

FECHA: ENERO 2026

AIT | ALIANZA POR
LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

ANÁLISIS DEL ENTORNO IA EN COLOMBIA: DESARROLLO, REGULACIÓN Y PERSPECTIVAS

TIC Tank - Universidad del Rosario / Erick Rincón Cárdenas
en el marco de la Alianza por la Innovación Tecnológica

BPr

HubSpot

GRUPO
ASD

Biz Nation

TIC
TANK

Asotic
10 años

ATREVIÁ

TABLA DE CONTENIDO

- Resumen Ejecutivo
- Introducción y Metodología
- Marco Conceptual de la Inteligencia Artificial
- Contexto Tridimensional del Entorno IA en Colombia
- Análisis de Retos por Dimensión
- Buenas Prácticas Internacionales Aplicables
- Propuesta de Matriz de Seguimiento y Monitoreo
- Conclusiones y Recomendaciones Estratégicas
- Referencias



RESUMEN
EJECUTIVO

Colombia se encuentra en un momento histórico decisivo para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, habiendo consolidado su posicionamiento como líder regional en regulación y adoptando una estrategia integral que trasciende las iniciativas gubernamentales previas. La aprobación del CONPES 4144 en febrero de 2025 marca un hito fundamental, estableciendo una inversión comprometida de \$479.273 millones de pesos hasta 2030, representando el mayor compromiso gubernamental específico para IA en América Latina (Access Partnership, 2025).

Este documento se desarrolla en el marco de la creación de la Alianza por la Innovación Tecnológica (AIT), una iniciativa impulsada por ATREVIA, ASOTIC, BPrO, Biz Nation, HubSpot, Grupo ASD y el TIC Tank de la Universidad del Rosario. La AIT busca posicionar la adopción de tecnologías emergentes como motor de competitividad, inclusión y desarrollo multisectorial en el país.

El análisis tridimensional desarrollado desde el TIC Tank de la Universidad del Rosario, con el apoyo de la Alianza por la Innovación Tecnológica – AIT, revela un país avanzado en materia de inteligencia artificial, este avance se refleja en el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial 2025 (ILIA 2025), en el cual Colombia alcanza un puntaje total de 55,84 sobre 100, ubicándose en el grupo de países adoptantes de la región. El resultado sitúa al país por encima del promedio regional y refleja avances relevantes en el desarrollo y adopción de la inteligencia artificial. No obstante, el índice evidencia que este desempeño convive con brechas estructurales persistentes en infraestructura tecnológica, formación de talento especializado, inversión en investigación y desarrollo y adopción efectiva de la IA en amplios sectores productivos y territoriales.

El ecosistema de emprendedores colombianos de IA se caracteriza por un dinamismo excepcional, con 2.126 startups activas en 2024, representando un crecimiento del 24% comparado con 2023 (BBVA Spark, 2024). La inversión privada alcanzó USD \$513 millones durante 2024, consolidando a Colombia como el tercer mercado más eficiente de capital en América Latina. La adopción empresarial muestra resultados sobresalientes, con empresas colombianas logrando retornos de inversión 3 veces superiores al promedio regional y 80% de proyectos completados en menos de 12 meses (BBVA Spark, 2024).

Sin embargo, la investigación identifica brechas críticas que requieren atención inmediata. La inversión nacional en investigación y desarrollo permanece en 0,26% del PIB, contrastando dramáticamente con el 2,7% promedio de países de la OCDE (Razón Pública, 2024). Esta disparidad evidencia una limitación estructural fundamental que debe abordarse para sostener el liderazgo regional y competir globalmente en el desarrollo de capacidades endógenas de innovación en IA.

Este informe se presenta como insumo estratégico para la Alianza por la Innovación Tecnológica (AIT), con el propósito de traducir el liderazgo regulatorio de Colombia en acciones concretas de adopción tecnológica. Su objetivo es habilitar un ecosistema más inclusivo y multisectorial que permita escalar soluciones basadas en inteligencia artificial. En esta línea, se incorporan recomendaciones orientadas a fortalecer las capacidades habilitantes, cerrar brechas estructurales y alinear los avances normativos con una implementación efectiva y sostenible.



INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

La presente investigación constituye una actualización integral del análisis del entorno de Inteligencia Artificial en Colombia, desarrollado desde la perspectiva académica e investigativa del TIC Tank de la Universidad del Rosario, en el marco de la Alianza por la Innovación Tecnológica - AIT. Este estudio adopta un enfoque tridimensional que examina las dinámicas de adopción tecnológica, regulatorias y económicas que configuran el desarrollo de IA en el contexto nacional, proporcionando un marco de referencia actualizado para la formulación de políticas públicas y estrategias institucionales.

Colombia ha mostrado liderazgo normativo en inteligencia artificial, pero el verdadero reto está en lograr su adopción con propósito. No basta con regular; la clave es convertir la IA y las tecnologías emergentes en herramientas prácticas para la educación, la competitividad empresarial y la eficiencia del Estado. La Alianza por la Innovación Tecnológica (AIT) surge justamente con ese propósito: poner en la agenda pública y privada la conversación sobre cómo avanzar en la adopción responsable de estas tecnologías y aportar ideas y propuestas que faciliten su implementación en el país.

La metodología empleada integra análisis documental exhaustivo de fuentes primarias gubernamentales, revisión de literatura académica especializada, análisis comparativo de marcos regulatorios internacionales, evaluación de indicadores económicos sectoriales y consulta directa con actores clave del ecosistema nacional de IA. El marco temporal de análisis se ha extendido para abarcar el período 2022-2025, con proyecciones estratégicas hasta 2030, permitiendo capturar tanto la evolución reciente como las tendencias emergentes más significativas del sector.

El enfoque metodológico se fundamenta en la triangulación de fuentes múltiples para garantizar la validez y confiabilidad de los hallazgos. Las fuentes primarias incluyen documentos oficiales del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2025), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias, 2024), Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2024), así como regulaciones específicas como la Circular Externa SIC No. 002 de 2024 sobre tratamiento de datos personales en sistemas de IA (Holland & Knight, 2024).

Las fuentes secundarias abarcan análisis especializados de organizaciones internacionales como CEPAL (2024), estudios de consultoras tecnológicas reconocidas como BBVA Research y Access Partnership, publicaciones académicas en journals de alto impacto y reportes sectoriales de empresas líderes en el ecosistema de IA colombiano. La investigación incorpora también análisis comparativo con experiencias internacionales exitosas, examinando marcos regulatorios como el EU AI Act, estrategias nacionales de IA de Singapur, Francia y Alemania, y modelos de desarrollo institucional que pueden informar el contexto colombiano.

La perspectiva comparada permite identificar mejores prácticas adaptables a las especificidades del entorno nacional, mientras que el análisis longitudinal facilita la comprensión de tendencias evolutivas y la proyección de escenarios futuros. Esta metodología robusta garantiza que las recomendaciones estratégicas propuestas estén fundamentadas en evidencia empírica sólida y sean aplicables al contexto específico del desarrollo de IA en Colombia.

MARCO CONCEPTUAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Definición integral de IA en el contexto contemporáneo
- Taxonomía técnica de modalidades de IA
- Tendencias emergentes y marcos de evaluación

DEFINICIÓN INTEGRAL DE IA EN EL CONTEXTO CONTEMPORÁNEO

La conceptualización de la Inteligencia Artificial en el contexto colombiano ha evolucionado significativamente durante el período 2024-2025, reflejando tanto desarrollos tecnológicos globales como necesidades específicas del entorno nacional. El CONPES 4144 adopta una definición operativa que caracteriza la IA como sistemas computacionales que procesan datos mediante algoritmos para simular capacidades cognitivas humanas como aprender, razonar y tomar decisiones de manera autónoma o semiautónoma (DNP, 2025).

Esta definición institucional refleja el enfoque pragmático del gobierno nacional hacia la regulación y promoción de estas tecnologías, enfatizando aspectos de autonomía y simulación cognitiva relevantes para la implementación sectorial. Sin embargo, la perspectiva académica desarrollada desde el TIC Tank reconoce la necesidad de una comprensión más matizada que incorpore las dimensiones éticas, sociales y económicas de la IA.

Zaghdoudi et al. (2022) proporcionan una definición técnica que caracteriza la IA como un conjunto evolutivo de tecnologías utilizadas para resolver una amplia gama de problemas aplicados, cuyo núcleo es el aprendizaje automático, incluyendo algoritmos y métodos que abordan problemas de clasificación, agrupamiento y pronóstico. Esta conceptualización refleja la naturaleza dinámica y multifacética de la IA contemporánea, alejándose de conceptualizaciones estáticas hacia un entendimiento procesual y aplicado que reconoce la diversidad de implementaciones y casos de uso.

El Stanford Institute for Human-Centered AI amplía esta conceptualización caracterizando la IA como la capacidad de las computadoras para realizar funciones asociadas con el cerebro humano, incluyendo percibir, razonar, aprender, interactuar, resolver problemas y ejercer creatividad (Stanford HAI, 2025). Esta perspectiva enfatiza la convergencia de capacidades cognitivas que tradicionalmente han sido de dominio exclusivo de la inteligencia biológica, señalando la naturaleza transformadora de estas tecnologías para múltiples sectores económicos y sociales.

La definición operativa adoptada por organismos internacionales como la OCDE caracteriza los sistemas de IA como sistemas basados en máquinas que pueden, para un conjunto dado de objetivos definidos por humanos, hacer predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen en entornos reales o virtuales (OCDE, 2024). Esta formulación destaca tres elementos críticos: la mediación tecnológica, la orientación hacia objetivos específicos y el impacto en contextos reales, proporcionando un marco conceptual útil para propósitos regulatorios y de política pública.

