambiente (Vega-Baudrit, 2013). Más recientemente, la propia comunicación institucional del CeNAT muestra la participación del Centro y de sus laboratorios en simposios y talleres internacionales sobre gobernanza de la nanotecnología, los plásticos y la economía circular, así como en programas de cooperación con la UNESCO y otras agencias multilaterales.

En el plano diplomático, la Cátedra CeNAT sobre diplomacia científica se ha consolidado como un espacio de articulación entre la ciencia, la política exterior y la cooperación internacional. En 2025, una de sus ediciones reunió al Ministro de Relaciones Exteriores y Culto, representantes de embajadas europeas, asiáticas y latinoamericanas, así como a la vicedirectora ejecutiva del IAI, precisamente para discutir cómo la diplomacia científica puede potenciar la cooperación multinacional en temas como el cambio climático, la sostenibilidad y el desarrollo basado en el conocimiento (Delfino.cr, 2025). Este tipo de foros no solo genera visibilidad, sino que también ancla al país en redes internacionales de ciencia y política, reforzando la imagen de Costa Rica como socio confiable en proyectos de alta complejidad científica.

En síntesis, las redes de cooperación operan como la “infraestructura relacional” de la diplomacia científica costarricense. En el eje EU-ALC, plataformas como ALCUE NET, ERANet-LAC y EU-LAC ResInfra, junto con la EU Science Diplomacy Alliance, proporcionan marcos de largo plazo para proyectos conjuntos, infraestructuras compartidas y formación de talento (BiodivERsA & ALCUE NET, 2015; Lima-Toivanen *et al.*, 2025; EU Science Diplomacy Alliance, 2025). A nivel nacional, el CeNAT-CONARE y el LANOTEC traducen estas oportunidades en proyectos concretos y en capacidades tecnológicas, mientras que espacios como la Cátedra CeNAT articulan el diálogo político-técnico. Para un país pequeño, estas redes son el mecanismo mediante el cual el talento STEM, la infraestructura científica y la diplomacia se conectan con agendas globales de investigación e inversión, y sientan las bases para una estrategia de atracción de IED tecnológica basada en conocimiento, y no solo en incentivos fiscales.

TALENTO STEM E INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED)

La literatura sobre IED y desarrollo coincide en que el talento humano no es un “extra” deseable, sino una

condición habilitante para aprovechar los beneficios de la inversión extranjera (Tabla 1). Estudios del Centro de Desarrollo de la OECD muestran que, aunque la IED puede generar importantes *spillovers* de productividad y tecnología, estos efectos están fuertemente condicionados por el stock de capital humano del país receptor, la estructura de competencia y el interés de las empresas locales en absorber conocimiento (Blomström & Kokko, 2002). En términos prácticos: sin una masa crítica de personal técnico y profesional bien formado, la IED tiende a concentrarse en actividades de menor complejidad, con encadenamientos débiles y pocos efectos de aprendizaje.

Este enfoque se ha ido refinando hacia la idea de umbrales de capital humano: por debajo de cierto nivel de habilidades y capacidades, la IED se orienta a operaciones de baja tecnología; por encima, aparecen inversiones en manufactura avanzada, servicios intensivos en conocimiento e I+D, con mayores retornos para el país (Blomström & Kokko, 2002; Borensztein *et al.*, 1998, discutidos en OECD y estudios posteriores). Esa lógica encaja con la experiencia de América Latina, donde el *UNESCO Science Report 2021* subraya que los beneficios de la internacionalización dependen tanto de la capacidad de formar talento como de evitar que ese talento quede desconectado del aparato productivo nacional o se pierda por migración sin mecanismos de “circulación de cerebros” (UNESCO, 2021).

Los diagnósticos recientes sobre el futuro del trabajo refuerzan la relación entre el talento y la atracción de IED. Los informes *The Future of Jobs Report 2023* y *2025* del Foro Económico Mundial muestran que, hacia 2030, los mayores crecimientos de demanda laboral se concentran en perfiles STEM avanzados (datos, IA, ciberseguridad, ingeniería de procesos, sostenibilidad), mientras que las brechas de habilidades son percibidas por las empresas como una de las principales barreras para transformar sus modelos de negocio (World Economic Forum, 2023, 2025). Para países que basan su estrategia de desarrollo en IED de alta tecnología, esto implica que la disponibilidad y la calidad del talento STEM local se han convertido en factores tan críticos como los incentivos fiscales o la infraestructura física.

En el caso de Costa Rica, la OECD ha documentado que el “primer ciclo” de atracción de IED –a partir de la llegada de Intel y el desarrollo de clusters en electrónica, dispositivos médicos y servicios avanzados– se

TABLA 1. PROGRAMAS DE TALENTO STEM VINCULADOS A LA IED

| Institución líder | Programa / instrumento | Tipo de intervención | Sectores estratégicos asociados | Población objetivo | Vínculo explícito con la IED / competitividad |
|--------------------------------------|---|--|---|--|---|
| PROCOMER | Estrategia de Talento Humano de PROCOMER | Estrategia integral de desarrollo de habilidades: inteligencia de mercado laboral, formación para el empleo, intermediación y articulación empresa-formación | Sectores exportadores e IED en manufactura avanzada, servicios intensivos en conocimiento y agroindustria | Personas trabajadoras y empresas exportadoras e IED que requieren upskilling y reskilling | Posiciona el talento como parte del “paquete país” para la IED, alineando la oferta de competencias con la demanda de las empresas exportadoras y de la inversión extranjera (PROCOMER, 2023; Promotora de Comercio Exterior, 2024). |
| PROCOMER | Programa de Incentivo para el Desarrollo de Talento Humano en empresas exportadoras | Cofinanciamiento de 50-70 % (hasta 90 % en zona franca) de capacitaciones técnicas de alta demanda | Empresas exportadoras e IED en servicios, manufactura avanzada y cadenas globales | Personal técnico y profesional de empresas exportadoras y de IED | Reduce el costo de formación de talento especializado para empresas orientadas a exportación e IED, alineando rutas de capacitación con la inserción en mercados internacionales (PROCOMER, 2024). |
| MICITT-PCII | Nexus Talento STEM 2025 | Becas para carreras técnicas en áreas STEM financiadas con recursos del Fondo de Incentivos de la Ley 7169 | Semiconductores, dispositivos médicos y otros sectores declarados estratégicos en la economía basada en el conocimiento | Estudiantes de carreras técnicas en instituciones de educación superior y centros de formación técnica | Fortalece la base de talento técnico requerido por multinacionales en semiconductores y dispositivos médicos, pilares de la estrategia de IED intensiva en conocimiento (PCII, 2025a; OECD, 2012). |
| MICITT-PCII | Impulso STEM+ 2025 | Fondos no reembolsables (hasta €3 millones) para tesis de maestría y doctorado STEM | Áreas STEM alineadas con el Plan Nacional de CTI y con sectores vinculados a IED tecnológica | Estudiantes de maestría y doctorado en áreas STEM | Refuerza el pipeline de talento avanzado (posgrado) que puede vincularse a proyectos de I+D con multinacionales, laboratorios nacionales y centros de investigación (PCII, 2025b; OECD, 2017). |
| CINDE | Estrategia país “Grow smarter, grow better, grow together” | Posicionamiento internacional y promoción de IED basada en plataforma de talento, ecosistema colaborativo y sostenibilidad | Manufactura inteligente, servicios intensivos en conocimiento, salud y bienestar | Empresas multinacionales potenciales y presentes en el país | Reposiciona la IED desde un enfoque de costos hacia una lógica de “world-class talent platform”, donde el talento STEM y la infraestructura de CTI son el principal atractivo para IED de alta tecnología (CINDE, 2020; CINDE, 2025). |
| MICITT-CONARE-CeNAT (ecosistema CTI) | Laboratorios nacionales (CeNAT) y programas de cooperación científico-tecnológica | Infraestructura científico-tecnológica avanzada y proyectos de cooperación científica con empresas y organismos internacionales | Nanotecnología, biotecnología, computación avanzada, sensores remotos, ambiente | Investigadores, estudiantes avanzados, empresas y entidades públicas | Actúan como plataforma de diplomacia científica y de soporte tecnológico para proyectos de alto contenido de conocimiento asociados a IED y cadenas intensivas en tecnología (CeNAT, 2020; CeNAT-CONARE, 2020; OECD, 2017). |

