

ABRIL 2025



ANE



**Espectro para el desarrollo de la
Inteligencia Artificial (IA) en Colombia**





TABLA CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	5
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	6
INTRODUCCIÓN.....	7
1. GENERALIDADES DE IA	9
1.1 ¿QUÉ ES INTELIGENCIA ARTIFICIAL?	9
1.2 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN IA	11
1.2.1 Aprendizaje automático	11
1.2.2 Aprendizaje profundo	12
1.2.3 Visión artificial y procesamiento del lenguaje natural.....	12
1.2.4 Redes neuronales	12
1.2.5 Aprendizaje supervisado y no supervisado	12
1.3 RETOS Y CONSIDERACIONES	13
1.4 CASOS DE USO	14
1.4.1 Asistentes Virtuales y Chatbots	15
1.4.2 Sistemas de conducción autónoma (ADS)	15
1.4.3 Gestión de explotación agrícola	16
1.4.4 Videojuegos	16
1.4.5 Creación de arte	16
1.4.6 Salud	16
1.4.7 Política y medios de comunicación	17
1.4.8 Gestión ambiental.....	17
1.4.9 Gestión de energía.....	17
1.4.10 Negociación bursátil automatizada	17
1.4.11 Motores de recomendación	17
1.4.12 Visión por computador	17



1.4.13 Reconocimiento de voz	18
1.4.14 Asistentes para el hogar	18
1.5 REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA	18
1.6 RELACIÓN ENTRE LA IA Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE ..	21
1.7 TENDENCIAS SOBRE IA	23
2. RELACIÓN ENTRE LA IA Y EL IOT (AIOT).....	28
3. LA IA Y LAS TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS	32
4. BENCHMARKING INTERNACIONAL.....	34
4.1 REINO UNIDO.....	34
4.2 UNIÓN EUROPEA.....	36
4.3 CANADÁ	39
4.4 ESTADOS UNIDOS	41
4.5 MÉXICO	43
4.6 BRASIL.....	45
4.7 CHILE.....	47
4.8 CHINA	49
4.9 COREA DEL SUR.....	50
4.10 JAPÓN	53
5. ANTECEDENTES EN COLOMBIA.....	57
4. ANÁLISIS NACIONAL.....	65
6.1 NECESIDADES EN MATERIA DE ESPECTRO	67
6.1.1 Espectro radioeléctrico disponible	67
6.1.2 Mecanismos de acceso al espectro radioeléctrico	70
6.1.2.1 Acceso al espectro licenciado	70
6.1.2.2 Acceso al espectro de uso libre	71
5. CONCLUSIONES	73
6. REFERENCIAS	75



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características técnicas de la AIoT.....	28
Tabla 2. Clasificación de la AIoT	29
Tabla 3. Principios de la IA del Reino Unido.....	34
Tabla 4. Acciones adelantadas por Ofcom	36
Tabla 5. Objetivos del Plan coordinado sobre IA de la Unión Europea ..	37
Tabla 6. Propuestas presentadas por la OPC	39
Tabla 7. Excepciones al principio de consentimiento - Canadá	40
Tabla 8. Acciones sobre la responsabilidad demostrable – Canadá	41
Tabla 9. Acciones del código internacional de conducta del Proceso de IA de Hiroshima	54
Tabla 10. Resumen de experiencias internacionales	55
Tabla 11. Principios para el desarrollo de la IA en Colombia	57
Tabla 12. Objetivos específicos de la Política de IA en Colombia	62
Tabla 13. Bandas de frecuencia - Servicio móvil terrestre	67
Tabla 14. Bandas de frecuencia - Servicio móvil por satélite	68



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologías utilizadas por la IA	11
Figura 2. Aplicaciones de la IA.....	15
Figura 3. Ciclo de vida de un sistema de IA.....	19
Figura 4. Objetivos de desarrollo sostenible	21
Figura 5. Adopción y exploración de IA por parte de empresas	24
Figura 6. Número de incidentes y controversias en uso de IA	26
Figura 7. Casos de uso de IA más comúnmente adoptados	27
Figura 8. Panorama de la estandarización de la AIoT.....	30
Figura 9. Aplicaciones de la IA en telecomunicaciones	32
Figura 10. Pilares del Plan coordinado sobre IA de la UE.....	37
Figura 11. Principios del Plan para una Declaración de Derechos de la IA de Estados Unidos	42
Figura 12. Acciones para promover la innovación responsable en IA en Estados Unidos.....	43
Figura 13. Ejes temáticos de la Agenda nacional de IA en México	44
Figura 14. Principios de la Estrategia Brasileña de IA	46
Figura 15. Ejes definidos en la Estrategia Brasileña de IA	47
Figura 16. Principios y ejes de la Política chilena de IA	48
Figura 17. Principios del Plan de desarrollo chino de IA.....	49
Figura 18. Visión de futuro basado en la Estrategia Nacional surcoreana de IA	51
Figura 19. Sectores considerados en la hoja de ruta de IA de Japón....	53
Figura 20. Valores y principios - Recomendación de la UNESCO.....	59
Figura 21. Ejes estratégicos de la Política Nacional de IA en Colombia.	63
Figura 22. Pilares de la estrategia PotencIA	66



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

4RI	Cuarta Revolución Industrial
AIoT	Inteligencia Artificial de las Cosas (por sus siglas en inglés)
ANE	Agencia Nacional del Espectro
ANI	Inteligencia Artificial Estrecha (por sus siglas en inglés)
AGI	Inteligencia Artificial General (por sus siglas en inglés)
ASI	Superinteligencia artificial (por sus siglas en inglés)
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DNP	Departamento Nacional de Planeación
END	Estrategia Nacional Digital
IA	Inteligencia Artificial (por sus siglas en inglés)
IoT	Internet de las cosas (por sus siglas en inglés)
ML	Aprendizaje de máquinas (por sus siglas en inglés)
Minciencias	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Mintic	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
OMS	Organización Mundial de la Salud
PMGE	Plan Maestro de Gestión de Espectro
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (por sus siglas en inglés)



INTRODUCCIÓN

Actualmente se habla de Inteligencia Artificial (IA) en muchos ámbitos internacionales y nacionales, y se encuentran implementadas diversas aplicaciones en los sectores de agricultura, telecomunicaciones, educación, entretenimiento, industria, salud y transporte, entre otros. A nivel de telecomunicaciones, la IA está siendo utilizada especialmente para la gestión de las redes, no obstante, un tema que preocupa a muchas organizaciones y gobiernos es el uso de los datos que sirven de base para el funcionamiento de la IA, razón por la cual se están elaborando políticas y marcos normativos en diversos países.

En el caso de Colombia, se espera que el gobierno nacional defina una política respecto de la implementación y uso de la IA en el país, razón por la cual, en el marco del Plan Maestro de Gestión de Espectro a 5 años (PMGE5), la ANE planteó el desarrollo de un estudio que permita alinear la gestión de espectro con dicha política. Así las cosas, el presente estudio busca, a partir de las iniciativas que lidera el Ministerio TIC en materia de IA, determinar si se requiere identificar espectro para su desarrollo y, en caso de ser necesario, establecer las condiciones técnicas para el acceso y uso de este recurso.

De modo que, en el primer capítulo de este documento se presentan algunas definiciones y elementos relevantes que se deberían considerar en la implementación y uso de la IA, tales como tecnologías utilizadas, retos y consideraciones, casos de uso y los requisitos para la implementación de esta tecnología. Asimismo, se incluye un apartado sobre la relación que tiene la IA con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible definidos por Naciones Unidas y algunas tendencias sobre su implementación.

En el segundo capítulo, se relacionan los resultados de la revisión de experiencias internacionales respecto de políticas en materia de IA, para lo cual se tuvieron en cuenta las correspondientes a Reino Unido, la Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, México, Brasil, Chile, China, Corea del Sur y Japón. A partir de esta revisión se evidenció que en la mayoría de estos países existe una gran preocupación por el uso de los datos y los posibles sesgos en el desarrollo de aplicaciones de IA y, en algunos casos se hace referencia a la necesidad de mejorar la conectividad para apalancar su implementación y uso.



Por su parte, en el tercer capítulo se relacionan los antecedentes en materia de política pública a nivel nacional, que incluyen los principios de IA de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y los valores y principios de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) adoptados por Colombia, los objetivos de la hoja de ruta de IA planteada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) y un resumen de los objetivos y ejes estratégicos planteados en el documento CONPES de inteligencia artificial desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), así como las líneas de acción relacionadas con la gestión de espectro radioeléctrico.

Entre tanto, el cuarto capítulo corresponde a los resultados del análisis nacional, en el que se exponen las actividades realizadas por el gobierno nacional para impulsar el uso responsable de la inteligencia artificial en el país, y en el quinto capítulo se presenta una reseña de la inteligencia artificial de las cosas, tecnología que combina la IA y el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) y permite la automatización de las actividades inherentes a diferentes sectores de la economía de un país.

A continuación, en el sexto capítulo se presentan algunos elementos relacionados con el uso de la IA en las telecomunicaciones inalámbricas, así como casos de uso que ya están siendo implementados y, finalmente, en el séptimo capítulo se relacionan algunas conclusiones del estudio, de donde se deriva que actualmente existen las condiciones técnicas necesarias en materia de gestión de espectro radioeléctrico para garantizar la conectividad para la implementación de IA en el país.



1. GENERALIDADES DE LA IA

Aunque la IA se encuentra en auge en este momento, estas aplicaciones han venido evolucionando desde 1950, cuando se planteó por primera vez la posibilidad de que las máquinas pudieran pensar. Si bien no se ha evidenciado que éstas piensen, sí se habla de que pueden aprender a partir de la información que se les suministre y hacer predicciones o tomar decisiones según se requiera, de allí la importancia de contar con información suficiente y de calidad y con herramientas tecnológicas que puedan procesar dicha información.

Ahora bien, teniendo en cuenta el objeto del presente estudio y la relevancia reciente que están teniendo las aplicaciones de IA, en este capítulo se abordan en primer lugar algunas definiciones sobre esta tecnología, luego se presentan algunos elementos considerados relevantes en la implementación de dichas aplicaciones y finalmente se incluyen a manera de referencia algunos casos de uso y tendencias respecto de su implementación.

1.1 ¿QUÉ ES INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

En 1956 se planteó por primera vez una definición de la IA, en ese momento se ató esta tecnología a un modelo en que el ser humano construye sistemas basados en la lógica. [1]

Muchos años más tarde, en 2019, el grupo de expertos en gobernanza en IA de la OCDE (AIGO) define la inteligencia artificial como un "*sistema basado en la máquina que puede hacer predicciones, recomendaciones o tomar decisiones, influyendo en entornos reales o virtuales, sobre ciertos objetivos definidos por los humanos*". Así las cosas, las aplicaciones de IA se diseñan para que operen con varios niveles de autonomía, para lo cual usan tanto la información de máquinas como de personas, con el fin de que dichos sistemas perciban entornos reales y/o virtuales, de allí la importancia de contar con información suficiente y de calidad [1].