TAXONOMÍA TÉCNICA DE MODALIDADES DE IA

La clasificación contemporánea de sistemas de IA en el contexto colombiano opera bajo múltiples dimensiones que reflejan la diversidad arquitectural y funcional del campo. La taxonomía más ampliamente aceptada distingue entre modalidades basadas en capacidades, arquitecturas técnicas y dominios de aplicación, proporcionando un marco sistemático para comprender la heterogeneidad del ecosistema tecnológico actual.

La distinción fundamental entre IA débil (Narrow AI) e IA fuerte (Artificial General Intelligence - AGI) mantiene su relevancia conceptual, aunque las aplicaciones comerciales se concentran predominantemente en sistemas de IA débil. Estos sistemas, diseñados para tareas particulares e incapaces de aprender independientemente fuera de su dominio programado, dominan el panorama actual de aplicaciones comerciales en Colombia, incluyendo sistemas de recomendación implementados por empresas como Bancolombia y Grupo Sura, asistentes virtuales desarrollados por startups como Vozy y sistemas de reconocimiento de patrones en aplicaciones financieras (IBM, 2024).

La característica fundamental de la IA débil radica en su especialización estrecha y su incapacidad para transferir aprendizajes entre dominios diferentes. Esta limitación, paradójicamente, permite optimización y eficiencia superiores dentro de dominios específicos, explicando el éxito comercial de aplicaciones especializadas en el ecosistema colombiano.

Las arquitecturas técnicas fundamentales incluyen Machine Learning, definido como la disciplina de IA que utiliza algoritmos estadísticos para encontrar patrones en conjuntos de datos masivos, donde los patrones identificados pueden predecir comportamientos futuros o clasificar nueva información (IBM, 2024). Sus modalidades principales incluyen aprendizaje supervisado, no supervisado, por refuerzo, semisupervisado y autosupervisado, cada uno con aplicaciones específicas en el contexto colombiano.

Deep Learning representa un subconjunto del machine learning que utiliza redes neuronales multicapa para realizar tareas de clasificación, regresión y aprendizaje de representación, inspirándose en la estructura del cerebro biológico (Wikipedia, 2024). Las arquitecturas específicas incluyen redes neuronales convolucionales (CNN) especializadas en procesamiento de imágenes, redes neuronales recurrentes (RNN) para datos secuenciales y transformers que han revolucionado el procesamiento de lenguaje natural.

IA generativa constituye el paradigma emergente más significativo, definida como el subconjunto de IA que utiliza modelos generativos para crear contenido original como texto, imágenes, video, audio y código (Stanford HAI, 2025). Esta modalidad ha cobrado particular relevancia en Colombia, con empresas como Bancolombia implementando soluciones basadas en GitHub Copilot para la generación de código, logrando incrementos del 30% en la productividad de desarrollo.

TENDENCIAS EMERGENTES Y MARCOS DE EVALUACIÓN

Los modelos fundacionales representan la tendencia más significativa en el desarrollo de IA durante 2024-2025, caracterizados como sistemas de gran escala entrenados en volúmenes masivos de datos diversos, que poseen capacidades amplias y pueden aplicar conocimiento aprendido en un contexto a un contexto diferente (Stanford HAI, 2024). Estos sistemas exhiben tres características distintivas: escalabilidad, generalización y emergencia de capacidades no programadas explícitamente.

La tendencia hacia modelos fundacionales refleja un cambio paradigmático desde sistemas especializados hacia plataformas versátiles que pueden adaptarse a múltiples tareas mediante técnicas de fine-tuning o prompting. Esta evolución ha democratizado el acceso a capacidades avanzadas de IA, permitiendo que organizaciones colombianas sin recursos masivos de computación puedan implementar soluciones sofisticadas mediante APIs y servicios en la nube.

Los benchmarks académicos contemporáneos incluyen evaluaciones especializadas que miden diferentes dimensiones de capacidad de IA. MMLU (Massive Multitask Language Understanding) evalúa la comprensión multitarea a través de 57 dominios académicos diferentes. HumanEval mide capacidades de programación mediante la resolución de problemas algorítmicos. HellaSwag evalúa el razonamiento de sentido común, mientras que TruthfulQA mide la propensión de sistemas a generar respuestas verdaderas versus respuestas plausibles pero factualmente incorrectas.

Google DeepMind ha propuesto un marco conceptual de cinco niveles para evaluar el progreso hacia AGI: emergente, competente, experto, virtuoso y sobrehumano (TechTarget, 2024). Este framework proporciona métricas concretas para evaluar avances hacia sistemas verdaderamente generales, aunque las aplicaciones comerciales actuales en Colombia se concentran predominantemente en los niveles emergentes y competentes.

Las métricas de evaluación revelan limitaciones importantes de los sistemas actuales. La investigación académica documenta brechas significativas entre el rendimiento en benchmarks y la aplicabilidad práctica en contextos reales, donde factores como robustez ante distribuciones de datos diferentes, interpretabilidad de decisiones y consideraciones éticas adquieren relevancia central para la implementación empresarial en Colombia.

CONTEXTO TRIDIMENSIONAL DEL ENTORNO IA EN COLOMBIA

- Dimensión tecnológica: infraestructura y capacidades
- Dimensión regulatoria: marcos legales y políticas públicas
- Dimensión económica: impacto sectorial y transformación productiva
- Condiciones habilitantes para la adopción tecnológica

DIMENSIÓN TECNOLÓGICA:

Infraestructura y capacidades

Colombia ha experimentado una transformación sustancial en su infraestructura tecnológica para IA durante 2024-2025, estableciendo las bases para el crecimiento sostenido del sector. La infraestructura de conectividad cerró el primer trimestre de 2025 con más de 49,1 millones de accesos a Internet móvil, cubriendo al 92% de la población. Aunque 4G sigue dominando con el 83% de las conexiones, el despliegue de redes 5G aceleró con fuerza: ya representa el 9,6% del total y creció 23,7% frente al cuarto trimestre de 2024, impulsando además más de 2,5 millones de nuevos accesos en el último año. (MinTIC, 2025)

La capacidad nacional de centros de datos ha experimentado una expansión sin precedentes, con ODATA anunciando una inversión de \$1.3 mil millones para dos nuevas instalaciones en Bogotá (BG02 y BG03) que iniciarán operaciones en 2026. Equinix inauguró BG2 con una inversión de \$45 millones, proporcionando cuatro veces la capacidad de su instalación existente, mientras que V.tal inauguró su instalación BDC2 con una inversión de \$20 millones y capacidad energética de 3 MW (Arizton, 2024).

El mercado de centros de datos está proyectado para alcanzar \$1.16 mil millones para 2030, creciendo a una tasa compuesta anual de 17.55% desde 2024. La capacidad de energía principal actual supera los 56.5 MW, con 206 MW adicionales en proyectos planificados, posicionando a Colombia como un hub regional para servicios de computación en la nube intensivos en IA.

Oracle estableció la primera región de nube de hiperescala de Colombia mediante una inversión superior a \$100 millones en asociación con Claro, alojando servicios en el Centro de Datos Triara. Este desarrollo proporciona más de 100 servicios OCI para migración, modernización e innovación en IA, posicionando a Colombia como un centro regional de nube (ClaroCloud, 2024).

Claro anunció una inversión superior a \$200 millones específicamente para actualizaciones de fibra óptica dirigidas a soportar infraestructura de IA, con el objetivo de alcanzar 1.5 millones de hogares. La asociación Telefónica-KKR representa una empresa conjunta de \$500 millones para instalar infraestructura de fibra que alcance 4.3 millones de propiedades en 90 ciudades (Data Center Dynamics, 2024). El ecosistema nacional de startups muestra un dinamismo excepcional con 2.126 startups activas en 2024, representando un crecimiento del 24% comparado con 2023. El financiamiento de venture capital alcanzó \$513 millones durante 2024, registrando crecimiento significativo y consolidando la posición del país como destino atractivo para inversión de riesgo en tecnología. Colombia se posiciona como el tercer mercado más eficiente de capital en América Latina y 36.º globalmente en ecosistemas emprendedores (BBVA Spark, 2024).

Como ejemplo de esta confianza, HubSpot eligió a Bogotá para la apertura de su Hub para Latinoamérica, siendo una de las pocas compañías tecnológicas que ubican su centro regional en Colombia y no en México, Brasil o Argentina. Desde su llegada en 2018, la compañía ha crecido cerca de 500% en headcount, impulsando un ecosistema local de talento e innovación en torno a soluciones de CRM con inteligencia artificial. (HubSpot, 2025)

La formación de talento se estructura mediante iniciativas gubernamentales significativas que incluyen el programa "Talento Digital" que busca capacitar a 100.000 colombianos en habilidades digitales, incluyendo IA, para 2025. El Ministerio de TIC lanzó programas para entrenar a 4.413 estudiantes en machine learning, Python y deep learning. ICETEX proporciona créditos condonables para programas de entrenamiento en IA con certificaciones de Google, Microsoft, Meta e IBM (MinTIC, 2024).

DIMENSIÓN REGULATORIA: Marcos legales y políticas públicas

Colombia ha consolidado durante el período 2024–2025 un marco regulatorio relevante en materia de inteligencia artificial en el contexto regional. En el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial 2025 (ILIA 2025), el país obtiene un puntaje de 50 puntos en el indicador de Regulación de IA, ubicándose por encima del promedio regional y en un nivel comparable al de economías como Argentina, Brasil, Chile, México y Costa Rica. Si bien Colombia no alcanza los puntajes máximos observados en países como Ecuador, Perú y El Salvador, que lideran este indicador, su desempeño refleja avances consistentes en la formulación de políticas públicas, regulación de datos personales, ciberseguridad, principios éticos y sostenibilidad, así como en el fortalecimiento de condiciones institucionales para el despliegue responsable de la inteligencia artificial.