Fuente: PROCOMER, 2023; Promotora de Comercio Exterior, 2024; PROCOMER, 2024; PCII, 2025a; OECD, 2012; PCII, 2025b; OECD, 2017; CINDE, 2020; CINDE, 2025; CeNAT, 2020; CeNAT-CONARE, 2020; OECD, 2017.

apoyó fuertemente en una combinación de mano de obra calificada a costos competitivos, estabilidad institucional y un régimen de incentivos agresivo (OECD, 2012, 2017; Guimón, 2013). El informe *Attracting Knowledge-Intensive FDI to Costa Rica* es explícito: la disponibilidad de talento técnico y profesional fue uno de los tres pilares que explican la primera ola de IED, pero advierte que, para sostener una segunda ola

basada en actividades más intensivas en conocimiento, el país debe profundizar sus capacidades de capital humano y fortalecer los vínculos entre universidades, empresas e instituciones de ciencia y tecnología (OECD, 2012).

Estudios de caso posteriores sobre Costa Rica, como el informe del Banco Mundial y la OECD sobre clusters intensivos en conocimiento alrededor de las

multinacionales, muestran una realidad dual: por un lado, la IED ha transformado la estructura productiva del país y generado empleos de alta calidad; por otro, los encadenamientos locales en actividades sofisticadas siguen siendo limitados debido a brechas de capacidades en empresas nacionales y a restricciones en la oferta de talento altamente especializado (Guimón, 2013). En este análisis, el talento STEM aparece como el punto de cuello de botella: las multinacionales pueden escalar operaciones de mayor complejidad solo si el ecosistema local –universidades, centros de investigación, proveedores– logra sostener una oferta suficiente de ingenieros, científicos y técnicos avanzados.

La narrativa institucional de Costa Rica en materia de IED ha incorporado explícitamente este giro hacia el talento. La agencia CINDE presenta la estrategia de atracción de inversión bajo el lema “Grow smarter, grow better, grow together”, destacando que el país busca aprovechar los beneficios de una “world-class talent platform” integrada en un ecosistema colaborativo de negocios y sostenibilidad (CINDE, 2020). Sus materiales de promoción enfatizan que Costa Rica ofrece “capacidades de talento y tecnologías” articuladas en ecosistemas de crecimiento, donde el factor humano –y no solo los costos– es el elemento diferenciador para las empresas que buscan hubs de servicios intensivos en conocimiento y manufactura inteligente.

En paralelo, PROCOMER ha desarrollado una Estrategia de Talento Humano orientada explícitamente al crecimiento empresarial y a la inversión extranjera, basada en estudios de prospección de la demanda y en programas de formación para alinear las competencias con las necesidades de las empresas exportadoras e IED (PROCOMER, 2023). Complementariamente, el Programa de Incentivo para el Desarrollo de Talento Humano en empresas exportadoras cofinancia entre el 50% y el 70% del costo de capacitaciones técnicas de alta demanda, lo que permite que las empresas estructuren rutas de formación alineadas con sus estrategias de inserción en mercados internacionales (PROCOMER, 2024). Este enfoque coloca la formación de talento como parte del “paquete país” para la atracción y consolidación de IED.

Desde la política de ciencia y tecnología, el MICITT y la Promotora Costarricense de Innovación e Investigación (PCII) han lanzado programas que conectan directamente al talento STEM con sectores

estratégicos vinculados a la IED. La convocatoria Nexus Talento STEM 2025 destina €100 millones para financiar al menos 45 becas en carreras técnicas orientadas a semiconductores y dispositivos médicos, declarados pilares estratégicos de la economía basada en el conocimiento del país (PCII, 2025a). En un nivel de formación más avanzado, el programa Impulso STEM+ 2025 otorga fondos no reembolsables de hasta €3 millones para apoyar trabajos finales de maestría y doctorado en áreas STEM, reforzando el pipeline de talento de alto nivel que luego puede vincularse a proyectos con empresas multinacionales, centros de investigación y laboratorios nacionales (PCII, 2025b).

En conjunto, estas iniciativas reflejan un cambio de paradigma: la política de talento ya no se diseña solo para abastecer el mercado laboral doméstico, sino también como instrumento central de una estrategia de IED intensiva en conocimiento. La evidencia internacional respalda esta orientación: los estudios de la OECD sobre IED y capital humano muestran que los países que logran combinar políticas activas de atracción de IED con inversiones sostenidas en habilidades avanzadas son los que capturan mayores spillovers de productividad y tecnología (Blomström & Kokko, 2002; OECD, 2012, 2017). En el caso de Costa Rica, la apuesta por programas como Nexus Talento STEM, Impulso STEM+ y la estrategia de talento de PROCOMER sugiere una transición desde un modelo de competitividad basado en “mano de obra calificada a buen precio” hacia un modelo de “plataforma de talento STEM de alto valor agregado”, alineada con la diplomacia científica y con una IED que actúa como vector de sofisticación productiva, y no solo como fuente de empleo y exportaciones. Esta articulación de instrumentos y actores de talento STEM vinculados a la IED se presenta en la Tabla 1.

DISCUSIÓN: SINERGIAS ENTRE CIENCIA, DIPLOMACIA E INVERSIÓN

La evidencia documental revisada permite sostener que la relación entre ciencia, diplomacia e inversión extranjera directa (IED) en Costa Rica no es accidental, sino el resultado de una convergencia estructural de tres vectores: un sistema científico y universitario relativamente sólido, una estrategia de inserción internacional basada en diplomacia científica emergente y una política de atracción de IED intensiva en conocimiento.