Por su parte, la UIT señala que la inteligencia artificial (IA) comprende varias tecnologías, que pueden describirse como "*sistemas adaptativos de aprendizaje autónomo*" y se puede analizar desde diferentes enfoques, entre los que se encuentran: i) las tecnologías, técnicas y/o metodologías



utilizadas, ii) la finalidad, iii) las funciones que desempeña y iv) los agentes, máquinas o algoritmos que hacen parte del sistema de IA [2].

A su vez, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) de Naciones Unidas plantea que la IA generalmente es un campo dentro de la informática que tiene como objetivo desarrollar máquinas y sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como percepción, interacción con el lenguaje o resolución de problemas. [3]

Entre tanto, el Parlamento Europeo considera que la IA es la habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear; y plantea la existencia de dos tipos de IA: i) Software (asistentes virtuales, software de análisis de imágenes, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento de voz y rostro) y ii) la Inteligencia artificial integrada (robots, drones, vehículos autónomos, Internet de las Cosas). Además, el Parlamento señala que la IA permite que los sistemas tecnológicos perciban su entorno, se relacionen con él, resuelvan problemas y actúen con un fin específico, por lo que los sistemas o aplicaciones de IA son capaces de adaptar su comportamiento en cierta medida, analizar los efectos de acciones previas y trabajar de manera autónoma. [4]

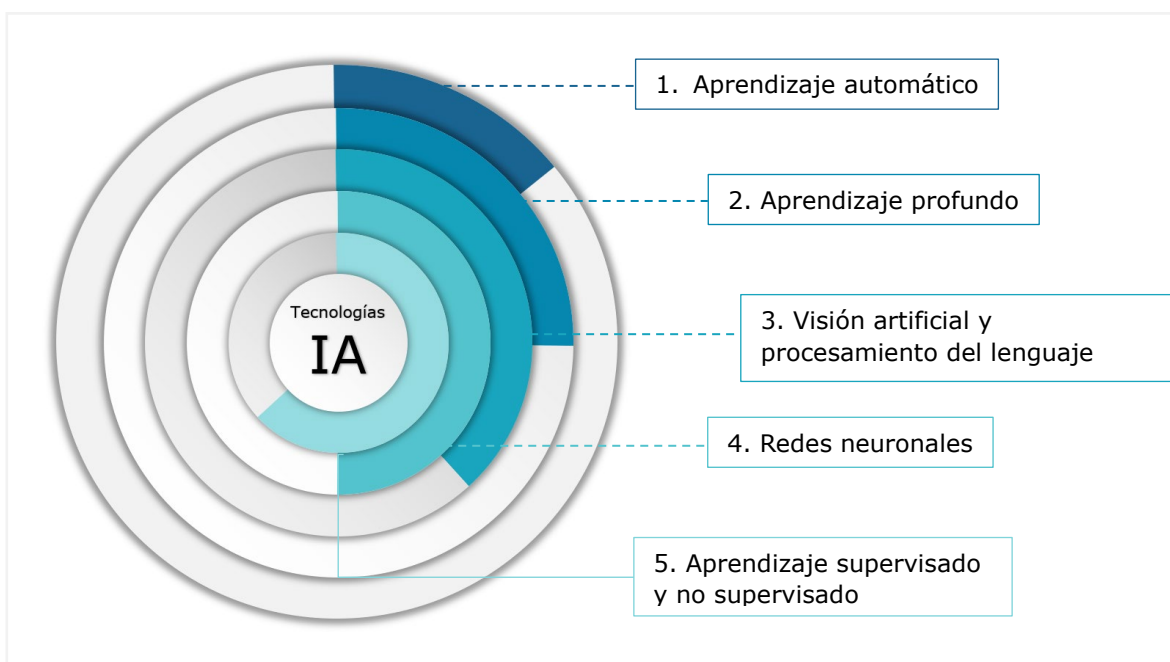
De otra parte, Microsoft plantea que la IA comprende varios campos de estudio entre los cuales se encuentra el machine learning, y se da cuando las máquinas o los sistemas informáticos se comportan de una manera que simula la inteligencia humana [5].

Finalmente, IBM menciona la definición planteada por John McCarthy en 2004 quien dijo que la IA es la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes, lo cual se relaciona con la tarea similar de usar equipos para comprender la inteligencia humana; y considera que la IA es un campo que combina la informática y sólidos conjuntos de datos para permitir la resolución de problemas, y que existen dos tipos de IA: i) la IA débil o inteligencia artificial estrecha (ANI, por sus siglas en inglés), entrenada y enfocada en la IA para realizar tareas específicas. y ii) la IA sólida, formada por la inteligencia artificial general (AGI, por sus siglas en inglés) y la superinteligencia artificial (ASI, por sus siglas en inglés) [6]

1.2 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN IA

La IA abarca varios campos o tecnologías, incluso IBM habla de subcampos, y señala que la IA incluye el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, que son disciplinas que se componen de algoritmos de IA para crear sistemas expertos que hagan predicciones o clasificaciones basadas en datos de entrada [6]. A continuación se describen algunas de las tecnologías que utiliza la IA.

Figura 1. Tecnologías utilizadas por la IA



Fuente: Elaboración ANE a partir de [7]

1.2.1 Aprendizaje automático

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el aprendizaje automático consiste en aprender automáticamente un modelo predictivo o en encontrar patrones desconocidos en los datos, aprovechando algoritmos de aprendizaje y técnicas de optimización. Este tipo de aprendizaje requiere de datos estructurados y no estructurados para entrenar los algoritmos, con el fin de que los modelos generen predicciones y recomendaciones a partir de la identificación de reglas estadísticas y la correlación de entradas con resultados exitosos. [7]



1.2.2 Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo es un subconjunto del aprendizaje automático que utiliza algoritmos para obtener información más abstracta a partir de los datos. Si bien existen otros tipos de aprendizaje automático, tales como la búsqueda, el razonamiento simbólico y lógico, etc., el aprendizaje profundo es el más importante. [7]

1.2.3 Visión artificial y procesamiento del lenguaje natural

La visión artificial aprovecha los avances que traen las unidades de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés) para procesar imágenes o vídeos de forma rápida y precisa e identificar objetos y posicionarlos; entre tanto, el procesamiento del lenguaje natural permite a las aplicaciones de inteligencia artificial comprender lo que se dice o escribe y su significado. En este caso esta tecnología permite entablar conversaciones complejas con las personas. [7]

1.2.4 Redes neuronales

Esta tecnología está inspirada en el funcionamiento del cerebro y el sistema nervioso de los seres humanos, y consiste en capas de “neuronas” interconectadas entre sí, donde cada capa neuronal está constituida por muchas neuronas. Cada una de estas capas recibe una entrada, detecta patrones y luego proporciona una entrada a la siguiente capa neuronal. [7]

1.2.5 Aprendizaje supervisado y no supervisado

Los algoritmos de aprendizaje supervisado se entrenan con conjuntos de datos que contienen etiquetas indicativas de la importancia de las características dentro del problema. En este caso el algoritmo permite a las máquinas predecir un resultado en función de la información de entrada proporcionada, encontrando el resultado “real” luego de varios intentos en los que aprende al analizar la diferencia entre el resultado esperado y el resultado alcanzado. Por su parte, los algoritmos de aprendizaje no supervisado deben determinar por sí solos la importancia de las características dentro del problema, analizando patrones inherentes a los datos. [7]



1.3 RETOS Y CONSIDERACIONES

La UIT considera que existen muchos retos a nivel de políticas y normativas para la utilización de las herramientas de IA, especialmente en relación con los sesgos que pueden existir en los modelos de aprendizaje automático. Los datos utilizados para desarrollar ese aprendizaje y la responsabilidad asociada al uso de los modelos de IA. En relación con la calidad y representatividad de los conjuntos de datos utilizados, la UIT señala que se debe tener en cuenta que los modelos de predicción basados en IA no siempre incluyen las disparidades existentes en la población [2].

Además, la UIT pone de presente que si bien la IA permite el desarrollo de aplicaciones enfocadas en la mejora de procesos en pro del bienestar de la comunidad, existen algunas dificultades para lograr este fin, tales como la falta de confianza en la transparencia de los modelos de predicción; los sesgos raciales, de discapacidad o de género que pueden existir en los algoritmos de IA; la indisponibilidad o complejidad en la obtención de los datos; las brechas en la seguridad y privacidad de estos y la falta de equidad para la implementación de aplicaciones IA, entre otros [2].

De otro lado, con el fin de que el diseño y la gestión de los sistemas o aplicaciones de IA estén orientados a la priorización de los intereses de las personas y a garantizar que quienes participan en dichos procesos respondan por el correcto funcionamiento de estos sistemas, en 2019 la OCDE adoptó un conjunto de directrices de políticas intergubernamentales sobre Inteligencia Artificial, dentro de las cuales se encuentran los siguientes principios [8]:

1. La IA debe estar al servicio de las personas y del planeta, impulsando un crecimiento inclusivo, el desarrollo sostenible y el bienestar.
2. Los sistemas de IA deben diseñarse de manera que respeten el estado de derecho, los derechos humanos, los valores democráticos y la diversidad.
3. Los sistemas de IA deben estar presididos por la transparencia y una divulgación responsable, a fin de garantizar que las personas sepan cuándo están interactuando con ellos y puedan oponerse a los resultados de esa interacción.



4. Los sistemas de IA deben funcionar con robustez, de manera fiable y segura durante toda su vida útil, y los potenciales riesgos deberán evaluarse y gestionarse en todo momento.
5. Las organizaciones y las personas que desarrollen, desplieguen o gestionen sistemas de IA deberán responder por su correcto funcionamiento.

Asimismo, la OCDE recomienda a los gobiernos que: i) se facilite la inversión pública y privada en investigación y desarrollo que estimule la innovación en una IA fiable, ii) se fomenten ecosistemas de IA accesibles con tecnologías e infraestructura digitales, y mecanismos para el intercambio de datos y conocimientos, iii) se desarrolle un entorno de políticas que allane el camino para el despliegue de unos sistemas de IA fiables, iv) se capacite a las personas con competencias de IA y apoye a los trabajadores con miras a asegurar una transición equitativa y v) se coopere en la compartición de información entre países y sectores, con el desarrollo de estándares y se asegure una administración responsable de la IA [8].

Por otra parte, desde la academia se destacan los trabajos de Jobein et al y Fjeld et al, donde abogan y promueven la aplicación de principios éticos en la IA, como son la transparencia e interpretabilidad, la justicia, la imparcialidad, la no-maleficencia, la responsabilidad profesional y demostrada, y la privacidad, con el fin de evitar sesgos en el uso de la IA que puedan generar afectaciones en la sociedad.