El CONPES 4144, aprobado en febrero de 2025, constituye el pilar fundamental de la Política Nacional de Inteligencia Artificial con un presupuesto comprometido de \$479.273 millones hasta 2030. Esta política se estructura en seis ejes estratégicos: ética y gobernanza de IA, datos e infraestructura tecnológica, investigación, desarrollo e innovación, desarrollo de capacidades y talento humano, adopción sectorial de IA y fortalecimiento del marco normativo. El CONPES incluye 106 acciones específicas coordinadas entre agencias gubernamentales, con liderazgo del DNP y MinTIC (Access Partnership, 2025).

La Circular Externa SIC No. 002 de 2024 establece los primeros lineamientos específicos sobre el tratamiento de datos personales en sistemas de Inteligencia Artificial, constituyendo la primera regulación sectorial específica para IA en el país. Esta circular desarrolla principios de minimización de datos, transparencia algorítmica, consentimiento informado específico para IA y derechos de los titulares de datos en contextos automatizados, requiriendo evaluaciones de impacto de privacidad para sistemas de alto riesgo (Holland & Knight, 2024).

El marco regulatorio incorpora estándares internacionales líderes del EU AI Act, Principios de la OCDE para la IA, Marco de Gobernanza del Modelo de IA de Singapur y el marco NIST de Estados Unidos. El enfoque de Colombia enfatiza el desarrollo ético de IA, requisitos de transparencia y mecanismos de cooperación transfronteriza, habilitando la participación en mercados globales de IA mientras mantiene principios de innovación responsable.

La institucionalidad para la gobernanza de IA se distribuye entre múltiples entidades con competencias complementarias. MinCiencias actúa como autoridad nacional propuesta para políticas de IA; la Superintendencia de Industria y Comercio supervisa aspectos de protección de datos; MinTIC coordina políticas digitales generales; la Comisión de Regulación de Comunicaciones regula telecomunicaciones; y el DNP coordina política pública intersectorial (Chambers and Partners, 2024).

Por otro lado, en el contexto legislativo, el 28 de julio de 2025 fue radicado ante el Congreso de la República el Proyecto de Ley 043 de 2025 del Senado y 324 de 2025 de la Cámara, *"Por medio del cual se regula la Inteligencia Artificial en Colombia para garantizar su desarrollo ético, responsable, competitivo e innovador"*. La iniciativa cuenta con el impulso del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), del Ministerio de Educación y de un grupo plural de congresistas de distintas bancadas.

Desde el Congreso, el proyecto ha recibido respaldo de sectores del Pacto Histórico, con ponencia de Pedro Flórez en la Comisión Sexta del Senado y de Gerson Montaña en la Comisión Sexta de la Cámara de Representantes, así como apoyos de partidos tradicionales como el Partido Conservador, el Partido Liberal y el Partido de la U. Este respaldo multipartidista refleja un reconocimiento transversal de la importancia estratégica de la inteligencia artificial para el desarrollo del país.

El proyecto de ley establece como objetivos la protección de los derechos fundamentales y la seguridad de las personas, el fomento de la innovación y la competitividad, la promoción de la transparencia y explicabilidad de los sistemas de IA, el fortalecimiento de la colaboración interdisciplinaria, institucional e internacional, y la garantía de inclusión y accesibilidad en el uso de estas tecnologías. No obstante, se trata de una iniciativa que aún se encuentra en una etapa inicial de discusión legislativa, incluso pese a haber contado con mensaje de urgencia por parte del Ministerio del Interior.

Desde una perspectiva de adopción tecnológica, el proyecto de ley presenta limitaciones relevantes. En su formulación actual, prioriza principios, gobernanza y gestión de riesgos, pero no incorpora mecanismos operativos de fomento a la innovación, como sandboxes regulatorios, incentivos económicos o instrumentos que faciliten la experimentación controlada. Asimismo, no contempla programas específicos de formación en pensamiento computacional, ni estrategias de bilingüismo digital, ni un enfoque territorial que permita una apropiación diferenciada de la inteligencia artificial en el país.

En consecuencia, para que esta iniciativa legislativa se consolide como una verdadera palanca de desarrollo, será necesario complementarla con políticas públicas que fortalezcan la coordinación institucional, la inclusión digital, la expansión de la conectividad, el cierre de brechas de talento y la capacidad del Estado para implementar y supervisar la inteligencia artificial, asegurando una adopción gradual, efectiva y alineada con las capacidades reales del país.

DIMENSIÓN ECONÓMICA: Impacto sectorial y transformación productiva

El impacto económico de la IA en Colombia durante 2024-2025 muestra indicadores excepcionales que reflejan tanto oportunidades significativas como transformación estructural acelerada. El mercado de IA está proyectado para alcanzar \$2.979 mil millones para 2030, representando una tasa de crecimiento anual del 28,37% desde 2024 hasta 2030, mientras que el sector de IA en agricultura alcanzó \$9,53 millones en 2024 con crecimiento de 22,7 % anual hasta 2031 (Statista, 2024).

El sector bancario lidera la adopción global de IA con 35% de instituciones clasificadas como líderes en IA globalmente, la concentración más alta mundialmente. Bancolombia logró resultados sobresalientes con 30% de aumento en generación de código, 18.000 cambios de aplicaciones automatizados anualmente, y 1.300% ROI de iniciativas de automatización, ahorrando más de 127.000 horas en operaciones de sucursales (Microsoft, 2024).

Las empresas colombianas demuestran eficiencia excepcional en la implementación de IA, logrando retornos de inversión 3 veces superiores al promedio latinoamericano y 80% de proyectos de IA completados en menos de 12 meses. El 89% de ejecutivos de manufactura considera la IA esencial para objetivos de crecimiento, aunque el 38% de las empresas cita la falta de expertise en IA como la barrera principal (BBVA Spark, 2024).

El sector fintech aporta 0,31% del PIB nacional, equivalente a COP \$3,7 billones en 2021, empleando aproximadamente 9.000 personas directamente con efectos multiplicadores significativos en empleo indirecto. Colombia se posiciona como la

tercera economía latinoamericana en adopción de banca digital con crecimiento del 39% en usuarios activos y penetración del 65% en población adulta (La República, 2023).

La transformación laboral asociada con la IA se caracteriza por la creación esperada de más de 218.000 empleos tecnológicos para 2024, representando un crecimiento del 12%. Más del 75% de los graduados de bootcamps de programación obtienen empleos tecnológicos dentro de seis meses, con el 95% de los graduados de programas top empleados dentro de dos años. Sin embargo, 44% de las habilidades centrales de los trabajadores se espera que cambien dentro de cinco años debido a la implementación de IA (Nucamp, 2024).

Grupo SURA fue nombrado asegurador más innovador de Colombia por el ranking ANDI, lanzando una Academia de IA en asociación con Microsoft e implementando procesamiento de secuenciación genómica a través de su Centro de Ciencias Ómicas. Protección logró 53% de automatización de solicitudes de retiro de cesantías usando IA para procesamiento de documentos y análisis de información del empleador (Sura Asset Management, 2024).

Vozy emergió como la plataforma líder de IA de voz en América Latina, sirviendo a más de 150 clientes en 17 países y aproximándose a \$10 millones ARR. La empresa logró 28% de reducción en costos operacionales para clientes como Unicomer y fue la primera en traer servicios neuronales de texto a voz en español a América Latina (Vozy, 2024).

Ecopetrol invirtió \$120 millones en innovación y tecnología, desarrollando más de 560 productos digitales y logrando 93.000 transacciones automatizadas a través de bots, optimizando 12.000 horas/mes de trabajo repetitivo con 4.700 empleados colaborando en su ecosistema digital (Semana, 2024).

CONDICIONES HABILITANTES PARA LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA

La adopción efectiva de inteligencia artificial en Colombia no depende únicamente de marcos regulatorios o de inversión en centros de datos, sino también de garantizar condiciones habilitantes básicas para que hogares, empresas y ciudadanos puedan apropiarse de estas tecnologías.

Según la Encuesta ENTIC Hogares 2024 del DANE, el 65,6% de los hogares a nivel nacional tenía conexión a Internet, con una marcada diferencia entre zonas urbanas (72,5%) y rurales dispersas (41,9%). En cuanto a uso individual, el 79,3% de las personas de 5 años o más usó Internet en 2024, siendo mayor en cabeceras (84,6%) y menor en áreas rurales dispersas (61,7%). El acceso se realiza principalmente a través del teléfono celular (97,5% de usuarios), confirmando que la movilidad es el principal canal de apropiación digital. La frecuencia de uso también es elevada: 77,1% de los usuarios se conectan diariamente, con un promedio de 4,9 horas diarias.

Las actividades más comunes siguen concentrándose en comunicación por video, llamadas o mensajería instantánea (87,3%) y en el uso de redes sociales (80,2%). Sin embargo, el aprovechamiento de habilitadores más sofisticados todavía es incipiente: apenas el 31,8% de los usuarios de Internet reportó usar servicios en la nube, lo que refleja tanto desconocimiento sobre su utilización como una adopción aún parcial de estas herramientas clave para escalar soluciones basadas en IA.

En materia de inteligencia artificial, solo el 18% de los usuarios de Internet en Colombia empleó herramientas de IA en 2024, con brechas marcadas entre territorios (20,4% en cabeceras frente a 8,1% en zonas rurales) y por género (19,7% en hombres frente a 16,5% en mujeres). El uso se concentra en actividades como consultas o comunicación (90,4%), apoyo académico o laboral (80,7%) y, en menor medida, generación de contenidos multimedia (43,9%) o desarrollo de software y aplicaciones (14,9%).