En el plano conceptual, la diplomacia científica se entiende como el punto de cruce entre las políticas de ciencia y tecnología y la política exterior, operando en las dimensiones de *la ciencia en la diplomacia, la diplomacia para la ciencia, la ciencia para la diplomacia y diplomacia de la ciencia (2025)* (Royal Society & American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2010; Flink & Schreiterer, 2010). Este marco, ampliamente citado, ha sido retomado para América Latina y el Caribe por Gual Soler (2020, 2021), quien documenta cómo los países de la región utilizan la cooperación científica como herramienta de posicionamiento internacional, de acceso a capacidades de frontera y de construcción de confianza.

Desde la perspectiva de la economía internacional, la literatura sobre IED establece un resultado robusto: los beneficios de la inversión extranjera dependen críticamente del capital humano local. Borensztein, De Gregorio y Lee (1998) muestran que la IED sólo contribuye a elevar el crecimiento cuando el país receptor supera cierto umbral de educación y habilidades; Blomström y Kokko (2002), de la OECD, profundizan en cómo los spillovers tecnológicos se materializan únicamente cuando existen capacidades locales para absorber y adaptar el conocimiento. Aplicado al caso costarricense, esto implica que la estrategia de IED basada en manufactura avanzada, servicios intensivos en conocimiento y clústeres alrededor de multinacionales sólo es sostenible si se acompaña de políticas deliberadas de fortalecimiento del talento STEM y de las instituciones científicas nacionales (OECD, 2012, 2017; Guimón, 2013). Los informes de la OECD sobre Costa Rica son claros en este punto. *Attracting Knowledge-Intensive FDI to Costa Rica* identifica que la primera ola de IED de alta tecnología se apoyó en una combinación de mano de obra calificada, estabilidad institucional y un régimen fiscal atractivo, pero advierte que para avanzar hacia una segunda fase –centrada en actividades de mayor intensidad tecnológica– se requieren mayores capacidades en ciencia, tecnología e innovación y una mejor articulación con la política de capital humano (OECD, 2012). El *OECD Reviews of Innovation Policy: Costa Rica 2017* complementa esta lectura al señalar tanto los logros del sistema (rol de las universidades públicas, apertura económica, especialización en sectores dinámicos) como sus debilidades en

materia de gobernanza, coordinación interinstitucional y vinculación ciencia-empresa (OECD, 2017).

En paralelo, el UNESCO Science Report 2021 y los informes globales sobre educación STEM (*Cracking the Code*, UNESCO, 2017) subrayan que la capacidad de un país para participar en cadenas globales de valor basadas en conocimiento depende no sólo del volumen de inversión en I+D, sino de la estructura y equidad del sistema de educación superior y de la formación en STEM, incluyendo brechas de género y territoriales (UNESCO, 2017, 2021). Esto refuerza la idea de que el talento STEM es un activo estratégico tanto para la política científica como para la inserción internacional.

El componente de diplomacia científica completa el triángulo. La Royal Society y la AAAS (2010) y, más recientemente, los trabajos de Gual Soler (2020, 2021) y Lima-Toivanen *et al.* (2025), muestran que la diplomacia científica no se limita a “comunicar ciencia” en foros internacionales; constituye una arquitectura de redes, acuerdos y proyectos que habilita acceso a infraestructuras de investigación, financiamiento competitivo y espacios de decisión global (Gual Soler, 2020, 2021; Lima-Toivanen *et al.*, 2025; Royal Society & AAAS, 2010). En el eje Unión Europea-América Latina y el Caribe, proyectos como ALCUE NET, ERANet-LAC y EU-LAC ResInfra y la EU Science Diplomacy Alliance han sido explícitamente concebidos como instrumentos de diplomacia científica birregional, con fuerte énfasis en la construcción de confianza, la armonización de agendas y el uso compartido de infraestructuras (BiodivERsA & ALCUE NET, 2015; Lima-Toivanen *et al.*, 2025). Cuando se cruzan estos tres planos –ciencia, diplomacia e IED–, el caso costarricense aparece como un ejemplo de pequeña economía abierta que ha internalizado, de facto, una lógica de “soft power basado en el conocimiento”. En los términos de Nye (2004), el país proyecta capacidad de atracción no solo a partir de su estabilidad política o de sus incentivos fiscales, sino también de la credibilidad de sus instituciones científicas, de su trayectoria en educación y de su narrativa de país “verde” e intensivo en talento (Nye, 2004). Esta narrativa no es retórica: se sustenta en hechos documentables, como la concentración de la producción científica en las universidades públicas coordinadas por CONARE (Gallardo-Allen, 2019; OECD, 2017), la existencia de laboratorios interuniversitarios de frontera en el CeNAT (CeNAT, 2020) y la

presencia de multinacionales en sectores intensivos en conocimiento (OECD, 2012; Guimón, 2013).

En las dimensiones de política económica y de talento, la estrategia de Costa Rica se ha ido alineando explícitamente con estas tendencias. La Estrategia de Talento Humano de PROCOMER define un portafolio de servicios orientado a la “promoción y desarrollo de habilidades técnicas y profesionales altamente demandadas en sectores con amplio potencial de crecimiento”, articulando inteligencia de mercado laboral, formación para el empleo e intermediación (PROCOMER, 2023). El Programa de Incentivo para el Desarrollo de Talento Humano en empresas exportadoras cofinancia entre el 50% y el 70% del costo de las capacitaciones técnicas, y un programa específico para empresas del régimen de zona franca puede llegar hasta el 90%, según información oficial de PROCOMER (2024). Estos instrumentos desplazan el enfoque desde una atracción de IED basada sólo en costos hacia una lógica de co inversión en capacidades, en la que el Estado asume parte del riesgo de formar talento especializado.

En el campo de la ciencia y la tecnología, los programas Nexus Talento STEM 2025 e Impulso STEM+ 2025, gestionados por la PCII bajo el MICITT, constituyen señales claras de esta misma apuesta. Nexus Talento STEM 2025 destina ₡100 millones, provenientes del Fondo de Incentivos de la Ley 7169, para financiar al menos 45 becas de carreras técnicas en sectores estratégicos como semiconductores y dispositivos médicos (PCII, 2025a). Impulso STEM+ 2025 ofrece fondos no reembolsables de hasta ₡3 millones por tesis aplicada de maestría o de doctorado en áreas STEM alineadas con el Plan Nacional de CTI (PCII, 2025b). Ambas convocatorias se inscriben en una lógica explícita de “capital humano como infraestructura estratégica” para la economía basada en el conocimiento.