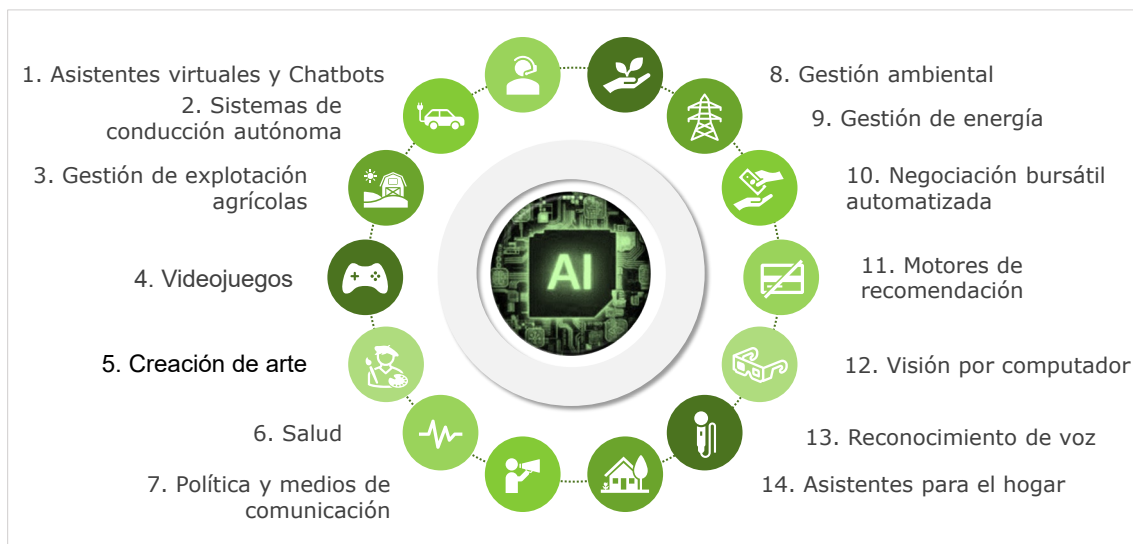
Así las cosas, la IA puede contribuir a mejorar la prestación de bienes y servicios a partir del uso de los datos y la automatización de procesos en los diferentes sectores de la economía de un país, de allí la importancia de contar con datos de calidad y hacer un uso responsable de éstos. En razón a lo anterior, el foco de muchas entidades gubernamentales es la construcción de normatividad que garantice la implementación y uso ético y sostenible de la IA.

1.4 CASOS DE USO

La IA ha permeado nuestro entorno, tanto que en algunas ocasiones las personas no se dan cuenta que están interactuando con un sistema de IA, como ocurre con los asistentes virtuales que atienden a los usuarios a través de chat. Asimismo, existen muchas aplicaciones de la IA en

ámbitos como la salud, la seguridad, transporte, etc., algunas de las cuales se describen a continuación.

Figura 2. Aplicaciones de la IA



Fuente: Elaboración ANE

1.4.1 Asistentes Virtuales y Chatbots

El uso de los asistentes virtuales o chatbots se ha generalizado en muchas empresas de diferentes sectores (salud, servicios públicos, entidades financieras, etc.). Los asistentes virtuales pueden interactuar con clientes y usuarios de manera automatizada, proporcionando respuestas a preguntas comunes, asistencia en la compra de productos o servicios, y resolviendo problemas básicos de manera eficiente; estos sistemas están cambiando la forma de concebir la relación con el cliente en sitios web y plataformas de redes sociales. Algunos ejemplos son los bots de mensajería de los sitios de comercio electrónico virtual y las aplicaciones de mensajería, como Slack y Facebook Messenger. [6]

1.4.2 Sistemas de conducción autónoma (ADS)

En el sector del transporte, la IA contribuye al desarrollo de vehículos plenamente autónomos que mejoran cada vez más sus habilidades de conducción y navegación mediante programas de aprendizaje autónomo, así como a la gestión de tráfico en tiempo real en espacios urbanos [2].



1.4.3 Gestión de explotación agrícola

En el sector agrícola, la IA puede utilizarse para el análisis predictivo basado en datos de vigilancia de cultivos, del suelo y del clima, a fin de facilitar la toma de decisiones y optimizar el uso de recursos (agua, fertilizantes, etc.) [2].

1.4.4 Videojuegos

El objetivo del uso de IA es conseguir la máxima puntuación, para lo cual se utiliza el Aprendizaje por Refuerzo (Reinforcement Learning), donde las máquinas aprenden para conseguir una mayor recompensa, por lo que la máquina deberá 'razonar' sobre el resultado de sus acciones para corregirlas y así alcanzar una mayor puntuación [9].

1.4.5 Creación de arte

A partir del acceso a una base de datos de cuadros, las máquinas estudian los patrones y 'pintan' o 'crean' una imagen que podría ser expuesta en un museo. El sistema consiste en 'enfrentar' a dos IA (Redes neuronales) que forman una Red Generativa Adversaria (GAN, por sus siglas en inglés), donde una genera la pintura y la otra determina si dicha pintura es sintética o real [9].

1.4.6 Salud

Las soluciones basadas en IA pueden ayudar a proporcionar un diagnóstico precoz de determinadas afecciones médicas, por ejemplo, se ha evidenciado que algunas máquinas han superado a algunos de los mejores doctores en diagnóstico de cáncer. [9]

Respecto de la IA en la salud, la UIT y la Organización Mundial de la Salud (OMS) crearon el Grupo Temático sobre IA para la salud. Este Grupo ha recopilado 14 casos de uso de la IA, entre otros, los relativos a: i) los linfocitos infiltrantes tumorales (TIL por sus siglas en inglés). En este caso, un modelo de IA es capaz de etiquetar cada célula tumoral y cada TIL en una muestra de tejido, ii) un método de análisis rápido y no invasivo para el diagnóstico de cáncer de piel, iii) en radioterapia la IA permite analizar una representación en 3D sin necesidad de realizar cortes transversales de imágenes. En este caso se utiliza el aprendizaje por refuerzo con el fin de disminuir la dependencia de los datos. [10]

1.4.7 Política y medios de comunicación

La IA también ha permeado los medios de comunicación y la política, pues actualmente se pueden encontrar máquinas que simulan a una persona y leen y muestran la información. En el caso de la política, en Tokyo se encontró el caso de un 'bot' que se ha postulado para ser alcalde de uno de sus barrios, dicho bot ofrece "oportunidades justas y equilibradas para todos". [9]

1.4.8 Gestión ambiental

En el tema ambiental se está aprovechando la IA y se está construyendo un mapa de las riquezas de los océanos, en particular la biodiversidad marina, el almacenamiento de carbono y los efectos de la pesca. [10]

1.4.9 Gestión de energía

A partir de los datos y gracias al aprendizaje profundo de la IA se puede predecir la cantidad de energía que pueden generar las turbinas eólicas. [10]

1.4.10 Negociación bursátil automatizada

Diseñada para optimizar las carteras de valores. Las plataformas de negociación de alta frecuencia impulsadas por IA realizan miles o incluso millones de operaciones al día sin intervención humana. [11]

1.4.11 Motores de recomendación

Gracias a los datos sobre comportamientos de consumo anteriores, los algoritmos de IA pueden ayudar a descubrir tendencias que pueden utilizarse para desarrollar estrategias de venta cruzada más eficaces. Esta aplicación también es utilizada por los comercios en línea para hacer recomendaciones de productos a los clientes. [11]

1.4.12 Visión por computador

En este caso la IA permite a los computadores y sistemas obtener información significativa a partir de imágenes digitales, vídeo y otros datos visuales para, a partir de dicha información, tomar decisiones y actuar. Esta capacidad, diferente al reconocimiento de imágenes, funciona



gracias a las redes neuronales convolucionales¹ y tiene aplicaciones en el etiquetado de fotos en las redes sociales, la obtención de imágenes radiológicas en temas de salud y el monitoreo del entorno de los coches autónomos. [6]

1.4.13 Reconocimiento de voz

También conocido como reconocimiento automático del habla (ASR, por sus siglas en inglés), el reconocimiento informático del habla o conversión del habla al texto, es una capacidad que utiliza el procesamiento del lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) para convertir el habla o voz humana en un formato escrito. Muchos dispositivos móviles incorporan el reconocimiento de voz para realizar búsquedas por voz, como es el caso de Siri, Cortana y Alexa. [6]

1.4.14 Asistentes para el hogar

Adicional al suministro de información sobre el estado del tráfico o del tiempo, ubicación de farmacias, recomendaciones y recordatorios personalizados, por ejemplo, sobre dosis de medicamentos o controles médicos, los asistentes para el hogar pueden controlar la altura de las persianas, regular la intensidad de la luz de las lámparas, realizar la lista del mercado e incluso hacer la reserva para una cita en la peluquería o para ir a un restaurante. [9]

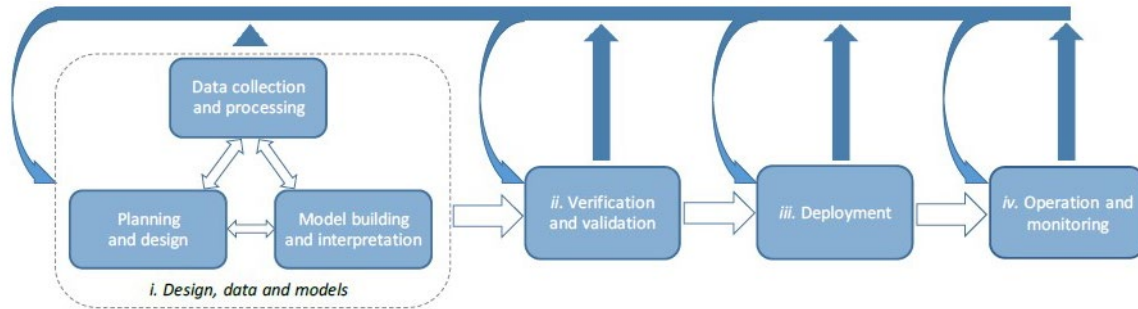
1.5 REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA

Para determinar los requisitos para la implementación de la IA, se puede partir de la identificación de las etapas inherentes al ciclo de vida de esta tecnología, así pues, en este caso se toma como referencia a la OCDE, que en su documento "*La inteligencia artificial en la sociedad*" señala que si bien un sistema de IA incluye algunos elementos de los ciclos de vida de desarrollo de software, en el caso de la IA se deben contemplar las siguientes etapas o fases: i) la planificación y el diseño, la recolección de datos y su procesamiento, así como la creación de modelos y su interpretación; ii) la comprobación y la validación; iii) el despliegue y iv)

¹ Las redes neuronales convolucionales son un tipo de red neuronal que utiliza datos tridimensionales para tareas de clasificación de imágenes y reconocimiento de objetos. [49]

el funcionamiento y el seguimiento. A continuación se describen dichas fases. [1]