Las razones para usar IA se asocian principalmente con eficiencia y productividad: ahorrar tiempo (49,5%), reducir errores (23,8%), apoyar la toma de decisiones (17,5%) y automatizar tareas (9,3%). Por el contrario, entre quienes no la usan predominan el desconocimiento de qué es (46,5%), la percepción de que no es necesaria (32,0%) y la falta de habilidades para utilizarla (16,2%).

En conjunto, estos datos reflejan que la apropiación de Internet en Colombia aún se encuentra marcada por brechas de conectividad, falta de habilidades digitales avanzadas y baja penetración de servicios críticos como la nube y la IA, lo que limita la base sobre la cual se puede construir un ecosistema de inteligencia artificial robusto e inclusivo.

ANÁLISIS DE RETOS POR DIMENSIÓN

- Retos en adopción tecnológica
- Retos regulatorios críticos
- Retos económicos estructurales

RETOS EN ADOPCIÓN TECNOLÓGICA

CONECTIVIDAD:

La brecha de conectividad constituye el desafío tecnológico más inmediato y estructural para el desarrollo de IA en Colombia, aunque se han logrado avances significativos durante 2024-2025. Persisten disparidades críticas que limitan el potencial de adopción universal de tecnologías avanzadas, particularmente en regiones rurales donde solo el 16.2% de la población tiene acceso a internet comparado con 63% en áreas urbanas (The Borgen Project, 2024).

Más del 40% de hogares a nivel nacional carecen de acceso a internet, con casi 70% de hogares rurales desconectados, evidenciando una brecha digital que afecta severamente el potencial de adopción de IA en regiones periféricas. Esta limitación técnica restringe particularmente aplicaciones de IA en tiempo real, servicios de telemedicina, educación virtual avanzada, y sistemas de Internet de las Cosas que requieren conectividad confiable y de baja latencia.

TALENTO Y MUJER:

El déficit de talento especializado representa un cuello de botella estructural que amenaza la competitividad futura del país en economía digital. Colombia enfrenta un déficit crítico de expertos en IA, con 38% de empresas citando la falta de habilidades como el obstáculo principal. Aquí, la brecha de género emerge como un factor central: solo 29 % de los trabajadores especializados en IA son mujeres, lo que reduce de forma significativa el pool de talento disponible (BBVA Spark, 2024). Este rezago se explica por factores estructurales: menor acceso de mujeres a programas STEM, ausencia de referentes femeninos en posiciones de liderazgo tecnológico y condiciones laborales que dificultan la permanencia de mujeres en sectores intensivos en innovación.

Cerrar esta brecha de género es un asunto de equidad, pero también una condición habilitante para la competitividad. Incorporar más mujeres en ciencia de datos, ingeniería y liderazgo de proyectos de IA ampliaría la base de talento nacional y contribuiría a una adopción más inclusiva y diversa de la tecnología.

El país requiere programas comprehensivos de reentrenamiento ya que hasta 40% de la fuerza laboral podría necesitar reentrenamiento debido a la implementación de IA. La formación especializada enfrenta desafíos adicionales relacionados con la actualización curricular, disponibilidad de profesores con experiencia práctica en IA, y acceso a infraestructura computacional avanzada para investigación y entrenamiento.

Las universidades colombianas reportan dificultades para atraer y retener profesores especializados en IA debido a la competencia salarial con el sector privado nacional e internacional, limitando la capacidad de expansión de programas académicos especializados. Universidad de los Andes estableció CINFONIA con una inversión de \$30 millones y lanzó el Centro ISA enfocado en aplicaciones de IA en agricultura y sistemas alimentarios, mientras la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito lanzó el primer programa de pregrado en Ingeniería de IA de Colombia en 2024 (Educations, 2024).

INFRAESTRUCTURA:

La limitada capacidad computacional nacional restringe significativamente el desarrollo de modelos avanzados de IA y la competitividad en investigación intensiva en computación. Aunque Colombia cuenta con más de 20 centros de datos establecidos y expansión significativa planificada, la capacidad total aún representa una fracción menor del mercado regional, siendo insuficiente para competir en aplicaciones de IA intensivas computacionalmente como entrenamiento de modelos fundacionales o investigación en supercomputación.

CIBERSEGURIDAD:

La inteligencia artificial plantea riesgos significativos en materia de seguridad digital y protección de datos. En Colombia, numerosas organizaciones aún no están alineadas con buenas prácticas internacionales, lo que las hace vulnerables a intrusiones, filtraciones y ataques cada vez más sofisticados. El desafío es doble: proteger datos sensibles y garantizar que los sistemas de IA sean confiables y seguros.

Aunque en julio de 2025 se expidió la Ley 2502, que tipifica como agravante la suplantación de identidad mediante IA y establece lineamientos iniciales frente a deepfakes y delitos asociados, la normativa actual sigue fragmentada. La regulación en protección de datos, ciberseguridad corporativa y gobernanza de IA avanza en paralelo, pero sin un marco articulador que permita acciones coordinadas.

A ello se suma la escasez de talento especializado en ciberseguridad aplicada a IA, los altos costos de infraestructura para entrenar modelos en entornos seguros y la ausencia de protocolos obligatorios de desarrollo seguro. Las interacciones cotidianas con herramientas como Copilot en entornos cloud, si no se gestionan adecuadamente, pueden exponer activos estratégicos de empresas e instituciones. Todo esto limita la confianza ciudadana y empresarial en la adopción de soluciones basadas en IA.

APROPIACIÓN:

Adicionalmente, expertos han identificado barreras emergentes que limitan la adopción social y organizacional de la IA. La falta de apropiación ciudadana, la baja alfabetización digital y la escasa presencia del inglés técnico en procesos formativos impiden una adopción amplia. Aunque existen zonas cloud internacionales y locales, aún persisten desafíos para garantizar interoperabilidad, accesibilidad en pymes y uso masivo de servicios en la nube. Estos factores limitan tanto la demanda como la implementación efectiva de IA, especialmente fuera de grandes centros urbanos.

A estas limitaciones se suman obstáculos identificados en ámbitos empresariales: un 50% de compañías no logra aprovechar todo el potencial de la IA por uso fragmentado de herramientas; el 46,2% enfrenta falta de experiencia técnica interna, lo que reduce autonomía y estrategia propia; el 38,3% señala resistencia cultural al cambio y temor a la automatización; y medir el retorno sobre la inversión continúa siendo un desafío crítico que impide consolidar casos de éxito. (HubSpot, Estado de la IA en Marketing en Latinoamérica, 2024) Estas barreras reflejan la necesidad de combinar apropiación ciudadana con transformación cultural y organizacional para escalar el impacto de la IA en Colombia.

RETOS REGULATORIOS CRÍTICOS

La velocidad de implementación del marco regulatorio constituye hoy el desafío más inmediato para que Colombia consolide y sostenga su posicionamiento regional en gobernanza de la inteligencia artificial. Si bien el país ha avanzado en la formulación de normativas, persiste una brecha entre el diseño regulatorio y su aplicación efectiva.

Un reto se deriva del propio diseño del Proyecto de Ley 043 de 2025 del Senado y 324 de 2025 de la Cámara, iniciativa central en la agenda legislativa de inteligencia artificial para el período 2025–2026. Desde la perspectiva del Gobierno nacional, este proyecto busca establecer un marco jurídico estructural que permita orientar la transición digital del país bajo criterios de ética, competitividad y soberanía tecnológica. El Gobierno plantea que la propuesta equilibra el impulso a la innovación con la protección de los derechos fundamentales, fortalece las capacidades científicas nacionales y promueve el desarrollo de una economía del conocimiento inclusiva.

No obstante, desde una perspectiva técnica, la iniciativa incorpora esquemas de gobernanza y un diseño normativo de alta complejidad que requieren un nivel de madurez institucional y operativa que aún se encuentra en proceso de consolidación en el ecosistema colombiano de inteligencia artificial. La creación de autoridades nacionales especializadas, comités intersectoriales y mecanismos avanzados de supervisión supone la existencia previa de prácticas extendidas de uso responsable de sistemas algorítmicos y de una adopción más generalizada de soluciones de IA en los sectores productivos y en la administración pública. En ausencia de esta base, dichos esquemas pueden enfrentar limitaciones en su capacidad operativa.

A ello se suma la fragmentación institucional que caracteriza actualmente la gobernanza de la IA en Colombia. La propuesta legislativa asigna funciones relacionadas a múltiples entidades con mandatos complementarios pero no necesariamente articulados: MinCiencias como autoridad nacional de IA, la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de protección de datos, el Ministerio TIC en políticas digitales, la Comisión de Regulación de Comunicaciones en telecomunicaciones y el Departamento Nacional de Planeación en coordinación intersectorial.

La Superintendencia de Industria y Comercio, como principal autoridad regulatoria en protección de datos y competencia, carece de capacidades técnicas especializadas para evaluar sistemas complejos de IA, algoritmos de aprendizaje automático y arquitecturas de modelos fundacionales. (Brigard Urrutia, 2024).

Por otro lado, de acuerdo con las guías publicadas por MinTIC y la Comisión de Regulación de Comunicaciones, el marco de uso responsable de la inteligencia artificial contempla la aplicación de evaluaciones de impacto algorítmico y auditorías sociotécnicas para sistemas de riesgo medio y alto. No obstante, el análisis del entorno colombiano evidencia que su implementación plantea un reto operativo relevante. En ausencia de criterios claros de proporcionalidad, gradualidad y realismo operativo, estas obligaciones pueden derivar en cargas desalineadas con las capacidades técnicas y organizacionales de empresas y entidades, afectando los procesos de adopción tecnológica.