En paralelo, la agencia de promoción de inversiones CINDE ha reposicionado la narrativa de IED bajo el lema “Grow smarter. Grow better. Grow together”, subrayando que la estrategia país busca “reap the benefits of a world-class talent platform, a collaborative and prosperous business ecosystem, and a productive sustainability approach” (CINDE, 2020). La coincidencia entre esta narrativa y los contenidos de los informes de la OECD, UNESCO y el Foro Económico Mundial no es casual: todos apuntan a que, en el contexto del futuro del trabajo y la doble transición digital-verde,

los países que articulen coherentemente talento STEM, diplomacia científica e IED intensiva en conocimiento tendrán ventajas competitivas difíciles de imitar (OECD, 2019, 2023; UNESCO, 2021; World Economic Forum, 2023, 2025).

Ahora bien, la sinergia identificada no está exenta de riesgos ni de cuellos de botella. La propia OECD advierte sobre la fragmentación de la gobernanza del sistema de innovación costarricense, con múltiples actores (MICITT, CONARE, CeNAT, ministerios sectoriales, agencias de fomento, CINDE, PROCOMER) y mecanismos de coordinación aún incipientes (OECD, 2017). UNESCO señala, a su vez, brechas de género y territoriales persistentes en el acceso a la educación STEM (UNESCO, 2017, 2021). Si estas debilidades no se abordan, la “ventaja país” basada en talento y ciencia corre el riesgo de ser parcial y frágil: una parte de la población queda al margen de las oportunidades, y las decisiones de las multinacionales pueden volverse demasiado determinantes para la estructura productiva nacional.

Con base en esta evidencia, la discusión permite extraer tres mensajes estratégicos:

1. La ciencia y la diplomacia científica son un activo económico, no sólo académico. Los informes de la OECD y la UNESCO, así como los análisis sobre diplomacia científica, muestran que la participación en redes científicas internacionales, el acceso a infraestructuras de investigación y la presencia en foros de decisión global mejoran la capacidad de un país para atraer y negociar IED de alta tecnología (Gual Soler, 2020, 2021; Lima-Toivanen *et al.*, 2025; OECD, 2012, 2017).
2. El talento STEM es la “moneda dura” que determina la calidad de la IED. La literatura sobre IED y crecimiento, junto con los diagnósticos del Future of Jobs del WEF, coincide en que la disponibilidad de talento avanzado determina si un país atrae actividades rutinarias o segmentos de alto valor agregado (Borensztein *et al.*, 1998; Blomström & Kokko, 2002; World Economic Forum, 2023, 2025). https://www.promotora.go.cr/web/Convocatoria/Impulso_STEM_2025 Las políticas de PROCOMER y PCII van precisamente en la dirección de blindar y ampliar esa base de talento.

TABLA 2. SINERGIAS Y BRECHAS ENTRE CIENCIA, DIPLOMACIA, TALENTO E IED

| Dimensión | Activos actuales (fortalezas) | Brechas / riesgos identificados | Oportunidades de política y líneas de acción | Actores clave involucrados |
|---|--|--|---|---|
| Ciencia y sistema de CTI | Sistema universitario público robusto, coordinado por CONARE; plataforma interuniversitaria CeNAT con cinco laboratorios nacionales de frontera; trayectoria en investigación en áreas estratégicas (nanotecnología, biotecnología y ambiente) (Gallardo-Allen, 2019; CeNAT, 2020; CeNAT-CONARE, 2020). | Fragmentación de la gobernanza del SNCTI, superposición de competencias y mecanismos de coordinación aún incipientes; vínculos ciencia-empresa incompletos (OECD, 2017; UNESCO, 2021). | Fortalecer los mecanismos de gobernanza de alto nivel, la evaluación de políticas y la articulación ciencia-empresa; consolidar a CeNAT como nodo de diplomacia científica e infraestructura compartida para proyectos con IED. | MICITT, CONARE, CeNAT, universidades públicas, MIDEPLAN, bancos de desarrollo. |
| Diplomacia científica y redes de cooperación | Inserción activa en redes birmregionales EU-ALC (ALCUE NET, ERANet-LAC, EU-LAC ResInfra), EU Science Diplomacy Alliance, IAI y agenda UNESCO-CILAC; Cátedra CeNAT como espacio de articulación ciencia-política exterior (Gual Soler, 2020, 2021; Lima-Toivanen <i>et al.</i> , 2025; ENRICH in LAC, 2024; Delfino.cr, 2025). | Diplomacia científica todavía poco institucionalizada como política de Estado; dependencia de proyectos y liderazgos individuales; falta de indicadores que conecten explícitamente la diplomacia científica con resultados en I+D tecnológica (Royal Society & AAAS, 2010; UNESCO, 2025). | Institucionalizar la diplomacia científica con un mandato interministerial; vincular explícitamente las redes científicas internacionales con estrategias de atracción de IED y métricas de impacto económico y tecnológico. | MREC, MICITT, CeNAT, embajadas, agencias multilaterales, EU Science Diplomacy Alliance, IAI. |
| Talento STEM y capital humano | Base significativa de talento técnico y profesional; programas Nexus Talento STEM 2025 e Impulso STEM+ 2025; Estrategia de Talento Humano de PROCOMER y programa de incentivos para formación en empresas exportadoras (PCII, 2025a, 2025b; PROCOMER, 2023, 2024). | Brechas de capacidades avanzadas en empresas nacionales; riesgo de cuellos de botella en talento STEM altamente especializado; persistencia de brechas de género y territoriales en acceso a STEM (UNESCO, 2017, 2021; Guimón, 2013). | Alinear de forma más explícita la oferta educativa y los programas de becas con sectores estratégicos de IED; ampliar programas de upskilling y reskilling; integrar enfoques de equidad (género, territorio) en las políticas de talento. | MICITT, PCII, PROCOMER, CONARE, universidades públicas, INA, empresas exportadoras e IED. |
| IED intensiva en conocimiento y encadenamientos | Trayectoria en atracción de IED de alta tecnología (Intel, dispositivos médicos, servicios avanzados); narrativa país basada en el talento, la sostenibilidad y la estabilidad; reposicionamiento de la IED bajo la lógica de “world-class talent platform” (OECD, 2012, 2017; CINDE, 2020; World Economic Forum, 2023, 2025). | Encadenamientos locales sofisticados todavía limitados; riesgo de dependencia excesiva de decisiones corporativas externas; posibilidad de “dualización” productiva si el talento se concentra en pocos sectores y territorios (OECD, 2017; Guimón, 2013; UNESCO, 2021). | Diseñar instrumentos para fortalecer proveedores locales intensivos en conocimiento; usar la diplomacia científica y los laboratorios nacionales como palanca para proyectos de I+D con multinacionales; vincular incentivos fiscales a compromisos en talento y encadenamientos. | CINDE, PROCOMER, COMEX, MICITT, CeNAT, cámaras empresariales, multinacionales. |
| Equidad, inclusión y cohesión territorial del talento | Reconocimiento explícito en la UNESCO, OECD y WEF de la importancia de integrar dimensión social y de habilidades en la estrategia de desarrollo (OECD, 2019, 2023; UNESCO, 2017, 2021; World Economic Forum, 2023, 2025). | Brechas de género y territoriales en STEM; riesgo de que la “ventaja país” basada en el talento beneficie solo a segmentos urbanos y de mayor ingreso; potencial pérdida de talento (fuga o desconexión con el aparato productivo) (UNESCO, 2017, 2021). | Integrar metas de equidad en todos los instrumentos de talento STEM; fortalecer programas dirigidos a mujeres, a regiones fuera de la GAM y a jóvenes de sectores vulnerables; monitorear indicadores de inclusión vinculados a IED y STEM. | MICITT, MEP, CONARE, PROCOMER, PCII, instituciones de equidad de género y de desarrollo regional. |