Figura 3. Ciclo de vida de un sistema de IA



Fuente: OCDE [1]

La fase I contempla en primer lugar la planificación del sistema de IA para lo cual se debe definir el objetivo y requisitos de dicho sistema; en segundo lugar se encuentra la recolección y procesamiento de datos, que implica realizar las comprobaciones de integridad y calidad de éstos así como revisar la documentación de los metadatos y las características del conjunto de datos; y finalmente se deben construir o seleccionar los modelos o algoritmos que se van a utilizar, calibrarlos y entrenarlos. [1]

En la segunda fase se realiza la validación de los resultados mediante pruebas que permitan evaluar el rendimiento del sistema en diferentes dimensiones y consideraciones. Entre tanto, la tercera fase corresponde al despliegue o implementación del sistema, para lo cual se deben realizar pruebas piloto con el fin de verificar la compatibilidad del sistema de IA con otros sistemas, garantizar el cumplimiento de normatividad vigente, gestionar el cambio que implica la implementación del sistema y evaluar la experiencia del usuario final. [1]

Por su parte, la cuarta fase incluye realizar un monitoreo respecto de la operación del sistema y evaluar continuamente sus impactos teniendo en cuenta los objetivos y consideraciones éticas; a partir de esta evaluación se pueden realizar ajustes para mejorar el sistema de IA. [1]

A partir de este ciclo de vida se pueden identificar los requerimientos para la implementación de un sistema de IA. Así las cosas, si bien en la etapa de diseño, datos y modelos es importante la planificación del sistema y la definición de modelos o algoritmos a emplear, los elementos cruciales son



los datos y la infraestructura tecnológica con que se cuenta para la implementación de dicho sistema. En el caso de los datos, adicional a la calidad e integridad se debe considerar la cantidad, porque de ahí dependen los requerimientos tecnológicos para su procesamiento, análisis y aprovechamiento.

En relación con este tema, la UIT señala que la IA se apoya en una infraestructura de TIC, que debe ser flexible, de muy baja latencia, confiable, segura y adaptable a diferentes casos de uso. Esta infraestructura debe incluir infraestructura de comunicaciones e infraestructura en la nube. [7]

Frente a la infraestructura de telecomunicaciones, la UIT considera que la IA requerirá redes de telecomunicaciones más inteligentes, dentro de las cuales se encuentran las redes de telecomunicaciones móviles y las redes de fibra. Estas redes implican desarrollo de software, infraestructura en la nube, virtualización y estructuras de red más complejas. En cuanto a las redes de telecomunicaciones móviles la UIT señala que, si bien 5G será la infraestructura de comunicaciones fundamental para apalancar la IA, las redes 4G e incluso 3G aún pueden proporcionar una infraestructura confiable para algunas aplicaciones. [7]

La UIT también indica que las redes de fibra son necesarias para dar soporte a las redes de telecomunicaciones móviles más avanzadas y dado que la infraestructura de fibra generalmente está disponible en las ciudades o centros urbanos de algunos países, los gobiernos deberían promover el despliegue de este tipo de redes en las áreas rurales y los lugares más apartados, para que todos los habitantes de los países puedan aprovechar los beneficios que trae la conectividad. [7]

Asimismo, la UIT pone de presente la importancia de que la mayoría de los países inviertan en nuevas redes de banda ancha móvil de alta velocidad y "*ricas en fibra*", con el fin de contar con la conectividad necesaria para facilitar la implementación de la IA. En razón a lo anterior, los gobiernos y los reguladores deberán considerar los mecanismos de financiación para dicha infraestructura. [7]

1.6 RELACIÓN ENTRE LA IA Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Las Naciones Unidas indican que la IA tiene el potencial de impulsar el progreso en los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), ofreciendo soluciones a desafíos globales apremiantes, pues existen aplicaciones que ya están aportando a los objetivos propuestos en materia de salud, medio ambiente, ayuda humanitaria, educación y agricultura [3]. A continuación se presentan algunas soluciones de IA que están aportando al cumplimiento de los ODS.

Figura 4. Objetivos de desarrollo sostenible



Fuente: Tomado de [12]

En relación con el objetivo 1, que consiste en poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, la IA puede aportar desde el sector financiero facilitando información para la realización de micro inversiones que permitan contribuir a combatir la pobreza. [2]

Frente al objetivo 2, que busca poner fin al hambre, se podría aprovechar la IA para transformar los sistemas agroalimentarios, pues las tecnologías de producción más eficientes tienen el potencial de proporcionar ingresos estables a las poblaciones rurales al tiempo que garantizan el uso responsable de los recursos ambientales. [3]



De igual forma, la IA puede contribuir al cumplimiento del objetivo 3, que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, con el análisis de grandes cantidades de información para mejorar el diagnóstico y los análisis predictivos respecto de la salud de los pacientes. [2]

En relación con este objetivo, las Naciones Unidas señalan que la IA tiene el potencial de *“fortalecer la prestación de servicios de salud a poblaciones desatendidas; mejorar la vigilancia de la salud pública; avanzar en la investigación de la salud y el desarrollo de medicamentos; apoyar la gestión de sistemas de salud y permitir a los profesionales clínicos mejorar la atención al paciente”*. Por ejemplo, la IA permite realizar diagnósticos complejos y es más precisa cuando se trata de diseñar tratamientos personalizados o predecir ataques cardíacos. [3]

Por su parte, para el cumplimiento del objetivo 4 (Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos) se puede aprovechar la IA para abordar algunos de los desafíos más grandes en la educación actual, así como innovar en prácticas de enseñanza y aprendizaje. Así pues, la IA se puede utilizar para ayudar a los estudiantes a aprender nuevos idiomas o para apoyar a niños con discapacidades proporcionándoles recursos personalizados [3]

Asimismo, se puede llevar a cabo una vigilancia emocional que permita determinar la facilidad con la que los niños asimilan el aprendizaje de ciertas materias, o identificar a los estudiantes con dificultades antes de que se conozcan los resultados de sus exámenes [2].

En el caso del objetivo 9, que consiste en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación, la IA facilita información de diferente tipo, lo que permite la creación de nuevos servicios e infraestructuras [2].

Respecto del objetivo 13, mediante el cual se busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, la IA puede desempeñar un papel importante, por ejemplo, en el diseño de edificios más eficientes en el consumo de energía, la vigilancia de la deforestación, la optimización de la implementación de energías renovables o el cálculo de la huella de carbono de los productos [3].



1.7 TENDENCIAS SOBRE IA

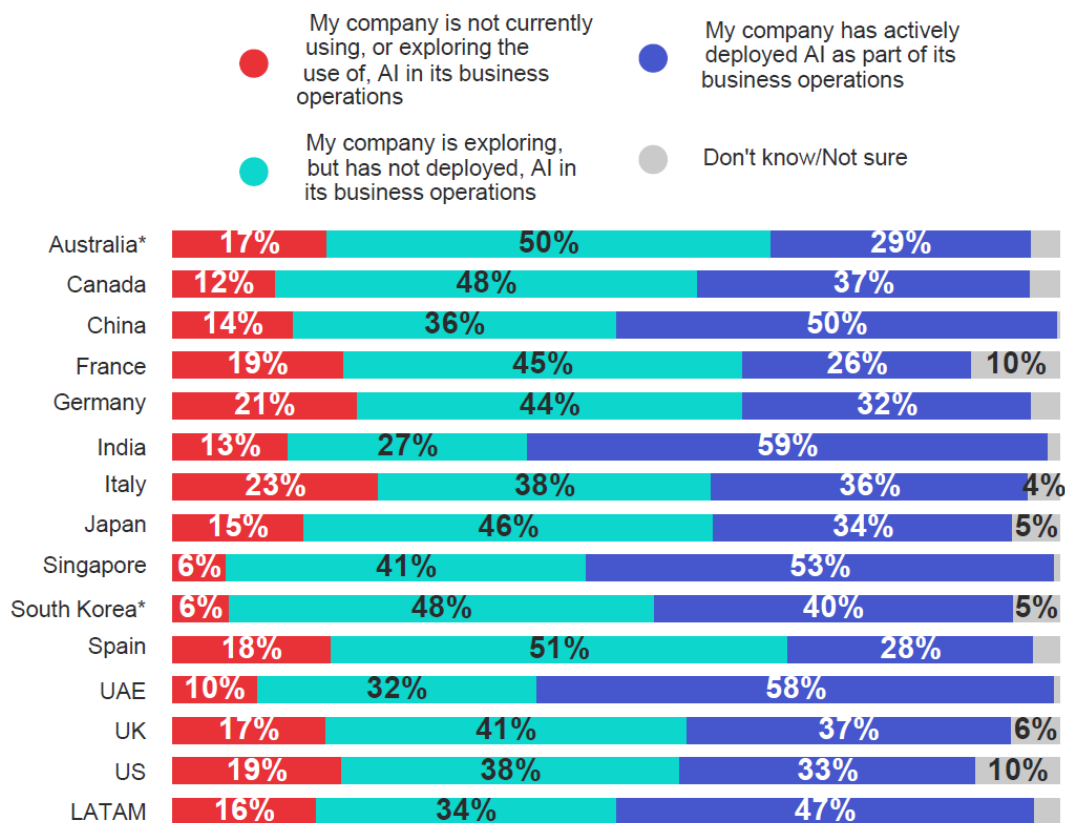
Tal como se ha indicado previamente, la IA no es algo nuevo, por lo que en el presente estudio se considera pertinente revisar los avances respecto de su implementación, así como datos relacionados con el uso responsable de estos sistemas o aplicaciones.