Adicionalmente, Colombia enfrenta el desafío de armonizar su marco regulatorio con estándares internacionales emergentes, como el EU AI Act, sin perder flexibilidad para responder a su contexto institucional, económico y social. Si bien estos referentes internacionales ofrecen insumos para estructurar políticas de inteligencia artificial, su adopción directa conlleva riesgos. Muchos de estos modelos aún enfrentan dificultades de implementación en sus propios países de origen, con altos costos de cumplimiento, debates abiertos sobre su efectividad y ausencia de resultados plenamente consolidados. En este sentido, Colombia debe buscar un equilibrio entre la alineación de sus principios regulatorios con estándares globales, que permitan habilitar la interoperabilidad y generar la construcción de un marco adaptativo ajustado a su realidad institucional, económica y social.

La adopción de modelos regulatorios sin un proceso previo de adaptación puede derivar en normas ineficaces, desconectadas de los desafíos reales de la adopción tecnológica. Actualmente, existen al menos doce (12) iniciativas legislativas en discusión en el Congreso de la República orientadas a regular tecnologías emergentes para las cuales aún no existen definiciones consensuadas, lo que incrementa el riesgo de dispersión normativa y de inseguridad jurídica.

En el ámbito legislativo, se ha conformado una Comisión Accidental Bicameral de Inteligencia Artificial en el Congreso, cuyo trabajo se ha orientado al análisis jurídico y normativo. Si bien este espacio constituye un avance en términos de atención institucional, aún se encuentra en proceso de consolidación como una instancia de carácter técnico y estratégico que articule una visión de largo plazo, incorpore evidencia empírica y contribuya a la definición de criterios para una implementación gradual y responsable de la inteligencia artificial en el país.

RETOS ECONÓMICOS ESTRUCTURALES

La persistente insuficiencia en inversión en investigación y desarrollo representa la limitación económica más severa para el desarrollo competitivo de IA en Colombia. Con apenas 0,26% del PIB invertido en I+D versus el 1,2% recomendado por la Misión Internacional de Sabios para la competitividad nacional, Colombia enfrenta una brecha de financiación superior a \$50 billones anuales para alcanzar estándares internacionales mínimos (Razón Pública, 2024).

La estructura de financiación de I+D muestra desequilibrios significativos con predominio de inversión pública versus privada, contrastando con países desarrollados donde la proporción se invierte. Esta dependencia de financiación pública genera vulnerabilidad ante ciclos presupuestarios y limita la sostenibilidad de programas de investigación a largo plazo. Los mecanismos de incentivos fiscales para inversión privada en I+D permanecen subdesarrollados comparados con marcos internacionales competitivos.

La concentración sectorial de adopción de IA crea desequilibrios económicos que amplifican disparidades existentes entre sectores modernos y tradicionales. Mientras fintech y manufactura avanzada muestran adopción significativa de IA, sectores críticos como educación pública, salud rural, agricultura tradicional, y servicios gubernamentales presentan rezagos importantes que limitan el impacto transformador integral de estas tecnologías.

Esta concentración sectorial se refleja también en disparidades geográficas, donde Bogotá concentra 89% del capital de startup recaudado, Medellín captura 6.2% como hub secundario emergente, mientras regiones periféricas mantienen modelos económicos tradicionales con limitada integración tecnológica. Estas brechas geográficas perpetúan desigualdades regionales y limitan el potencial de desarrollo económico equilibrado (BBVA Spark, 2024).

Uno de los desafíos estructurales más relevantes para Colombia es la limitada capacidad nacional para desarrollar soluciones de alto valor agregado en inteligencia artificial. Si bien el acceso a infraestructura global permite que desarrolladores locales participen en proyectos de IA, el país aún enfrenta un déficit de capacidades avanzadas en áreas como diseño de modelos fundacionales, entrenamiento de algoritmos complejos, ingeniería de chips especializados y desarrollo de software de infraestructura crítica. Esta brecha de capacidades restringe el posicionamiento de Colombia como generador de innovación local y reduce su peso en las cadenas globales de valor tecnológico. Superar esta limitación exige una estrategia robusta de inversión en talento, alianzas internacionales y fortalecimiento del ecosistema de investigación aplicada, con miras a que el país pase de ser usuario a creador de tecnologías disruptivas.

A estas limitaciones se suma la escasa articulación entre políticas de innovación y mecanismos de soporte efectivo para pymes, universidades y gobiernos locales. Las pequeñas empresas enfrentan costos elevados de adopción y falta de acceso a servicios cloud especializados. Aunque se menciona la creación de sandboxes regulatorios, no existen mecanismos operativos ni sectoriales definidos para su implementación. Del mismo modo, no hay lineamientos claros para que las entidades públicas adopten IA en sus procesos, lo que limita su potencial como dinamizador del ecosistema.



BUENAS PRÁCTICAS INTERNACIONALES APLICABLES

- Marcos regulatorios de referencia global
- Estrategias de inversión en I+D exitosas
- Modelos de desarrollo de talento
- Marco de gobernanza y ética

MARCOS REGULATORIOS DE REFERENCIA GLOBAL

El Acta de IA de la Unión Europea establece el estándar global más comprehensivo de regulación basada en riesgo, con implementación gradual entre 2024 y 2027 y régimen sancionatorio que incluye multas hasta €35 millones o 7% del volumen de negocios global anual. Su enfoque híbrido combina prohibiciones absolutas para aplicaciones de riesgo inaceptable como sistemas de puntuación social generalizada, regulación estricta para sistemas de alto riesgo en sectores críticos como salud y transporte, obligaciones de transparencia para sistemas de riesgo limitado y autorregulación para aplicaciones de riesgo mínimo (European Commission, 2024).

La arquitectura regulatoria del EU AI Act opera mediante un sistema de clasificación de riesgo que determina obligaciones diferenciadas según el potencial de impacto adverso de sistemas específicos. Los sistemas de alto riesgo deben cumplir requisitos estrictos de gestión de calidad, documentación técnica, conservación de registros, transparencia, supervisión humana, exactitud, robustez y ciberseguridad. Este enfoque proporciona predictibilidad regulatoria mientras permite flexibilidad para la innovación en aplicaciones de menor riesgo.

Singapur lidera la innovación regulatoria global mediante AI Verify, el primer framework mundial de testing voluntario de IA que ha sido adoptado por NIST (Estados Unidos) para el desarrollo de estándares de interoperabilidad internacional. Su Model AI Governance Framework proporciona guías implementables para la gobernanza empresarial de IA que han sido adoptadas por más de 180 miembros globales, incluyendo empresas tecnológicas líderes como Google, Microsoft y Amazon (Smart Nation Singapore, 2024).

La estrategia regulatoria de Singapur enfatiza sandbox regulatorios que permiten experimentación controlada con relajación temporal de requisitos regulatorios específicos, facilitando la innovación mientras se desarrolla la comprensión regulatoria de tecnologías emergentes. Este enfoque ha resultado en desarrollo de más de 50 proyectos piloto de IA en sectores diversos como fintech, salud digital, y ciudades inteligentes.

El Reino Unido adopta un enfoque sectorial específico versus marcos horizontales comprehensivos, permitiendo mayor flexibilidad y adaptación a contextos particulares de diferentes industrias. La estrategia británica delega responsabilidad regulatoria a autoridades sectoriales existentes como FCA para servicios financieros, MHRA para productos médicos y Ofcom para comunicaciones, manteniendo coherencia mediante principios transversales comunes desarrollados por la Office for AI (Chambers and Partners, 2024).

ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN EN I+D EXITOSAS

Alemania implementa el modelo "AI Made in Germany" con compromiso de inversión de €5 mil millones durante 2018-2025, distribuidos mediante una proporción estratégica de 60% inversión privada y 40% inversión pública que maximiza el apalancamiento de recursos gubernamentales. Esta inversión se canaliza a través de 12 centros de excelencia especializados en aplicaciones sectoriales específicas, siguiendo un enfoque de especialización inteligente que construye sobre ventajas competitivas existentes en automotriz, manufactura avanzada y logística.

El enfoque alemán genera proyecciones de €32 mil millones adicionales en valor agregado manufacturero durante cinco años, evidenciando un retorno significativo sobre inversión pública. La estrategia incluye programas de atracción de talento internacional, desarrollo de 100 nuevas cátedras universitarias en IA, y creación de ecosistemas regionales como Cyber Valley que integra Amazon, BMW, Mercedes-Benz con universidades de Stuttgart y Tübingen.

Francia ejecuta la estrategia "AI for Humanity" con €109 mil millones comprometidos entre 2025-2030, aprovechando ventajas competitivas específicas en energía nuclear (67% de electricidad nacional) para posicionar el país como destino preferencial para centros de datos intensivos en energía. La inversión específica de €400 millones en aplicaciones de salud busca establecer liderazgo en IA médica, mientras que el desarrollo de Mistral AI (valoración actual €6 mil millones) demuestra capacidad para crear campeones tecnológicos nacionales competitivos globalmente (OCDE, 2024).

La estrategia francesa enfatiza soberanía tecnológica mediante desarrollo de capacidades endógenas en modelos fundacionales, infraestructura computacional nacional, y marcos regulatorios que equilibran innovación con protección de valores europeos. El programa incluye formación de 100.000 especialistas para 2030 y creación de 300 startups de IA mediante incubación pública y financiación preferencial.

Singapur proyecta formar 15.000 expertos en IA desde una base actual de 4.500 profesionales mediante inversión superior a S\$1 mil millones en cinco años. Su National AI Strategy 2.0 (2023-2028) enfatiza atracción de talento global combinada con desarrollo local mediante programas especializados que incluyen 150 equipos de I+D, 900 startups de IA, y colaboraciones estratégicas con universidades líderes globales como MIT y Stanford (Smart Nation Singapore, 2024).