Fuente: Gallardo-Allen, 2019; CeNAT, 2020; CeNAT-CONARE, 2020; OECD, 2017; UNESCO, 2021; Gual Soler, 2020, 2021; Lima-Toivanen *et al.*, 2025; ENRICH in LAC, 2024; Delfino.cr, 2025; Royal Society & AAAS, 2010; UNESCO, 2025; PCII, 2025a, 2025b; PROCOMER, 2023, 2024; UNESCO, 2017, 2021; Guimón, 2013; OECD, 2012, 2017; CINDE, 2020; World Economic Forum, 2023, 2025; OECD, 2017; Guimón, 2013; UNESCO, 2021; OECD, 2019, 2023; UNESCO, 2017, 2021; World Economic Forum, 2023, 2025; UNESCO, 2017, 2021.

3. La sinergia entre ciencia, diplomacia e inversión requiere una gobernanza de Estado. Sin mecanismos de coordinación de alto nivel, sin indicadores que midan el impacto de la diplomacia científica y del talento sobre la IED, y sin políticas de equidad e inclusión, la estrategia puede quedar fragmentada y vulnerable a los ciclos políticos o a cambios en las estrategias corporativas globales (OECD, 2017; UNESCO, 2021). Las principales sinergias, brechas y oportunidades de política derivadas de este análisis se resumen en la Tabla 2.

El análisis documental sugiere que Costa Rica ya opera, de facto, una estrategia de diplomacia científica aplicada a la atracción de IED tecnológica, apoyada en su sistema universitario, en instituciones como el CeNAT y en políticas emergentes de talento STEM. El desafío no es inventar esta sinergia, sino reconocerla explícitamente, consolidarla como política de Estado y dotarla de instrumentos de gobernanza, financiamiento y evaluación acordes con su importancia estratégica.

CONCLUSIONES

La trayectoria reciente de Costa Rica muestra que la articulación entre ciencia, diplomacia e inversión no es un ejercicio retórico, sino una apuesta estructural. A partir del análisis de informes de la OECD, de la UNESCO y del Foro Económico Mundial, así como de políticas y programas nacionales, puede afirmarse que el país ha configurado una combinación singular de sistema universitario público robusto, instituciones interuniversitarias especializadas (como el CeNAT) y agencias de promoción de inversiones que han incorporado explícitamente la dimensión de talento humano en su propuesta de valor.

Primero, la evidencia respalda la afirmación de que la diplomacia científica es hoy un componente operativo de la estrategia internacional costarricense, aunque aún no esté plenamente formalizada como política de Estado. La inserción en redes birregionales de investigación, la cooperación con organismos multilaterales y la consolidación de laboratorios nacionales de frontera generan capital relacional y reputación científica que fortalecen la capacidad del país para negociar proyectos de alto contenido tecnológico y acceder a infraestructuras de investigación de nivel mundial.

Segundo, el talento STEM se confirma como el recurso crítico que determina la calidad de la IED que el país puede atraer. La literatura sobre IED y capital humano es consistente: sin un umbral suficiente de capacidades técnicas y científicas, la inversión extranjera se concentra en actividades de baja complejidad. Las iniciativas nacionales en marcha –como la Estrategia de Talento Humano de PROCOMER, los incentivos para la formación de personal en empresas exportadoras y los programas Nexus Talento STEM e Impulso STEM+– señalan una transición desde un modelo basado en mano de obra calificada a bajo costo hacia un modelo de plataforma de talento avanzado vinculado a sectores estratégicos.

Tercero, el análisis evidencia tensiones y riesgos que no pueden ignorarse. La fragmentación de la gobernanza del sistema de ciencia, tecnología e innovación, la superposición de competencias entre instituciones y las brechas de equidad (de género, territoriales y socioeconómicas) en el acceso a oportunidades STEM amenazan con limitar el alcance de esta ventaja país. Sin mecanismos de coordinación de alto nivel, sin métricas que capturen el impacto real de la diplomacia científica y del talento sobre la productividad y la estructura productiva, y sin políticas deliberadas de inclusión, la estrategia corre el riesgo de ser parcial, frágil y dependiente de decisiones corporativas externas.

A partir de estos elementos, se derivan tres líneas estratégicas de acción:

Institucionalizar la diplomacia científica como política pública interministerial, con un liderazgo claro, mandatos definidos y una articulación formal entre MICITT, MREC, CONARE-CeNAT, COMEX y PROCOMER.

Profundizar la estrategia de talento STEM como infraestructura crítica para la IED intensiva en conocimiento, alineando de manera más explícita la oferta educativa, los incentivos a la investigación y los programas de formación con las necesidades de los sectores estratégicos, sin descuidar la equidad y la inclusión.

Desarrollar y utilizar indicadores robustos que permitan medir y comunicar el impacto económico y social de la ciencia, de la diplomacia científica y de las alianzas con empresas multinacionales, de modo que la toma de decisiones se base en evidencia y se pueda rendir cuentas a la ciudadanía.

Costa Rica ya dispone de los bloques fundamentales para consolidar una ventaja país basada en la ciencia,

el talento y la cooperación internacional. El desafío no es partir de cero, sino reconocer explícitamente esa sinergia, blindarla frente a los ciclos políticos y escalarla mediante una gobernanza más integrada, estable

y orientada al largo plazo. Si lo logra, la diplomacia científica y el talento STEM dejarán de ser “actores de reparto” y pasarán a ocupar un lugar central en la narrativa del desarrollo y la competitividad del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