Sobre la adopción de IA, IBM cuenta con un índice de adopción global, que para 2023 se estimó a partir de un estudio realizado en Australia, Canadá, China, Francia, Alemania, India, Italia, Japón, Singapur, Corea del Sur, España, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, EE. UU, Brasil, México, Perú, Argentina, Chile y Colombia, con empresas que cuentan con más de 1000 empleados. Específicamente, IBM entrevistó a 2342 profesionales de TI que trabajan a tiempo completo en dichas empresas, tienen un rol de nivel superior, y tienen conocimientos sobre el funcionamiento de TI y la toma de decisiones respecto a dicha temática en su empresa. [13]

De acuerdo con dicho estudio, el 38% de las empresas objeto de estudio se encuentran implementando IA generativa, dentro de las cuales el sector industrial ocupa el primer puesto, seguido del sector de telecomunicaciones que ocupa el segundo lugar. Posteriormente siguen los servicios financieros en el tercer puesto, el sector automotriz y el de viajes y transporte que se encuentran en el cuarto puesto, y el sector de energía, medio ambiente y servicios públicos en el quinto lugar. Asimismo, se encontró que el 42% del total de las empresas se encuentra en la fase de exploración de los sistemas de IA generativa. [13]

A nivel global, tal como se presenta en la Figura 5, los países dónde más empresas están implementando IA son India (con el 59%), Emiratos Árabes Unidos (con el 58%), Singapur (con el 53%) y China (con el 50%). En relación con los países de Latinoamérica, a partir del mencionado estudio, se encontró que el 47% de las empresas se encuentran implementando sistemas de IA. [13]

Figura 5. Adopción y exploración de IA por parte de empresas



Fuente: IBM [13]

De otra parte, el estudio de IBM indagó con las empresas sobre los motivos por los cuales no exploran ni implementan sistemas de IA, y encontró que las principales barreras son: i) las preocupaciones sobre la privacidad de los datos (57%), ii) las preocupaciones sobre la confianza/transparencia (43%), y iii) la falta de habilidades para implementarlo (35%). [13]

Otro aspecto relevante para revisar es la aplicación de la IA en las empresas, ya que de acuerdo con el citado estudio de IBM, los sistemas de IA se usan principalmente en la automatización de procesos de TI (33%), en la seguridad y detección de amenazas (26%) y en monitoreo y gobernanza de IA (25%). [13]



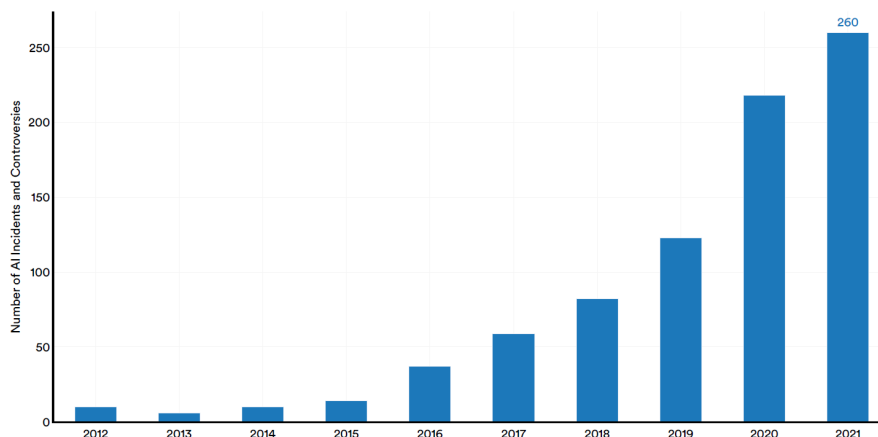
En este sentido, se encontró que las empresas de Alemania, Canadá, China, India, Italia, Corea del Sur, España, Emiratos Árabes Unidos y Reino Unido usan la IA principalmente para la automatización de procesos de TI, mientras que las empresas de Australia y Singapur la usan principalmente para análisis o inteligencia de negocios, las empresas de Francia para mercadeo y ventas, las de Japón para automatizar el procesamiento, comprensión y flujo de documentos y las empresas de Estados Unidos para seguridad y detección de amenazas. Por su parte, en Latinoamérica la IA se usa principalmente para labores digitales. [13]

Por su parte, la Universidad de Stanford cuenta con un índice de IA el cual incluye temáticas relacionadas con la investigación y desarrollo, aspectos técnicos, la ética de la IA, la economía, la educación, la política y gobernanza de IA, la diversidad y la opinión pública. [14]

En la sección de aspectos técnicos el informe presenta los avances logrados en IA, dentro de los cuales se incluyen sistemas generativos, agentes de aprendizaje por refuerzo, modelos que convierten texto en imágenes, etc. No obstante, también se pone de presente el impacto ambiental que pueden tener los sistemas de IA, pues en algunos casos el entrenamiento de un modelo puede generar un número muy elevado de emisiones de carbono, y en otros casos la IA se puede utilizar para optimizar el uso de energía. [14]

Respecto de la ética en la IA, el informe indica la importancia que tiene esta temática en el aprendizaje automático, lo que conlleva a que sea un enfoque en el cual están trabajando muchas organizaciones y profesionales. Al respecto, se señala que el número de incidentes y controversias relacionados con el uso indebido de la IA se ha multiplicado por 26 desde 2012. Ejemplos de dichos incidentes son los ocurridos en 2022 con el video falso de la rendición del presidente de Ucrania y el del uso de tecnología de monitoreo en las prisiones de Estados Unidos. A continuación, se presenta a manera de referencia la evolución del número de incidentes y controversias de IA contenidos en el mencionado informe. [14]

Figura 6. Número de incidentes y controversias en uso de IA



Fuente: Stanford University [14]

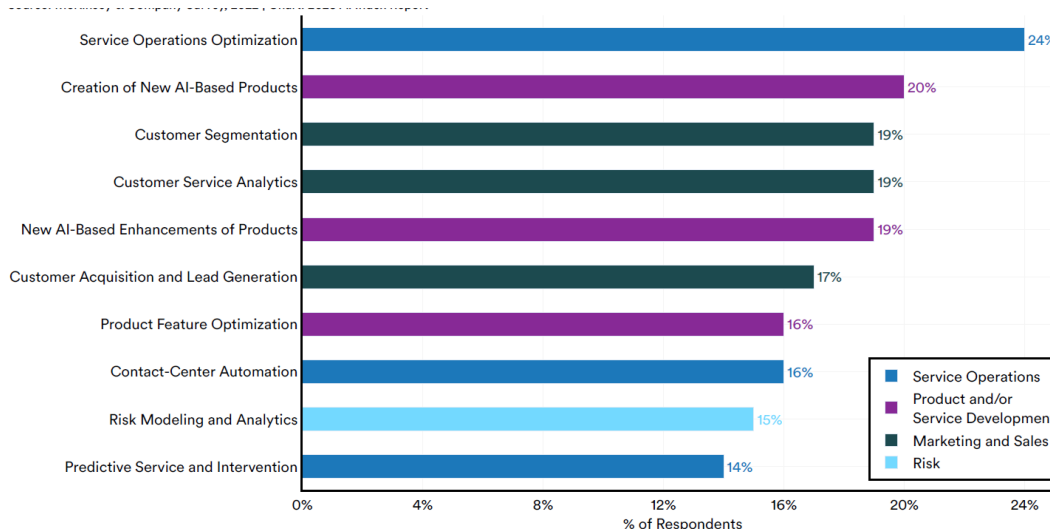
En el marco de la economía, el informe indica que la demanda de habilidades profesionales relacionadas con la IA está aumentando en prácticamente todos los sectores industriales estadounidenses, pues en la mayoría de ellos se incrementó el número de ofertas de trabajo relacionadas con la IA, en promedio en un 1,7% en 2021 y un 1,9% en 2022. Otro elemento económico es la inversión privada en IA, la cual en 2022 a nivel mundial fue de 91.900 millones de dólares. [14]

Estados Unidos lidera la inversión en IA, con 47.400 millones de dólares, seguido de China que invirtió 13.400 millones de dólares. En términos de áreas de inversión, se encontró que en 2022 el área de interés de la IA con mayor inversión fue la medicina y la atención sanitaria (6.100 millones de dólares), seguido de la gestión, el procesamiento y la nube de datos (5.900 millones de dólares) y Fintech (5.500 millones de dólares). [14]

Ahora bien, en materia de uso de IA en las empresas, el informe de la Universidad de Stanford señala que las capacidades de IA que con mayor probabilidad se han integrado en las empresas incluyen la automatización de procesos robóticos (39%), la visión por computadora (34%), la comprensión de textos en idiomas extranjeros (33%) y los agentes virtuales (33%). Además, se encontró que el caso de uso de IA más comúnmente adoptado en 2022 fue la optimización de las operaciones de servicio (24%), seguido de la creación de nuevos productos basados en

IA (20%), la segmentación de clientes (19%), el análisis de servicio al cliente (19%), y nuevas mejoras de productos basadas en IA (19%), como se puede apreciar en la Figura 7. [14]

Figura 7. Casos de uso de IA más comúnmente adoptados



Fuente: Stanford University [14]

Así las cosas, si bien el uso e implementación de sistemas de IA ha venido creciendo al igual que la inversión de las empresas para tal fin, existe una gran preocupación por los incidentes y controversias derivadas de los sesgos que pueden tener los modelos de aprendizaje y el manejo responsable de los datos que se involucran en este tipo de aplicaciones.

2. RELACIÓN ENTRE LA IA Y EL IOT (AIOT)

Si bien en algunos espacios se habla indistintamente de la inteligencia artificial (IA) y del internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), es importante tener presente que la IA es una tecnología que puede potenciar en gran medida el IoT, tan es así que actualmente a la combinación de estas dos tecnologías se le conoce como inteligencia artificial de las cosas (AIoT, por sus siglas en inglés). Este tema tiene tal relevancia, que la UIT creó el grupo de correspondencia sobre actividades de AIoT, el cual elaboró el documento “Desafíos y lineamientos para la estandarización de la inteligencia artificial de las cosas” [15].

En dicho documento i) se define la AIoT como el internet de las cosas potenciado por la inteligencia artificial para lograr aplicaciones y cosas inteligentes de IoT, ii) se indica que la IA es el motor que permite el análisis de los datos recopilados por los dispositivos IoT para la consecuente toma de decisiones y iii) se presentan las características técnicas de la AIoT, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

Tabla 1. Características técnicas de la AIoT

IA/ML integrados en dispositivos	IA en el borde	Procesamiento de datos	Colaboración	Gestión de confianza
Permite realizar análisis de datos de sensores en el dispositivo con un consumo de energía extremadamente bajo	Ofrece autonomía, menor latencia y consumo de energía, menores requisitos de ancho de banda y costos y, mayor seguridad	AIoT puede realizar análisis inteligentes durante la recopilación de datos y recopilar solo datos válidos para escenarios de servicios específicos	Incluye gestión de algoritmos, colaboración entre la nube y el borde y entre dispositivos, IA distribuida como servicio y descentralización con blockchain	Es necesaria para respaldar la transparencia y la rendición de cuentas

Fuente: Elaboración ANE a partir de UIT [15]

De igual forma, en el citado documento la UIT plantea un modelo conceptual de AIoT, el cual incluye en primer lugar la fuente de los datos que corresponde a la generación de datos sin procesar que provienen de dispositivos IoT, otros dispositivos y redes sociales entre otras. En segundo lugar, se encuentran el procesamiento y la gestión de los datos recopilados donde se realiza un primer análisis de dicha información; posteriormente, se tiene el análisis basado en aplicaciones, donde se realizan análisis basados en IA que incluyen exploración de datos, análisis predictivos y toma de decisiones para las aplicaciones y, finalmente, se encuentran las aplicaciones y fuentes [15].