MODELOS DE DESARROLLO DE TALENTO

Los países líderes en IA convergen hacia modelos híbridos que combinan formación local intensiva con atracción estratégica de talento internacional, reconociendo que el desarrollo endógeno exclusivo resulta insuficiente para competir en timelines relevantes. Alemania establece más de 100 nuevas cátedras de IA distribuidas en universidades técnicas líderes, mientras Singapur implementa programas cuantificables de 15.000 especialistas con metas específicas y cronogramas verificables.

La colaboración academia-industria emerge como factor crítico de éxito en la formación de talento aplicable. El modelo Cyber Valley de Alemania integra empresas líderes como Amazon, BMW y Mercedes-Benz con universidades de Stuttgart y Tübingen, resultando en el 40% de startups de IA como spin-offs científicos directos. Esta integración garantiza la relevancia práctica de la formación académica mientras proporciona acceso empresarial a la investigación de frontera.

Francia implementa programas de formación masiva que incluyen 100.000 especialistas para 2030 mediante combinación de educación formal universitaria, certificaciones profesionales especializadas, y programas de reentrenamiento para trabajadores de sectores tradicionales. El enfoque francés enfatiza la democratización del acceso a la formación especializada mediante la financiación pública de programas de certificación y subsidios para la formación empresarial interna.

China implementa estrategias agresivas de desarrollo de talento mediante inversión masiva en educación STEM, programas de repatriación de científicos chinos en el extranjero, y colaboraciones universitarias internacionales que facilitan transferencia de conocimiento. El modelo chino demuestra la importancia de la escala en la formación de talento y la coordinación nacional para competir efectivamente en sectores intensivos en capital humano especializado.

MARCO DE GOBERNANZA Y ÉTICA

La convergencia global hacia principios éticos comunes se evidencia en la adopción masiva de principios de la OCDE para IA trustworthy, documentados en más de 1.000 iniciativas específicas en 69 jurisdicciones diferentes. Los principios incluyen beneficio humano y bienestar, valores humanos y equidad, transparencia y explicabilidad, robustez, seguridad y protección, y responsabilidad. Sin embargo, la implementación práctica de estos principios presenta desafíos significativos relacionados con la traducción de conceptos éticos abstractos a requisitos técnicos específicos.

Las recomendaciones de la UNESCO sobre ética de IA han sido adoptadas por 194 Estados miembros, estableciendo el marco ético más ampliamente aceptado globalmente. Estas recomendaciones enfatizan el impacto de la IA en los derechos humanos, el medio ambiente, los ecosistemas y la biodiversidad, así como la promoción de la diversidad cultural y la preservación del patrimonio cultural inmaterial. La implementación requiere adaptación a contextos legales, culturales y económicos específicos de cada país (World Economic Forum, 2024).

El World Economic Forum AI Governance Alliance facilita coordinación global mediante participación de 250 miembros de más de 200 organizaciones líderes, incluyendo gobiernos, empresas tecnológicas, organismos internacionales, y organizaciones de sociedad civil. Esta plataforma desarrolla documentos especializados, facilita intercambio de mejores prácticas, y coordina posiciones comunes en foros internacionales como G7 y G20.

Los sandbox regulatorios emergen como mecanismo universal para equilibrar innovación tecnológica con protección regulatoria, permitiendo experimentación controlada con relajación temporal de requisitos específicos. La Unión Europea hace obligatorios los sandboxes de IA para los Estados miembros a partir de agosto de 2026, mientras Singapur y el Reino Unido han demostrado la efectividad de estos instrumentos para el desarrollo de la comprensión regulatoria de tecnologías emergentes.

PROPUESTA DE MATRIZ DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

- Marco conceptual para el seguimiento nacional
- Indicadores por dimensión
- Implementación y gobernanza del sistema de monitoreo

MARCO CONCEPTUAL PARA EL SEGUIMIENTO NACIONAL

La matriz de seguimiento propuesta para el desarrollo de IA en Colombia debe estructurarse mediante un enfoque sistémico que capture la complejidad multidimensional inherente a la transformación tecnológica nacional, permitiendo la evaluación comparativa tanto nacional como internacional mientras proporciona información accionable para formuladores de política pública. El marco conceptual integra indicadores cuantitativos verificables con métricas cualitativas de progreso institucional, reconociendo que el desarrollo exitoso de IA requiere avances simultáneos en múltiples dimensiones interconectadas.

Los principios rectores del sistema de monitoreo incluyen mensurabilidad mediante indicadores cuantificables que permitan evaluación objetiva de progreso, comparabilidad internacional que facilite benchmarking con países de referencia e identificación de brechas competitivas, periodicidad apropiada con actualización regular que capture dinámicas temporales del sector, y agregación que permita consolidación sectorial y regional para análisis comprensivos.

El sistema debe operar mediante actualización trimestral para indicadores dinámicos que reflejan cambios rápidos del sector tecnológico, como financiación de startups, adopción empresarial y desarrollo de aplicaciones específicas. Los indicadores estructurales que requieren medición anual incluyen formación de talento, desarrollo de infraestructura y cambios regulatorios que evolucionan más lentamente, pero determinan capacidades de largo plazo del ecosistema nacional.

La metodología de recolección debe integrar fuentes oficiales gubernamentales como DANE, MinCiencias, y MinTIC, encuestas sectoriales especializadas desarrolladas en colaboración con cámaras de comercio y asociaciones industriales, datos de organizaciones privadas que incluyen empresas de consultoría y plataformas tecnológicas, y benchmarking internacional sistemático mediante adopción de métricas desarrolladas por OCDE, Banco Mundial, y organizaciones especializadas como Stanford HAI.

INDICADORES POR DIMENSIÓN

Dimensión tecnológica: infraestructura y capacidades digitales.

Los indicadores de infraestructura digital deben capturar tanto cobertura cuantitativa como calidad de servicios tecnológicos disponibles. La penetración de 5G requiere meta ambiciosa de 85% cobertura nacional para 2030 desde el nivel actual de 3.9%, con medición desagregada por regiones para identificar brechas específicas que requieren intervención focalizada. La capacidad nacional de centros de datos debe medirse en megavatios instalados y crecimiento anual, con meta de alcanzar 300 MW para 2030 desde los 56.5 MW actuales para soportar crecimiento proyectado de aplicaciones intensivas en computación.

El desarrollo de talento especializado requiere seguimiento del número total de especialistas en IA formados con meta crítica de 15.000 profesionales para 2030 desde la base estimada actual de 4.500. Los graduados de postgrado en IA, incluyendo maestrías y doctorados anuales, proporcionan un indicador de la capacidad de formación avanzada del sistema educativo nacional. Los programas de capacitación deben medirse por participantes certificados desagregados por nivel técnico, con seguimiento de empleabilidad posterior.

Dimensión regulatoria: desarrollo normativo y capacidad institucional.

Los indicadores de desarrollo normativo deben evaluar tanto la completitud como la calidad del marco regulatorio emergente. El índice de completitud regulatoria mide porcentaje de áreas de aplicación de IA que cuentan con regulación específica, con meta de 90% cobertura para 2030 que incluya sectores críticos como salud, transporte, servicios financieros y administración pública. La capacidad institucional requiere medición de personal especializado en entidades regulatorias, cuantificada como número de funcionarios con formación específica en IA por cada 1.000 empleados públicos del sector tecnológico.

Las sanciones aplicadas proporcionan un indicador de efectividad de la ejecución, medidas por número y monto de penalizaciones por incumplimiento de la normatividad de IA. La efectividad de la ejecución debe medirse como porcentaje de casos iniciados que resultan en resolución satisfactoria.

Dimensión económica: impacto productivo y transformación sectorial.

Los indicadores macroeconómicos deben capturar la contribución creciente de la IA a la actividad económica nacional. La participación de IA en PIB requiere meta ambiciosa de 6% para 2035, proyectada desde la participación actual del sector tecnológico de 2,94%, requiriendo metodología de medición que capture el valor agregado específicamente atribuible a tecnologías de IA versus tecnologías digitales generales.

La adopción sectorial debe medirse como penetración empresarial por industria, cuantificada como porcentaje de empresas que utilizan IA activamente por sector económico. Los indicadores de transformación laboral incluyen empleos creados directamente en el sector de IA, empleos transformados en otros sectores mediante la adopción de IA, y la efectividad de los programas de reentrenamiento, medida como el porcentaje de trabajadores capacitados exitosamente que mantienen empleo estable.

IMPLEMENTACIÓN Y GOBERNANZA DEL SISTEMA DE MONITOREO

La autoridad coordinadora del sistema de monitoreo debe ser MinCiencias como autoridad nacional de IA propuesta en el CONPES 4144, operando mediante coordinación interinstitucional formal que incluya participación estructurada de DANE para metodologías estadísticas y recolección de datos, MinTIC para aspectos de política digital y conectividad, DNP para coordinación de política pública intersectorial, y SIC para aspectos regulatorios y de protección de datos.

La periodicidad de reporte debe incluir tableros trimestrales con indicadores dinámicos actualizados que permitan seguimiento en tiempo casi real de tendencias del sector, informes semestrales sectoriales que proporcionen análisis profundo de evolución por industrias específicas, y evaluación anual integral que consolide el progreso general y proporcione recomendaciones estratégicas para el ajuste de políticas.

Los mecanismos de recolección deben integrar múltiples fuentes para garantizar la comprensividad y la confiabilidad. Las fuentes oficiales gubernamentales incluyen estadísticas de DANE, bases de datos de MinCiencias y MinTIC y registros administrativos de entidades sectoriales. Las encuestas especializadas deben desarrollarse en colaboración con cámaras de comercio, asociaciones industriales y gremios profesionales para capturar información no disponible en fuentes administrativas.