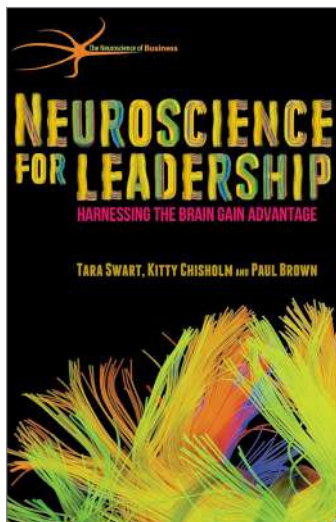
- BiodivERsA, & ALCUE NET. (2016). Mapping the collaboration between Europe and Latin American research on biodiversity. BiodivERsA / ALCUE NET.
- Blomström, M., & Kokko, A. (2002). FDI and human capital: A research agenda (OECD Development Centre Working Paper No. 195, CD/DOC(2002)07). OECD Publishing.
- Borensztein, E., De Gregorio, J., & Lee, J.-W. (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*, 45(1), 115-135.
- Cammeraat, E., Samek, L., & Squicciarini, M. (2021). The role of innovation and human capital for the productivity of industries (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 103). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/197c6ae9-en>
- CeNAT. (2020). *Memoria CeNAT 2020: Transformando conocimiento en desarrollo*. Consejo Nacional de Rectores.
- CeNAT-CONARE. (2020). *Reglamento del Fondo de Becas CeNAT-CONARE para el apoyo de proyectos de graduación e investigación* (Versión 02-2020).
- CINDE. (2020, 14 de mayo). Costa Rica: Grow smarter, grow better, grow together. Costa Rican Investment Promotion Agency.
- CINDE. (2025). *About CINDE: Your guide for business & talent development*. Costa Rican Investment Promotion Agency.
- COMEX. (2023). Comunicado de prensa. COMEX replantea abordaje de atracción de IED para que beneficios lleguen a más sectores y regiones
- CONARE. (2023). *Consejo Nacional de Rectores: Información institucional y PLANES de la educación superior estatal*. Sistema de Información de la Educación Superior Universitaria Estatal (SIESUE).
- Costa Rica. Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones. (2021). *Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación 2022-2027*. MICITT.
- Delfino.cr. (2025, 7 de septiembre). CeNAT y CONARE promueven encuentro para fortalecer la diplomacia científica en Costa Rica. Delfino.cr.
- ENRICH in LAC. (2024). Country profile: Costa Rica - EU & LAC region. ENRICH in LAC.
- EU Science Diplomacy Alliance. (2025). The EU Science Diplomacy Alliance. European Union Science Diplomacy Alliance.
- European Commission. (2025). Science diplomacy - Research and innovation. European Commission.
- Flink, T., & Schreiterer, U. (2010). Science diplomacy at the intersection of S&T policies and foreign affairs: Toward a typology of national approaches. *Science and Public Policy*, 37(9), 665-677. <https://doi.org/10.3152/030234210X12778118264530>
- Gallardo-Allen, E. (2019). Higher education systems and institutions, Costa Rica. En J. C. Shin & P. Teixeira (Eds.), *Encyclopedia of International Higher Education Systems and Institutions*. Springer.
- Gual Soler, M. (2020). *Diplomacia científica en América Latina y el Caribe: Estrategias, mecanismos y perspectivas para fortalecer la diplomacia de la ciencia, tecnología e innovación*. UNESCO; Foro CILAC. <https://forocilac.org/wp-content/uploads/2020/11/PolicyPapers-DiplomaciaCientifica-ES.pdf>
- Gual Soler, M. (2021). Science diplomacy in Latin America and the Caribbean: Current landscape, challenges, and future perspectives. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 6, 670001. <https://doi.org/10.3389/frma.2021.670001>
- Guimón, J. (2013). Building knowledge-intensive clusters around MNCs in Costa Rica. Innovation Policy Platform, OECD & World Bank.
- Huete-Pérez, J. A., et al. (2024). Catalyzing sustainable development: Insights from the international workshop on STI policies and innovation systems in Central America. *Palgrave Communications / Humanities and Social Sciences Communications*.
- Inter-American Institute for Global Change Research. (s.f.). Intergovernmental scientific networks in Latin America: Science diplomacy as a tool for cooperation. IAI / Center for Science Diplomacy.

- Lima-Toivanen, M., Kulju, M., Sanchez Nieminen, G., Martins, J. T., & Dos Santos, A. M. (2025). Science diplomacy in the European and Latin American and Caribbean research infrastructure collaboration. *Science and Public Policy*, 52(1), 1-15. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae054>
- Marcolin, L., & Squicciarini, M. (2017). Investing in innovation and skills: Thriving in global value chains (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 44). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9e296b43-en>
- Nye, J. S. (2004). *Soft power: The means to success in world politics*. PublicAffairs.
- OECD. (2012). *Attracting knowledge-intensive FDI to Costa Rica: Challenges and policy options*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a197b976-en>
- OECD. (2017). *OECD Reviews of Innovation Policy: Costa Rica 2017*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264271654-en>
- OECD. (2019). *OECD Skills Strategy 2019: Skills to shape a better future*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264313835-en>
- OECD. (2023). *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a resilient green and digital future*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *The OECD innovation strategy: Getting a head start on tomorrow*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *OECD Skills Strategy 2019: Skills to shape a better future*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264313835-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a resilient green and digital future*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *Policy toolkit for strengthening FDI and SME linkages*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/688bde9a-en>
- Pandey, N., Bhadra, A., & Chaturvedi, S. (2022). Emerging technologies, STI diaspora and science diplomacy in India: Towards a new approach. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 7, 904100. <https://doi.org/10.3389/frma.2022.904100>
- PCII. (2025a). PCII abre segunda etapa de la convocatoria “Nexus Talento STEM 2025” para financiar becas de carreras técnicas en sectores estratégicos. Promotora Costarricense de Innovación e Investigación / MICITT.
- PCII. (2025b). Impulso STEM+ 2025: Convocatoria de financiamiento no reembolsable para la investigación final en maestrías y doctorados STEM. Promotora Costarricense de Innovación e Investigación / MICITT.
- PROCOMER. (2023). *Sobre PROCOMER: Nuestra historia, misión y ejes estratégicos*. Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica.
- PROCOMER. (2023). *Talento humano de Costa Rica: Estrategia de talento humano de PROCOMER*. Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica.
- PROCOMER. (2024). *Programa de incentivo para el desarrollo de talento humano en empresas exportadoras*. Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica.
- Promotora de Comercio Exterior. (2024). *Plan estratégico PROCOMER 2023-2026 y estrategia de talento humano*. PROCOMER.
- Royal Society, & American Association for the Advancement of Science. (2010). *New frontiers in science diplomacy: Navigating the changing balance of power*. The Royal Society. <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2010/new-frontiers-science-diplomacy/>
- S4D4C Team. (2020, 20 de octubre). *Europe and Canada addressing global challenges together: Science diplomacy as a strategic approach*. EU Science Diplomacy / S4D4C.
- S4D4C Team. (2021). *Calling for a systemic change: Towards a European Union science diplomacy for addressing global challenges*. S4D4C / Centre for Social Innovation (ZSI).
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls’ and women’s education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO.
- UNESCO. (2021). *UNESCO Science Report: The race against time for smarter development*. UNESCO.
- UNESCO. (2025). *Science diplomacy in a rapidly changing world: Building peace in the minds of men and women; report on the UNESCO Global Ministerial Dialogue on Science Diplomacy*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000395892>
- Vega-Baudrit, J. (2013). Políticas nacionales de desarrollo, divulgación y formación de la nanotecnología en Costa Rica: La importancia de LANOTEC. *Revista Digital Universitaria*, 14(3), 1-14.