Ahora bien, teniendo en cuenta las dimensiones que abarca la AIoT, la UIT presenta la clasificación de esta tecnología, tomando en cuenta el dominio de operación, el tamaño, la movilidad y la colaboración entre otros aspectos. Dicha clasificación se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2. Clasificación de la AIoT

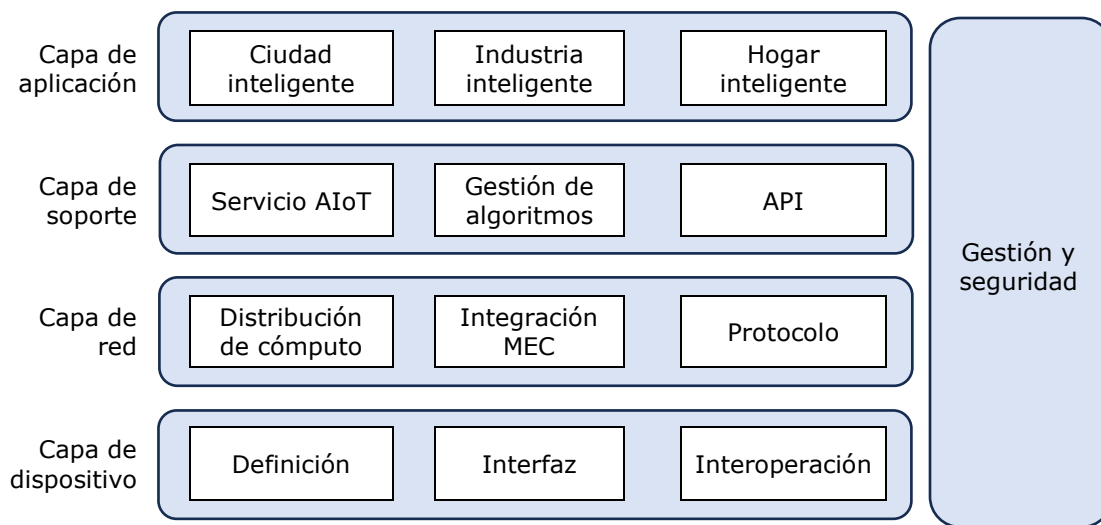
Característica	Tipo de AIoT
Tamaño	<ul style="list-style-type: none"> • Desechable diminuto • De pequeño tamaño • A gran escala
Movilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Fijo • Móvil
Dominio	<ul style="list-style-type: none"> • En el dominio físico • En el dominio cibernético
Colaboración	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo independiente • Modelo servidor-cliente • Modelo peer to peer
Nivel de autonomía	<ul style="list-style-type: none"> • Semiautónomo • Totalmente autónomo
Entrenamiento del modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Autoentrenamiento • Equipado con modelos
Gestión de la operación	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de operaciones locales • Gestión de operación remota
Entidad gestora	<ul style="list-style-type: none"> • Orientada al fabricante • Orientada a la plataforma • Orientada al usuario

Fuente: Elaboración ANE a partir de UIT [15]

De otra parte, el documento antes citado señala que la estandarización de la UIT para IA se centra en operadores de la nube, operadores de red y fabricantes, lo que implica que es una estandarización separada verticalmente. Este tipo de estandarización refleja la competencia en el ecosistema de IA, sin embargo, no permite respaldar la colaboración entre sistemas heterogéneos con IA integrada [15].

En relación con la estandarización en AIoT, en el documento “Desafíos y lineamientos para la estandarización de la inteligencia artificial de las cosas”, la UIT describe los desafíos que existían en 2023 en materia de complejidad, heterogeneidad, seguridad, precisión y velocidad, cumplimiento normativo, implementación de algoritmos y diversidad. Asimismo, dicho organismo plantea la necesidad de establecer estándares para las capas que se muestran en la siguiente figura.

Figura 8. Panorama de la estandarización de la AIoT



Fuente: Elaboración ANE a partir de [15]

Así las cosas, en la capa de dispositivo se deben considerar los requisitos, funciones y componentes de los dispositivos, la interfaz y las necesidades de interoperabilidad, mientras que en la capa de red se podrían mejorar los protocolos existentes para AIoT y en la capa de soporte definir el servicio que se integra en las aplicaciones AIoT en la capa de aplicación. Por último, en la capa de gestión y seguridad es necesario definir un



conjunto de KPI con el fin de supervisar la AIoT y garantizar que funcione de manera segura [15].

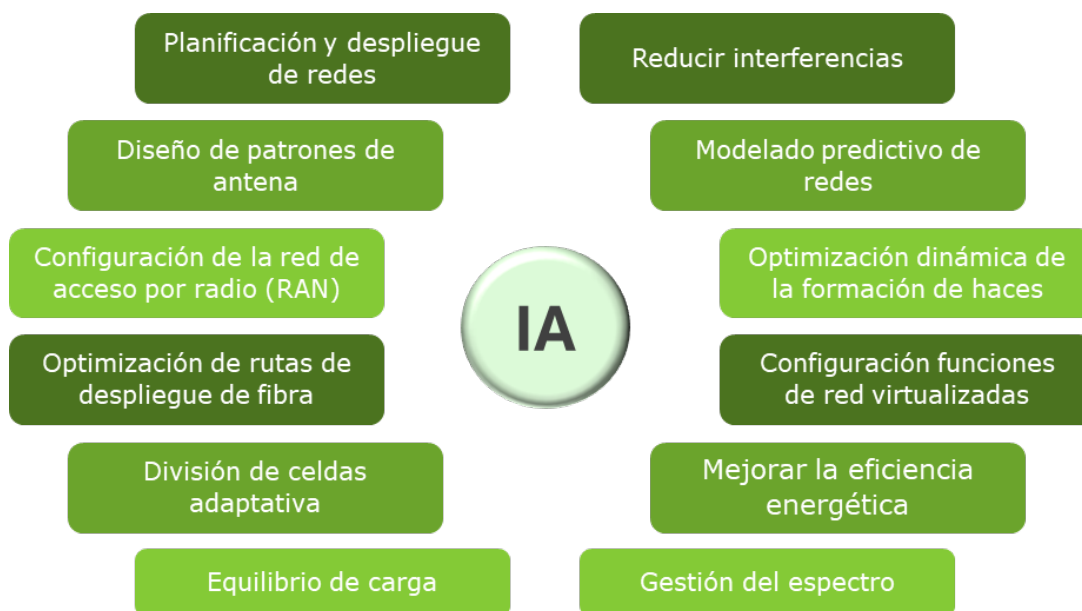
3. LA IA Y LAS TELECOMUNICACIONES INALÁMBRICAS

La inteligencia artificial viene permeando prácticamente todos los sectores de la economía y el de las telecomunicaciones no podría ser la excepción, mucho más teniendo en cuenta que dicho sector aprovecha los avances tecnológicos para mejorar la eficiencia de las redes y prestar mejores servicios a los usuarios.

En materia de telecomunicaciones, antes del Release-18 los estudios relacionados con la IA del 3GPP se centraban en permitir la automatización de la red o la recopilación de datos. En particular, mientras que en el Release-17 se estableció el marco funcional para la inteligencia de RAN y los beneficios de la NG-RAN habilitada por IA, con el Release-18 sobre IA/ML para NG-RAN se incluyeron mejoras en la recopilación de datos y la señalización, con el fin de respaldar el ahorro de energía de la red, el equilibrio de carga y las optimizaciones de movilidad. [16]

Por su parte, 5G Américas señala que la IA generativa se puede utilizar en redes celulares inalámbricas para mejorar la gestión de redes, específicamente para las siguientes aplicaciones:

Figura 9. Aplicaciones de la IA en telecomunicaciones



Fuente: Elaboración ANE a partir de 5G Américas [17]



En relación con la gestión del espectro, 5G Américas indica que, con la asignación dinámica del espectro, se puede utilizar la IA generativa para predecir picos de demanda y ajustar dinámicamente la asignación del espectro, y de esta manera, este recurso se asignaría dependiendo de la demanda existente en un momento dado, en un área determinada. [17]

La asignación dinámica del espectro es un tema que se ha abordado en diferentes escenarios y frente al tema la UIT elaboró el estudio "*Principios, retos y problemas de la gestión del espectro relacionados con el acceso dinámico a las bandas de frecuencias mediante sistemas de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas*". En el documento asociado a dicho estudio, la UIT indica que el acceso dinámico al espectro (DSA) representa la posibilidad que tiene un sistema de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas de funcionar en un espectro temporalmente no utilizado o no ocupado. [18]

En relación con la aplicación de la IA en las radiocomunicaciones, la UIT señala que esta tecnología se puede utilizar en las redes definidas por software (SDN, por sus siglas en inglés), así como en la virtualización de funciones de red (NFV, por sus siglas en inglés) y en la segmentación de redes, entre otros usos. Particularmente frente a SDN, la UIT indica que los administradores de red podrían programar la estrategia de red optimizada por IA y recopilar información estadística de manera automática, con el fin de optimizar continuamente la red. Asimismo, la UIT señala que en la NFV la IA puede aprovecharse para la administración crítica de la red. [18]

Si bien la IA ya se está utilizando para la optimización de las redes de telecomunicaciones, así como para la asignación dinámica de espectro, no se vislumbran en principio necesidades de gestión de espectro para la implementación y uso de IA en este sector. Sin embargo, es importante tener presente el uso responsable de esta tecnología en todos los sectores tanto por posibles sesgos como por el tratamiento de los datos de los usuarios.

4. BENCHMARKING INTERNACIONAL

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión de información y documentación de la UIT, Unión Europea, Brasil, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, México y Reino Unido respecto de la IA. Si bien dicha revisión se adelantó de manera general, en la gran mayoría de los casos solo se encontró información sobre planes, decisiones y políticas relacionadas con el desarrollo, implementación y uso de la IA y no se encontró algo específico respecto de la gestión de espectro para la implementación de IA.

4.1 REINO UNIDO

El 26 de marzo de 2024 se publicó el documento "*Enfoque estratégico de Ofcom para 2024-2025*", en el cual dicho regulador indica que los operadores de redes están utilizando la IA para mejorar la planificación de redes, optimizar su construcción y detectar y prevenir comportamientos fraudulentos, y que los proveedores de servicios móviles y de mensajería podrían utilizar IA generativa para detectar y filtrar spam y mensajes no deseados de manera más efectiva. No obstante, la IA generativa plantea grandes desafíos y riesgos, pues en algunas ocasiones se usa para crear contenido ilegal o dañino, y de allí la importancia de aprovechar sus beneficios y al mismo tiempo mitigar los riesgos asociados [19].