La plataforma tecnológica del sistema debe permitir acceso público mediante portal web interactivo que facilite consulta ciudadana y empresarial, visualización interactiva de datos con capacidades de filtrado y análisis personalizado, y análisis comparativo temporal que permita identificación de tendencias y evaluación de efectividad de políticas implementadas.





**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES
ESTRATÉGICAS**

SÍNTESIS DEL ANÁLISIS INTEGRAL

Colombia se encuentra en una posición estratégica excepcional para consolidar su liderazgo regional en inteligencia artificial, habiendo logrado avances sustanciales durante 2024-2025 que posicionan al país como referente en gobernanza responsable y implementación efectiva de políticas públicas integrales. El análisis tridimensional actualizado evidencia un ecosistema en maduración acelerada, caracterizado por marcos regulatorios de clase mundial, inversión gubernamental histórica y dinamismo empresarial sin precedentes en la región.

La aprobación e implementación del CONPES 4144 representan un hito fundamental que trasciende iniciativas gubernamentales previas, estableciendo un compromiso financiero de \$479.273 millones hasta 2030 y un plan de acción de 106 medidas específicas que abordan integralmente las dimensiones tecnológicas, regulatorias y económicas del desarrollo de IA.

El ecosistema empresarial demuestra madurez excepcional, con indicadores de eficiencia y retorno de la inversión que superan consistentemente promedios regionales y globales. La capacidad de empresas colombianas para completar 80% de proyectos de IA en menos de 12 meses y lograr retornos de inversión 3 veces superiores al promedio latinoamericano evidencia sofisticación técnica y operacional que constituye una ventaja competitiva sostenible.

RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS PRIORITARIAS

Impulso nacional a la adopción tecnológica y al uso multisectorial de IA.

Colombia debe priorizar una estrategia nacional de adopción tecnológica que promueva el uso real y contextualizado de la inteligencia artificial en sectores clave como salud, gobierno, educación, agroindustria, justicia y servicios públicos. Esto implica habilitar pilotos sectoriales de alto impacto, desarrollar esquemas de compras públicas que prioricen soluciones con IA y acompañar técnicamente a los gobiernos locales en procesos de adopción. La democratización del uso de IA debe incluir no solo grandes empresas, sino también pymes, emprendimientos, entidades públicas regionales y comunidades académicas.

Recomendaciones:

- Implementar una estrategia nacional de casos de uso con pilotos multisectoriales y validaciones tempranas.
- Crear una línea de cofinanciación para la adopción de IA en municipios y sectores sociales, con un posible apoyo de la banca multilateral.
- Incluir criterios de IA en los procesos de compras públicas y evaluación de impacto sectorial.
- Implementar campañas de alfabetización digital, plataformas de cocreación comunitaria y programas de sensibilización territorial ampliará el impacto real de la IA y permitirá su adopción inclusiva.
- Incorporar lineamientos claros para la adopción en entidades públicas, con criterios de compras innovadoras, pilotos sectoriales demostrativos y acompañamiento técnico desde el nivel nacional hacia lo local.

Despliegue de habilitadores: infraestructura cloud, conectividad y talento bilingüe.

La adopción efectiva de IA requiere condiciones habilitantes tangibles. El acceso a infraestructura en la nube, conectividad de calidad y capacidades técnicas básicas son fundamentales. A esto se suma un reto estratégico para el país, garantizar un bilingüismo digital funcional, con competencias en inglés técnico que permitan interactuar con herramientas, documentación, comunidades de código abierto y estándares internacionales. Sin inglés, no hay IA viable en entornos reales.

Recomendaciones:

- Incentivar el uso de servicios cloud de bajo costo.
- Diseñar un programa nacional de bilingüismo digital en inglés técnico, dirigido a docentes, estudiantes de carreras STEM, funcionarios públicos de las TIC y desarrolladores.
- Ampliar el acceso a la conectividad en zonas rurales y urbanas marginales como base de equidad tecnológica.
- Facilitar la interoperabilidad entre plataformas públicas y privadas y subsidios o acuerdos con proveedores globales para facilitar el acceso a servicios cloud por parte de universidades, gobiernos locales y pymes.
- Fortalecer el gobierno de datos con estándares nacionales, repositorios abiertos sectoriales y asistencia técnica para la gestión de la información.

Consolidación y aceleración del marco regulatorio integral.

Colombia debe avanzar rápidamente en establecer un marco regulatorio basado en la adopción real de la IA en la sociedad. Aunque el país cuenta con autoridades sectoriales con competencias claras sobre datos, telecomunicaciones, ciencia y tecnología, la creciente transversalidad de los sistemas de inteligencia artificial exige contar con un marco articulador que establezca principios comunes, criterios de riesgo y mecanismos de coordinación interinstitucional.

Recomendaciones:

- Explicitar de manera clara y operativa los principios rectores que rigen el desarrollo y uso de sistemas de inteligencia artificial en Colombia. La centralidad humana, la transparencia, la explicabilidad, la equidad, la privacidad y la sostenibilidad constituyen hoy mínimos regulatorios que deben ser reconocidos de forma expresa y consistente en los instrumentos de política pública.
- Incluir definiciones técnicas claras y aplicables al contexto nacional que faciliten implementación consistente, mecanismos de cumplimiento robustos que garanticen cumplimiento efectivo, y coordinación interinstitucional formal que evite fragmentación y superposición de competencias.
- Implementar sandbox regulatorios y esquemas de prueba supervisada.
- Incluir espacios de diálogo y estudios rigurosos de la IA con las entidades competentes, tales como ministerios, entidades de control y vigilancia, Congreso de la República, sector privado y academia.
- Garantizar interoperabilidad con marcos internacionales sin replicar su complejidad

Transformación radical de la inversión en investigación y desarrollo.

El país debe comprometerse con una meta ambiciosa y verificable de 1,5% del PIB en I+D para 2030, requiriendo inversión adicional superior a \$60 billones anuales que represente el esfuerzo más significativo de modernización científica y tecnológica en la historia nacional. El modelo de financiación debe replicar experiencias exitosas como Alemania con proporción estratégica 60-40% inversión privada-pública que maximice apalancamiento de recursos gubernamentales.

Recomendaciones:

- Incentivos fiscales robustos para inversión privada en I+D aplicada a IA.
- Fondos especializados de innovación sectorial (por ejemplo, agro, salud, fintech).
- Cofinanciación de alianzas universidad-empresa y expansión de centros de excelencia. También, búsqueda de recursos de banca multilateral para avanzar más rápidamente en la transformación.

Desarrollo acelerado e integral de talento especializado.

La meta crítica de formar al menos 15.000 especialistas en IA para 2030 exige una estrategia integral que combine formación local intensiva con atracción de talento internacional. La masificación de capacidades complementarias en ciencia de datos, ciberseguridad y desarrollo de software es igualmente crucial. Adicionalmente, el sistema educativo debe incorporar desde etapas tempranas el pensamiento computacional y los principios básicos de IA, con rutas claras hacia la empleabilidad. Además, La estrategia de formación de talento debe incorporar de manera explícita un enfoque de género y diversidad. La IA solo alcanzará su verdadero potencial si refleja la pluralidad de perspectivas de la sociedad colombiana.

Recomendaciones:

- 750 becas anuales para maestrías y doctorados en IA, más alianzas con centros de excelencia global.
- Formación técnica certificada para 75.000 personas en roles de soporte tecnológico.
- Programas de reentrenamiento para al menos 150.000 trabajadores en sectores afectados por la automatización.
- Introducir pensamiento computacional y ética de IA desde la educación básica y media.
- Establecer metas de participación femenina y de minorías en programas de formación en IA, incluyendo becas exclusivas y mentorías en carreras STEM.
- Incorporar módulos sobre equidad de género y prevención de sesgos en el diseño de algoritmos en los currículos de formación.
- Promover iniciativas empresariales y académicas que visibilicen a mujeres líderes en IA y fomenten su vinculación en proyectos estratégicos.

Ciberseguridad y confianza digital.

Colombia debe integrar la ciberseguridad como un eje transversal de su estrategia nacional de IA. Un entorno digital seguro es indispensable para generar confianza ciudadana, proteger datos sensibles y prevenir que los avances tecnológicos se conviertan en fuentes de riesgo.

Recomendaciones:

- Desarrollar ecosistemas tecnológicos seguros para el entrenamiento y despliegue de IA, incluyendo entornos controlados y medidas de protección de datos sensibles.
- Diseñar programas de formación especializada en ciberseguridad aplicada a IA y ética digital, dirigidos a empresas, funcionarios públicos y startups.
- Fortalecer las capacidades técnicas y presupuestales de la Fiscalía, la SIC y la Policía para detectar, investigar y sancionar delitos asociados al uso indebido de IA.
- Implementar prácticas de desarrollo seguro, como análisis de vulnerabilidades y controles específicos en la integración de sistemas de IA.
- Consolidar capacidades de monitoreo y respuesta frente a amenazas emergentes en entornos de IA, IoT y servicios en la nube.
- Impulsar la cooperación internacional y los acuerdos bilaterales para compartir buenas prácticas, alertas tempranas y estándares globales de protección.

CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL Y COORDINACIÓN INTERSECTORIAL EFECTIVA

La creación de la autoridad nacional de IA debe acompañarse de mecanismos de coordinación intersectorial que eviten la fragmentación institucional actual y garanticen la implementación coherente de políticas. El Consejo Nacional de IA propuesto debe incluir representación de gobierno, academia, sector privado y sociedad civil con mandato específico para coordinación de política pública.

La implementación de la matriz de seguimiento propuesta debe operacionalizarse mediante un sistema de información integrado que permita el monitoreo sistemático del progreso y el ajuste dinámico de estrategias basado en evidencia empírica. Los mecanismos de rendición de cuentas deben incluir reportes públicos regulares y evaluaciones independientes de la efectividad de las políticas implementadas.