Vindas Segura, M., & Parral, C. A. (2022, 9 de agosto). MICITT presenta plan para mejorar Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Vicerrectoría de Investigación, UCR*.

World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. World Economic Forum.

World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*. World Economic Forum.
<https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>



**“Neuroscience for Leadership:
Harnessing the Brain Gain Advantage”
por Tara Swart, Kitty Chisholm y Paul Brown**

Una mirada refrescante y científica a la conducta humana y a las posibilidades para cambiarla.

Sería muy fácil caer en la trampa de suponer que este libro es una lectura pseudocientífica o algo incluso peor. La palabra “neurociencia” ha sido (y sigue siendo) bastante manoseada para vender falsos milagros y alimentar (dudosamente) algunas pocas billeteras.

Pero no: estamos ante un texto riguroso y educativo. Aporta datos y fuentes constantemente, lista posiciones y contraposiciones, presenta panoramas completos y educa. Uno no puede evitar sentir que aprende mucho con cada párrafo que avanza.

Los autores plantean observaciones y preguntas que nos llevan de la mano para desentrañar los misterios de la conducta humana a nivel cerebral. Y lo hacen utilizando el lenguaje científico necesario. No abruman al lector, sino que le guían a descubrir las maravillas del cerebro humano y como ese conocimiento podemos usarlo para nuestro beneficio.

Una pregunta que plantean al inicio, y que marca el tono del libro es: ¿por qué, si las reacciones químicas son iguales en todos los cerebros, todos nos comportamos de manera distinta? ¿por qué ante un mismo estímulo reaccionamos diferente? La respuesta no es fácil,

RESEÑAS DE LIBROS

Mario Agüero Obando

Recibido: 20 diciembre, 2025 • Revisado: 5 diciembre, 2025 • Aceptado: 19 diciembre, 2025

pero es explicada de maravilla y nos conduce al tema central del libro: el liderazgo no es un don innato, y la neurociencia puede ayudarnos a “entrenarlo”.

Así como la ciencia deportiva ha logrado mejorar el rendimiento de los deportistas, la neurociencia nos debe llevar a encontrar la forma de “entrenar” nuestros cerebros para mejorar nuestras aptitudes de liderazgo; de alguna forma, a “hackear” nuestra conducta.

Hoy, más que nunca, la neuroplasticidad es algo de lo que debemos aprender, y aplicar para mantenernos vigentes ante la exigencia y la competencia que plantean tecnologías como la IA. Pero el libro no se queda ahí: nos ayuda a entender por qué nos cuesta cambiar las conductas o hábitos. Al ser conscientes de lo que pasa en nuestro cerebro, podemos empezar a manipular las cosas a nuestro favor y recalibrarlo. Y no es por medio de visualizaciones, manifestaciones vacías o decretos sin sentido. Es con conocimiento, con ciencia. Y de forma comprobable.

Al tratar de liderazgo el libro no solo se enfoca en lo personal: un líder tiene seguidores. Y el mejor líder crea confianza. Y así como el libro nos enseña sobre nosotros mismos, también nos enseña sobre cómo entender y tratar a los demás para crear confianza. Al dominar nuestra propia biología, podemos empezar a leer y estimular la de las demás personas positivamente.

Si usted quiere dejar de intentar ser líder o de imitar a otros líderes que le precedieron por “supervivencia”, este libro es para usted. No dudo que en un mediano plazo estará en una colección llamada “libros para cambiar de verdad, comprobado científicamente”.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Swart, T., Chisholm, K., & Brown, P. (2015). *Neuroscience for Leadership: Harnessing the Brain Gain Advantage*. Palgrave Macmillan.



**“Oprime refrescar”
por Satya Nadella**

El proceso de cambio cultural realizado en una de las empresas más importantes del mundo.

Es muy conocido, y cierto, el famoso refrán de “crea fama y échate a dormir”. Para bien y para mal. Y si hay una empresa que todavía hoy sigue sufriendo de su mala fama en muchos círculos por decisiones del pasado, es Microsoft. A pesar de grandes cambios de calidad de sus productos y, sobre todo, de cultura organizacional, la sombra de su pasado sigue presente sobre ella en muchas conversaciones.

Nadella, autor del libro, ha logrado cambiar y transformar muchas cosas. Podría decirse que su lema de trabajo es “Redescubrir el alma de Microsoft”. Y viendo el viaje que relata en este libro se me viene a la mente la fábula de la estatua de Buda que al limpiarla descubrían que no era de piedra, sino que la piedra ocultaba oro.

No teme el autor contar cuanto le costó el “renacimiento cultural” que ha vivido la empresa. La oposición y los celos reinantes al inicio, donde tuvo que limar egos y eliminar feudos fueron retos muy difíciles.

Pero su fe en las personas y su deseo de refrescar la visión y el negocio poco a poco fue ganando terreno. Posiblemente para él hubiera sido muy fácil hace años (mucho antes de estar en el radar para un puesto como el de CEO) irse a otra empresa con mejor ambiente y más a la moda, pero en las páginas y su escrito se lee cuanta voluntad y capacidad tuvo para seguir adelante y crecer hasta influenciar y llamar la atención. Nunca dejó de creer en hacer una diferencia para él y las personas de su entorno.

Si hay una palabra que me viene a la mente viendo la visión y la acción del autor, es coherencia. Misma que lo llevó a tomar más de un pequeño riesgo para cambiar cosas, para abrir mentes, para demostrar que era necesario cambiar. Y poco a poco fue expandiendo su influencia y su mensaje. Y los cambios fueron ocurriendo.

En un tiempo como el presente, donde la incertidumbre y volatilidad del mundo viene desde varios frentes, y parece que cada día se abre algún otro frente más, el mensaje de Nadella por hacer un ambiente colaborativo, innovador, abierto a nuevas ideas y donde las personas son el eje de central (más que la tecnología o los ingresos) nos recuerda que debemos volver hacia aquello que nos distingue como Humanos para navegar con esperanza a nuevas oportunidades.

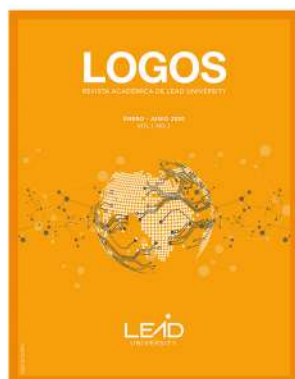
No es un libro de motivación, es un libro de confianza aplicada con conocimiento y una visión. Y los resultados están ahí. Constantemente explica sus fundamentos y comparte su forma de pensión. Podríamos decir que es un manifiesto personal del cual se pueden extraer muchas lecciones y, más importante, recordarnos que no solo debemos imitar lo que vemos de quienes nos precedieron sino, mejorarlo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Nadella, S. (2017). *Oprime refrescar*. HarperCollins.