En el citado documento también se indica que Ofcom apoya los principios de IA del gobierno, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3. Principios de la IA del Reino Unido

Principio	Descripción
Seguridad, protección y robustez	Los sistemas de IA deben funcionar de manera sólida y segura durante todo su ciclo de vida y los riesgos deben identificarse, evaluarse y gestionarse continuamente.
Transparencia y explicabilidad adecuadas	Los sistemas de IA deben ser adecuadamente transparentes y explicables
Justicia	Los sistemas de IA no deben socavar los derechos legales de personas u organizaciones,

Principio	Descripción
	discriminar injustamente a las personas ni crear resultados de mercado injustos.
Responsabilidad y gobernanza	Se deben implementar medidas de gobernanza para garantizar una supervisión efectiva del suministro y uso de los sistemas de IA.
Impugnabilidad y reparación	Cuando corresponda, los usuarios, los terceros afectados y los actores en el ciclo de vida de la IA deben poder impugnar una decisión o un resultado de la IA que sea perjudicial o cree un riesgo material de daño.

Fuente: Elaboración ANE a partir de Ofcom [19]

En materia de regulación de los servicios que utilizan IA, el citado documento señala que Ofcom invierte sus esfuerzos en comprender las tecnologías utilizadas en los sectores regulados, centrándose en los servicios que utilizan las personas en lugar de en las tecnologías subyacentes, incluida la IA, y se encuentra evaluando el impacto que la IA puede tener en dichos sectores y sus implicaciones para la capacidad del regulador. [19]

Asimismo, el documento "*Enfoque estratégico de Ofcom para 2024-2025*" menciona dentro de las facultades regulatorias de dicha entidad las siguientes:

1. La Ley de seguridad en línea (OSA, por sus siglas en inglés) exige que en la prestación de los servicios se deben evaluar los riesgos de que los usuarios encuentren contenido ilegal o dañino y tomar medidas proporcionadas para mitigar y gestionar dichos riesgos.
2. Ofcom puede instruir a los proveedores para que bloqueen el acceso a los números o servicios relacionados con el fraude o mal uso.
3. Ofcom debe garantizar que los proveedores de telecomunicaciones tomen medidas apropiadas y proporcionadas para identificar, reducir y prepararse para los riesgos de seguridad.
4. Ofcom tiene la facultad de investigar asuntos relacionados con afectaciones a los resultados de competencia y equidad del consumidor en el sector de las telecomunicaciones. [19]

De otra parte, el documento en mención señala que hasta ahora Ofcom ha adelantado las siguientes acciones:

Tabla 4. Acciones adelantadas por Ofcom

1	Publicación de borradores de Códigos de prácticas sobre daños ilegales bajo el régimen de seguridad en línea
2	Investigación para comprender la adopción y las actitudes hacia la IA generativa
3	Promoción de mejores prácticas para apoyar a los grupos de usuarios más vulnerables a la información errónea y desinformación que se podría generar con el uso de IA
4	Publicación de un documento que explora métodos que pueden utilizar las plataformas en línea para probar y evaluar sistemas de recomendación impulsados por IA
5	Publicación de un documento de debate sobre precios personalizados.
6	Seguimiento de los avances sobre posibilidades de uso de la IA generativa para desarrollar herramientas maliciosas que amenacen la seguridad de la red.
7	Colaboración con organismos que están desarrollando normas, sobre solidez y seguridad para los modelos lingüísticos que sustentan las herramientas de IA generativa.

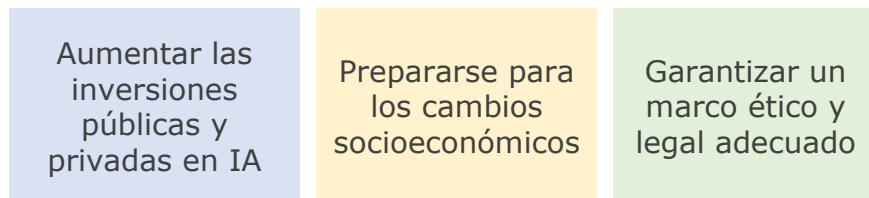
Fuente: Elaboración ANE a partir de Ofcom [19]

4.2 UNIÓN EUROPEA

En 2018 la Comisión Europea propuso una estrategia o plan coordinado sobre la IA centrado en el ser humano, que apoya una IA confiable basada en valores éticos y sociales que se use para ayudar a resolver los mayores desafíos del mundo. Este plan se basa en las fortalezas científicas e industriales de Europa y toma como referencia los pilares que se presentan a continuación.



Figura 10. Pilares del Plan coordinado sobre IA de la UE



Fuente: Elaboración ANE a partir de Comisión Europea [20]

Para el mencionado plan se identificaron algunas acciones tendientes a aumentar las inversiones, reunir los datos necesarios para el desarrollo de la IA, fomentar el talento y garantizar la confianza. Así mismo, se priorizaron las áreas de interés público en las que se debería enfocar la implementación de aplicaciones de IA, dentro de las cuales se encuentran la atención médica, el transporte y movilidad, la seguridad, la protección, la manufactura y los servicios financieros [20].

Con esta estrategia, la Unión Europea espera lograr inversiones públicas y privadas en IA por valor de 20.000 millones de euros anuales durante el periodo 2018 – 2028, para lo cual se considera importante eliminar los obstáculos en materia de regulación y fortalecer los habilitadores claves de la IA, tales como estándares comunes y redes de comunicación rápida (redes móviles 5G, fibras ópticas muy rápidas, nubes de próxima generación y tecnologías satelitales). En este sentido, dicha estrategia resalta la importancia de la accesibilidad y asequibilidad a la infraestructura para garantizar una adopción inclusiva de la IA en toda Europa, especialmente por parte de pequeñas y medianas empresas [20].

Adicionalmente, dentro del referido plan la Comisión se plantea los siguientes objetivos:

Tabla 5. Objetivos del Plan coordinado sobre IA de la Unión Europea



Poner a disposición de empresas emergentes e innovadores en IA recursos para su crecimiento
Fomentar la cooperación entre los mejores equipos de investigación en Europa
Desarrollar estrategias para hacer frente a los cambios en el empleo



Crear un espacio de datos comunes en diferentes sectores económicos
Desarrollar directrices de ética con una perspectiva global y garantizar un marco jurídico favorable a la innovación
Comprender como la IA puede afectar la seguridad y establecer los requisitos de ciberseguridad necesarios

Fuente: Elaboración ANE a partir de Comisión Europea [20]

En este documento también se dan lineamientos respecto de las acciones para i) maximizar las inversiones en IA, ii) fortalecer la base científica y apoyar la investigación y la innovación, iii) desarrollar competencias digitales, iv) contar con datos de calidad seguros y fiables, v) contar con un marco apropiado y predecible, ético y regulatorio, v) contribuir a mejorar los servicios públicos [20].

Posteriormente, el 14 de mayo de 2024 el Parlamento Europeo expidió un reglamento mediante el cual se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial. El citado reglamento establece un marco jurídico uniforme para el desarrollo, la introducción en el mercado, la puesta en servicio y la utilización de sistemas de IA en la Unión, con el fin de promover la adopción de una IA centrada en el ser humano y fiable, que garantice al mismo tiempo un elevado nivel de protección de la salud, la seguridad y los derechos fundamentales de la Unión [21].

De igual forma, se indica que el citado reglamento debe aplicarse de conformidad con los valores de la Unión para facilitar la protección de las personas físicas, las empresas, la democracia, el Estado de Derecho y el medio ambiente, a la vez que se impulsa la innovación y el empleo, lo que permitirá a la Unión convertirse en líder de la adopción de una IA confiable [21].

Dentro del citado reglamento se definen algunos términos relativos a la IA y se establecen entre otros, las prácticas prohibidas de la IA, las reglas de clasificación de los sistemas de IA de alto riesgo, los requisitos de los sistemas de IA de alto riesgo, los datos y seguridad de los datos, las obligaciones de los proveedores y responsables del despliegue de sistemas de IA de alto riesgo, las autoridades competentes, las normas

para la evaluación de la conformidad, las obligaciones de los proveedores de modelos de IA de uso general, los códigos de buenas prácticas y las medidas para la vigilancia del mercado [21].

4.3 CANADÁ

En enero de 2020, la Oficina del Comisionado de Privacidad de Canadá (OPC) publicó una consulta sobre las propuestas para garantizar una regulación adecuada de la inteligencia artificial en la Ley de Protección de Información Personal y Documentos Electrónicos (PIPEDA, por sus siglas en inglés), basándose en el planteamiento de que se requieren cambios legislativos para aprovechar los beneficios de la IA a la vez que se defiende el derecho fundamental de las personas a la privacidad [22]. A continuación se listan dichas propuestas.

Tabla 6. Propuestas presentadas por la OPC

1.	Incorporar una definición de IA dentro de la ley, para aclarar qué normas legales se aplicarían
2.	Adoptar un enfoque legal basado en los derechos
3.	Crear un derecho a oponerse a la toma de decisiones automatizada y a no estar sujeto a este tipo de decisiones
4.	Proporcionar a las personas el derecho a explicaciones y una mayor transparencia cuando interactúan con el procesamiento automatizado
5.	Requerir la aplicación de Privacidad por Diseño y Derechos Humanos por Diseño
6.	Hacer que el cumplimiento de la especificación de propósitos y los principios de minimización de datos en el contexto de la IA sea realista y eficaz.
7.	Incluir en la ley motivos alternativos para el procesamiento y soluciones para proteger la privacidad
8.	Establecer reglas que permitan flexibilidad en el uso de información que se ha vuelto no identificable
9.	Exigir a las organizaciones que garanticen la trazabilidad de los datos y los algoritmos
10.	Exigir responsabilidad demostrable para el desarrollo y la implementación del procesamiento de IA.

11. Facultar a la OPC para emitir órdenes vinculantes y sanciones financieras por incumplimiento de la ley.

Fuente: Elaboración ANE a partir de OPC [22].

Surtido el proceso de la consulta y de revisión con expertos, en noviembre de 2020 la OPC publicó el documento denominado "Un marco regulatorio para la IA: recomendaciones para la reforma de PIPEDA", en el cual se indica que una ley apropiada para la IA debe: i) permitir que la información personal se utilice para nuevos fines hacia la innovación responsable en IA y para beneficios sociales; ii) autorizar estos usos dentro de un marco basado en derechos que consolidaría la privacidad como un derecho humano y un elemento necesario para el ejercicio de otros derechos fundamentales; iii) crear disposiciones específicas para la toma de decisiones automatizada en aras de garantizar la transparencia, precisión y equidad; y iv) exigir a las empresas que demuestren responsabilidad ante el regulador cuando lo soliciten, en última instancia mediante inspecciones proactivas y otras medidas mediante las cuales el regulador garantizaría el cumplimiento de la ley [23].