Esta coordinación debe incluir mecanismos formales de gobernanza territorial, nodos regionales articulados con universidades y autoridades locales, y financiamiento específico para pilotos regionales, evitando así que la IA se concentre exclusivamente en grandes ciudades.

VISIÓN PROSPECTIVA Y POTENCIAL TRANSFORMADOR

La implementación integral de estas recomendaciones posiciona a Colombia para capturar el potencial económico transformador de IA, estimado por consultoras internacionales en 3-5% adicional del PIB anualmente para 2035, representando valor agregado superior a \$75 billones anuales en la economía nacional. El país puede aprovechar su posición geográfica estratégica como puente entre Norteamérica y Suramérica, ventajas regulatorias desarrolladas y estabilidad institucional para convertirse en hub regional de IA en América Latina.

Esta transformación facilitaría atracción de inversión extranjera directa en sectores intensivos en conocimiento, desarrollo de capacidades exportadoras de servicios tecnológicos avanzados, y posicionamiento como referente global en la gobernanza ética de IA que puede exportarse a mercados similares. La integración con cadenas globales de valor tecnológico permitiría la captura de valor agregado superior y la reducción de la dependencia de sectores tradicionales intensivos en recursos naturales.

La oportunidad histórica presente requiere decisión política firme que trascienda ciclos electorales, coordinación intersectorial efectiva que supere fragmentación institucional tradicional, y visión de largo plazo que priorice competitividad futura sobre beneficios inmediatos. Colombia puede consolidar definitivamente su liderazgo regional y competir efectivamente a nivel global en la economía de IA, pero esto demanda acción inmediata, sostenida, y coordinada en las dimensiones tecnológica, regulatoria, y económica analizadas.

El futuro competitivo del país, su capacidad de generación de empleo de calidad y su posicionamiento en la economía global dependen críticamente de las decisiones estratégicas que se implementen en los próximos 18-24 meses para aprovechar esta ventana de oportunidad única e irreversible. La inacción o implementación parcial de estas recomendaciones resultaría en pérdida de liderazgo regional y marginación creciente de cadenas globales de valor tecnológico, con consecuencias económicas y sociales significativas para las próximas décadas.



REFERENCIAS



- Access Partnership. (2025, febrero). Access Alert: Colombia Launches National AI Policy. <https://accesspartnership.com/colombia-national-ai-policy/>
- Access Partnership. (2025, mayo). Access Alert: Colombian Authorities Present AI Law to Congress. <https://accesspartnership.com/access-alert-colombian-authorities-present-ai-law-to-congress/>
- Arizton. (2024). Colombia Data Center Market | Overview, Investment Report 2030. <https://www.arizton.com/market-reports/colombia-data-center-market>
- BBVA Spark. (2024). AI and internationalisation: the drivers of Colombian entrepreneurship. <https://www.bbvaspark.com/en/news/colombia-tech-report-2024/>
- Brigard Urrutia. (2024). AI takes off in Colombia! Colombia Adopts CONPES 4144. <https://www.bu.com.co/en/insights/noticias/ai-takes-colombia-colombia-adopts-conpes-4144>
- CEPAL. (2024). Latin American Artificial Intelligence Index (ILIA) Reconfirms Chile, Brazil and Uruguay as Leaders in the Region. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. <https://www.cepal.org/en/pressreleases/latin-american-artificial-intelligence-index-ilia-reconfirms-chile-brazil-and-uruguay>
- Chambers and Partners. (2024). Artificial Intelligence 2024 - Colombia | Global Practice Guides. <https://practiceguides.chambers.com/practice-guides/artificial-intelligence-2024/colombia/trends-and-developments>
- Clarocloud. (2024). Oracle Cloud Infrastructure.
- <https://www.clarocloud.com.co/infraestructura/oracle-cloud-infrastructure/>
- ColombiaOne. (2024, junio 23). Colombia's AI Budget to Soar as Companies Ramp Up Investment. <https://colombiaone.com/2024/06/23/colombia-ai-companies-investment/>
- Cuantico. (2024). CONPES 4144: Colombia's National Artificial Intelligence Policy. <https://cuantico.com/en/conpes-4144-national-artificial-intelligence-policy/>
- DANE. (2024). Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Hogares – ENTIC Hogares 2024. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co>
- Data Center Dynamics. (2024). Claro Colombia to invest more than \$200m into its fiber network for AI applications. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/claro-colombia-to-invest-more-than-200m-into-its-fiber-network-for-ai-applications/>
- Departamento Nacional de Planeación. (2025). CONPES 4144: La hoja de ruta de Colombia en Inteligencia Artificial para los retos actuales y la transformación futura. <https://www.dnp.gov.co/publicaciones/Planeacion/Paginas/conpes-4144-hoja-de-ruta-colombia-inteligencia-artificial-retos-actuales-transformacion-futura.aspx>

- Educations. (2024). Universidad de los Andes Master in Artificial Intelligence. <https://www.educations.com/institutions/universidad-de-los-andes/master-in-artificial-intelligence>
- European Commission. (2024). AI Act: Shaping Europe's digital future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- Holland & Knight. (2024). Guidelines on the processing of personal data through artificial intelligence (AI) in Colombia.
- <https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2024/08/lineamientos-sobre-el-tratamiento-de-datos-personales-en-inteligencia>
- HubSpot. (2024). Estado de la IA en Marketing en Latinoamérica. Informe regional. <https://www.hubspot.com>
- IBM. (2024). What is artificial intelligence (AI)?
- <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>
- La República. (2023). Colombia ya cuenta con 322 fintech en total y el enfoque es la inclusión financiera.
- <https://www.larepublica.co/especiales/anuario-ripe-2023/colombia-ya-cuenta-con-322-fintech-en-total-y-el-enfoque-es-la-inclusion-financiera-3514733>
- Microsoft. (2024, octubre 17). Colombia and Brazil embrace the potential of cloud and AI solutions to drive growth and tackle social challenges. The Microsoft Cloud Blog. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-cloud/blog/2024/10/17/colombia-and-brazil-embrace-the-potential-of-cloud-and-ai-solutions-to-drive-growth-and-tackle-social-challenges/>
- MinCiencias. (2024). 'ColombIA Inteligente', nuevo programa de MinCiencias que impulsa proyectos de inteligencia artificial y tecnologías aeroespaciales. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-inteligente-nuevo-programa-minciencias-que-impulsa-proyectos-inteligencia
- MinTIC. (2025). Colombia cerró el primer trimestre de 2025 con más de 49 millones de accesos móviles a Internet. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/404518:Colombia-cerro-el-primer-trimestre-de-2025-con-mas-de-49-millones-de-accesos-moviles-a-Internet>
- MinTIC. (2024). Ministro TIC explicó los avances de Colombia hacia una política nacional de Inteligencia Artificial con enfoque en gobernanza y ética. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/382883:Ministro-TIC-explico-los-avances-de-Colombia-hacia-una-politica-nacional-de-Inteligencia-Artificial-con-enfoque-en-gobernanza-y-etica>
- Nucamp. (2024). Getting a Job in Tech in Colombia in 2024: The Complete Guide. <https://www.nucamp.co/blog/coding-bootcamp-colombia-col-getting-a-job-in-tech-in-colombia-in-2024-the-complete-guide>

- OCDE. (2024). *OECD AI principles. Organisation for Economic Co-operation and Development*
- Razón Pública. (2024). *Ciencia y tecnología: el presupuesto más bajo de este siglo.* <https://razonpublica.com/ciencia-tecnologia-presupuesto-mas-este-siglo/>
- Semana. (2024). *La revolución digital en Ecopetrol.* <https://www.semana.com/economia/empresas/articulo/asi-logro-ecopetrol-su-revolucion-tecnologica/202100/>
- Smart Nation Singapore. (2024). *National AI Strategy.* <https://www.smartnation.gov.sg/nais/>
- Stanford HAI. (2025). *Artificial Intelligence | Stanford Emerging Technology Review.* <https://setr.stanford.edu/technology/artificial-intelligence/2025>
- Statista. (2024). *Artificial Intelligence - Colombia | Market Forecast.* <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/colombia>
- Sura Asset Management. (2024). *With Generative Artificial Intelligence, Protección automates and streamlines their customer service processes.* <https://www.sura-am.com/en/newsroom/generative-artificial-intelligence-proteccion-automates-and-streamlines-their-customer-service-processes>
- TechTarget. (2024). *What is Artificial General Intelligence? Definition from TechTarget.* <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/artificial-general-intelligence-AGI>
- The Borgen Project. (2024). *Colombia's Digital Divide: Internet Access Opens up Opportunities.* <https://borgenproject.org/colombias-digital-divide/>
- Universidad del Rosario. (2025). *Colombia avanza en Inteligencia Artificial con el CONPES 4144: una apuesta por la innovación sostenible.* <https://urosario.edu.co/en/node/60061>
- Valora Analitik. (2022, agosto 5). *Erick Rincón deja presidencia de Colombia Fintech para dirigir TicTank.* <https://www.valoraanalitik.com/2022/08/05/erick-rincon-deja-presidencia-colombia-fintech-tictank/>
- Vozy. (2024). *Vozy.* <https://www.vozy.ai/en>
- World Economic Forum. (2024). *AI Governance Alliance: Briefing Paper Series 2024.* <https://www.weforum.org/publications/ai-governance-alliance-briefing-paper-series/>
- Zaghdoudi, M., Zoghlami, N., Abed, M., & Mansour, N. (2022). *Review of artificial intelligence and machine learning technologies: Classification, restrictions, opportunities and challenges.* *Mathematics*, 10(15), 2552. <https://www.mdpi.com/2227>