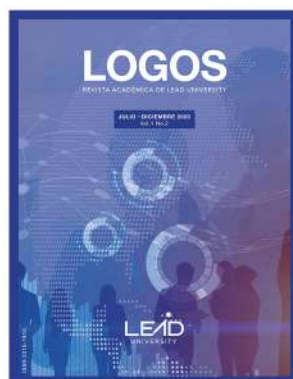
REVISTA ACADÉMICA LOGOS

Primera revista académica de una universidad privada cosechada a nivel nacional e internacional en el repositorio de acceso abierto Kimuk.



VOL. 1 No. 1

Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista



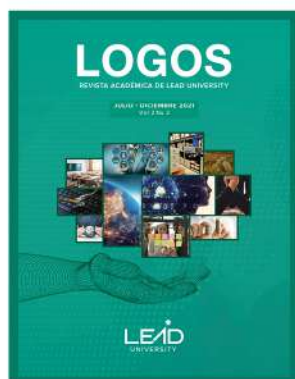
VOL. 1 No. 2

Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista



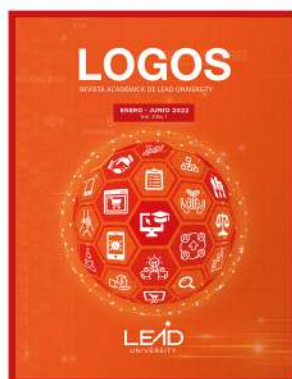
VOL. 2 No. 1

Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista



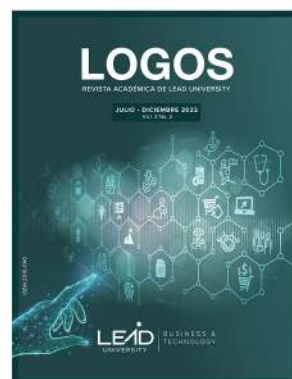
VOL. 2 No. 2

Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista



VOL. 3 No. 1

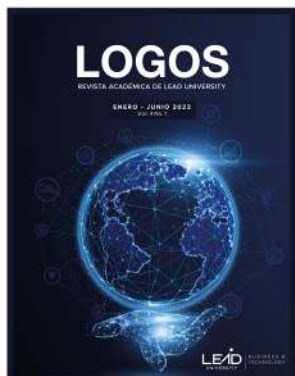
Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista



VOL. 3 No. 2

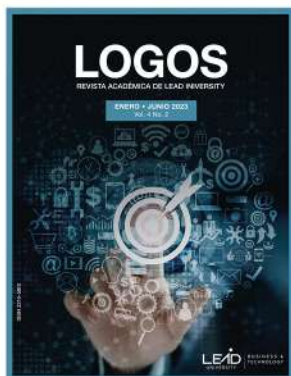
Lea el código QR con la cámara de su smartphome para acceder a la revista

REVISTA ACADÉMICA LOGOS



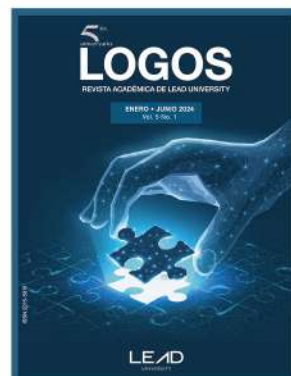
VOL. 4 No. 1

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista



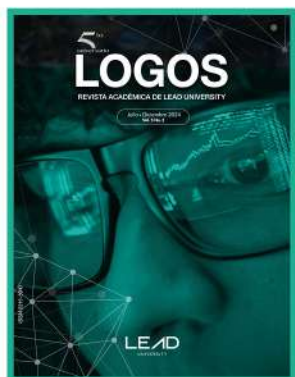
VOL. 4 No. 2

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista



VOL. 5 No. 1

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista



VOL. 5 No. 2

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista



VOL. 6 No. 1

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista



VOL. 6 No. 2

Lea el código QR con la cámara de su smartphone para acceder a la revista

DEBATES DE POLÍTICA PÚBLICA



**SERIE DEBATES
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 1**

*Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista*

**PROPUESTA PARA UNA MEJOR REGULACIÓN
DEL SECTOR ELÉCTRICO EN COSTA RICA**

Uri Weinstok



**SERIE DEBATES
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 2**

*Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista*

**EFECTOS Y DEFECTOS DE LA REGULACIÓN
DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS EN COSTA RICA.
NUEVOS DESAFÍOS ANTE NUEVOS PARADIGMAS**

Dennis Meléndez Howell, Marlon Yong Chacón, José Eduardo Angulo Aguilar



**SERIE DEBATES
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 3**

*Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista*

**¿ES NECESARIA UNA INTERVENCIÓN
EN EL MERCADO DE MEDICAMENTOS DE COSTA RICA?**

Diego Petrecolla, Uri Weinstok

COMPENDIOS DE POLÍTICA PÚBLICA



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 1

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**ACCIONES DE POLÍTICA PÚBLICA
PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA
POST COVID-19**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 2

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA POST INGRESO
DE COSTA RICA A LA ORGANIZACIÓN PARA LA
COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE)**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 3

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA
SOBRE LA FACILITACIÓN DE COMERCIO**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 4

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA.
DESAFÍOS COSTA RICA DIGITAL 2021**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 5

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA. LA RECONFIGURACIÓN
DE LAS CADENAS DE VALOR: EL PAPEL Y LAS
IMPLICACIONES DEL NEARSHORING PARA LA REGIÓN**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 6

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA.
COSTA RICA: UN AÑO DESPUÉS
DE SU INCORPORACION A LA OCDE**

COMPENDIOS DE POLÍTICA PÚBLICA



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 7

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA
EL MERCADO DEL ARROZ: REGULACIÓN ACTUAL
Y ACCIONES PARA SU APERTURA**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 8

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA
BENEFICIOS Y OPORTUNIDADES
DE LA ATRACCIÓN DE NÓMADAS DIGITALES**



COMPENDIO
DE POLÍTICA PÚBLICA No. 9

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**DIÁLOGOS DE POLÍTICA PÚBLICA
¿QUÉ SE ESPERA SOBRE LA EVOLUCIÓN
DEL TIPO DE CAMBIO?**

INVESTIGACIONES



SERIE INVESTIGACIONES No. 1

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**COSTA RICA: UN PROCESO DE APERTURA INCONCLUSO.
ANÁLISIS DE ECONOMÍA POLÍTICA DE LA APERTURA
COMERCIAL Y EPISODIOS REVELADORES**

Ricardo Monge González, Luis Rivera Valerio



SERIE INVESTIGACIONES No. 2

Lea el código QR con la cámara de su
smartphone para acceder a la revista

**OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:
ALINEAMIENTOS Y AVANCE DE EMPRESAS
CON PRESENCIA EN COSTA RICA**

Roxana Viquez S., Irene Viquez S.



Enero • Junio 2026
Vol. 7 No. 1