Así las cosas, se dan recomendaciones respecto de nuevas excepciones al principio del consentimiento con el fin de aprovechar los beneficios de la IA, pero dentro de un marco basado en derechos. Estas excepciones se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Excepciones al principio de consentimiento - Canadá

	<p><u>Fines de investigación y estadísticos</u>: la información personal anonimizada quedaría exenta de los requisitos de consentimiento, especificación de propósito y minimización de datos</p>
	<p><u>Propósitos compatibles</u>: permitiría el uso de información personal sin consentimiento cuando el nuevo propósito sea compatible con el propósito original.</p>
	<p><u>Intereses comerciales legítimos</u>: Esta excepción debe estar acompañada de derechos mejorados o ampliados.</p>

Fuente: Elaboración ANE a partir de OPC [23]

Ahora bien, en relación con el reconocimiento de la privacidad como un derecho humano, se recomienda modificar la definición de información personal en PIPEDA, aclarando que incluye inferencias extraídas sobre un individuo y, respecto de la toma de decisiones automatizada se establecen dos derechos para las personas (derecho a una explicación significativa y derecho a impugnar las decisiones automatizadas) [23].

Asimismo, en el citado artículo se indica que la ley debería incorporar un derecho a una responsabilidad demostrable para las personas, lo que conllevaría a una rendición de cuentas para todo el procesamiento de información personal; de esta forma se contaría con información suficiente para facilitar la capacidad de la OPC de realizar inspecciones proactivas, razón por la cual se plantean los lineamientos que se presentan a continuación.

Tabla 8. Acciones sobre la responsabilidad demostrable – Canadá

I. Diseñar para la privacidad y los derechos humanos	II. Trazabilidad	III. Inspección proactiva	IV. Realización de órdenes y sanciones
Integrar la privacidad y los derechos humanos en el diseño de algoritmos y modelos de IA.	Las organizaciones deben registrar y rastrear la recopilación y el uso de información personal.	El regulador de la privacidad debe tener la autoridad para inspeccionar de manera proactiva las prácticas de las organizaciones	La Ley debe facultar a la OPC para emitir órdenes vinculantes y sanciones financieras. Estos procesos deben ser justos y transparentes

Fuente: Elaboración ANE a partir de OPC [23]

4.4 ESTADOS UNIDOS

En diciembre de 2020 se expidió la Orden Ejecutiva 13960, que trata de la promoción del uso de inteligencia artificial confiable en el gobierno federal, y establece que las agencias deben diseñar, desarrollar, adquirir y utilizar la IA de una manera que fomente la confianza pública y al mismo tiempo proteja la privacidad, los derechos civiles, las libertades civiles y

los valores estadounidenses, de conformidad con la ley aplicable, debiendo además cumplir con los siguientes principios: debe ser (a) lícita y respetuosa de los valores de la Nación; (b) con propósito y orientado al desempeño; (c) preciso, confiable y eficaz; (d) seguro, protegido y resiliente; (e) comprensible; (f) responsable y rastreable; g) transparente; h) supervisado periódicamente y (i) responsable. [24]

Luego, en octubre de 2022, la Oficina de Política Científica y Tecnológica de la Casa Blanca publicó el Plan para una Declaración de Derechos de la IA, que tiene como objetivo apoyar el desarrollo de políticas y prácticas que protejan los derechos civiles y promuevan valores democráticos en la construcción, implementación y gobernanza de sistemas automatizados. Este plan se sustenta en cinco principios y prácticas asociadas para ayudar a guiar el diseño, uso e implementación de sistemas automatizados para proteger los derechos del público estadounidense en la era de la inteligencia artificial, según se ilustra a continuación:

Figura 11. Principios del Plan para una Declaración de Derechos de la IA de Estados Unidos



Fuente: Anteproyecto para una Declaración de Derechos de la IA – US Government [25]

Posteriormente, el 26 de enero de 2023, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés) publicó el Marco de Gestión de Riesgos de IA, el cual fue desarrollado en colaboración con los sectores público y privado. Este marco está destinado a un uso voluntario y a mejorar la capacidad de incorporar consideraciones de confiabilidad en el diseño, desarrollo, uso y evaluación de productos, servicios y sistemas de IA, y tiene como objetivo aprovechar, alinearse y apoyar los esfuerzos de gestión de riesgos de IA realizados por otros [26].

Adicionalmente, en ese mismo mes fue publicada la hoja de ruta para defender un Recurso Nacional de Investigación de IA, la cual tiene como objetivo fortalecer y democratizar el ecosistema de innovación de IA de Estados Unidos de manera que se proteja la privacidad, los derechos y las libertades civiles. Para el cumplimiento de este objetivo se debe estimular la innovación, aumentar la diversidad de talentos, mejorar la capacidad y promover una IA confiable. [27]

Posteriormente, el 4 de mayo de 2023, desde la Casa Blanca se anunciaron nuevas acciones para promover la innovación responsable en IA que proteja los derechos y la seguridad de los estadounidenses, dentro de las cuales se encuentran las siguientes:

Figura 12. Acciones para promover la innovación responsable en IA en Estados Unidos

- 1 Nuevas inversiones para impulsar la investigación y el desarrollo (I+D) responsable de la IA.
- 2 Evaluaciones públicas de los sistemas de IA generativa existentes
- 3 Políticas para garantizar que el gobierno de EE.UU. dé ejemplo en la mitigación de los riesgos y el aprovechamiento de las oportunidades de la IA.

Fuente: Elaboración ANE a partir de US Government [28]

Asimismo, se indicó que la administración continúa trabajando en áreas como la ciberseguridad, la bioseguridad y la protección, para que los avances transformadores en IA sean éticos, confiables, responsables y sirvan al bien público. [28]

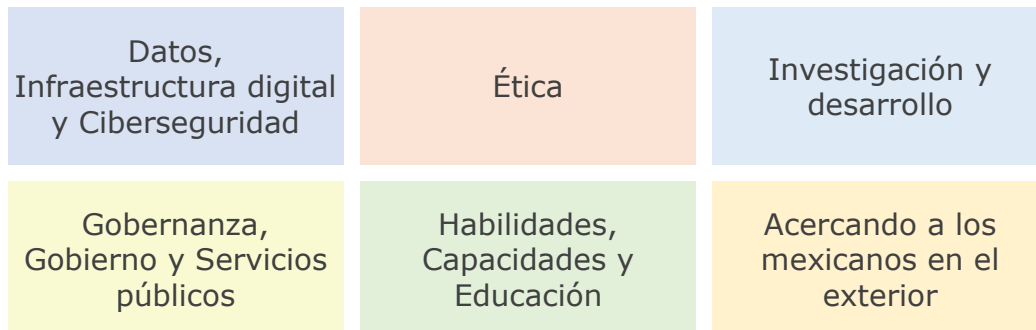
4.5 MÉXICO

En septiembre de 2020 la Coalición IA2030Mx lanzó la Agenda nacional de Inteligencia Artificial, documento en el que se indica que la etapa de planeación estratégica para el desarrollo de la IA implica adecuar el marco legal para la innovación tecnológica, así como contar con un marco ético que contribuya a guiar la toma de decisiones e inversiones en infraestructura (por ejemplo, conectividad a redes privadas o a Internet

para el intercambio de datos), capacidad energética e infraestructura de almacenamiento. [29]

A continuación se presentan los ejes temáticos planteados dentro de esta estrategia.

Figura 13. Ejes temáticos de la Agenda nacional de IA en México



Fuente: Elaboración ANE a partir de [29]

Teniendo en cuenta la importancia de los datos y la infraestructura, se revisaron las líneas de acción asociadas a dichos ejes temáticos y se evidenció que en el primer caso las líneas de acción son:

1. Creación y mantenimiento de bases de datos masivos para uso público
2. Aprovechamiento de los datos con que cuenta el gobierno para la adopción de la IA en el ámbito público y privado.
3. Aumento del acceso a los datos manteniendo la seguridad, la protección de la privacidad y la confidencialidad.
4. Administración de la información mediante la infraestructura de hardware y software adecuada y con un comité administrativo.
5. Actualización del marco jurídico respecto de la protección de los datos personales en la era digital. [29]

Asimismo, en la citada agenda se indica que la infraestructura de telecomunicaciones es el único medio de transporte para los datos producidos y capturados, por lo que se considera relevante contar con arquitecturas que incluyan redes ultra densas para el eficiente desempeño de las redes 5G, así como mayor espectro, fibra óptica a gran escala, con soluciones de última milla tanto alámbricas como inalámbricas, mayor densidad de radio bases, mayor amperaje eléctrico y la adopción de



nuevas tecnologías como network slicing, edge computing y WiFi 6 para soportar el aumento de tráfico así como la densidad de dispositivos conectados. [29]

Ahora bien, dentro de las líneas de acción respecto de la infraestructura se encontraron las siguientes:

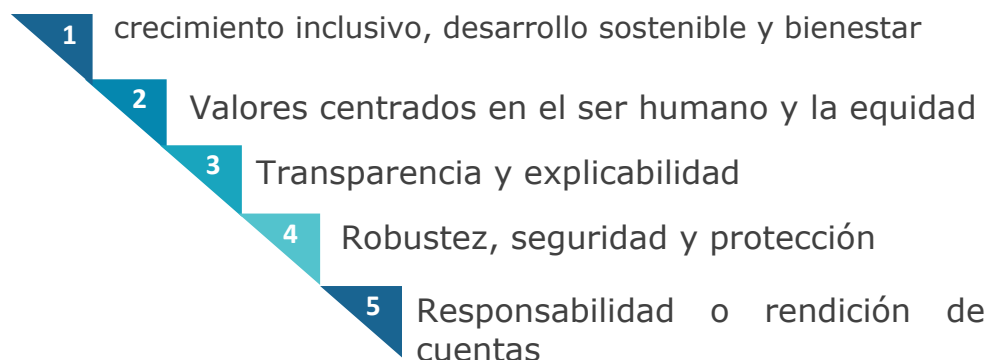
1. Impulsar políticas públicas que faciliten el despliegue de infraestructura en el país
2. Repensar el costo del espectro como una de las medidas para fomentar el despliegue de redes de telecomunicaciones
3. Fomentar el despliegue y la compartición de infraestructura entre concesionarios. [29]

4.6 BRASIL

El 9 de abril de 2021, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) de Brasil publicó la Estrategia Brasileña de Inteligencia Artificial (EBIA), la cual busca orientar al gobierno federal en el desarrollo de acciones, en sus diversas vertientes, para estimular la investigación, la innovación y el desarrollo de soluciones en IA, así como su uso consciente, ético y en favor de un mejor futuro. [30]

La EBIA tiene como objetivos: contribuir al desarrollo de principios éticos para el desarrollo y uso responsable de la IA, promover la inversión sostenible en investigación y desarrollo de IA, eliminar las barreras a la innovación en IA, formar profesionales para el ecosistema de IA, estimular la innovación y el desarrollo de la IA brasileña en un entorno internacional, y promover un entorno de cooperación entre entidades públicas y privadas, industria y centros de investigación para el desarrollo de la IA. Esta estrategia se basa en los cinco principios definidos por la Organización para la gestión responsable de los sistemas de IA, los cuales se presentan en la Figura 14.

Figura 14. Principios de la Estrategia Brasileña de IA



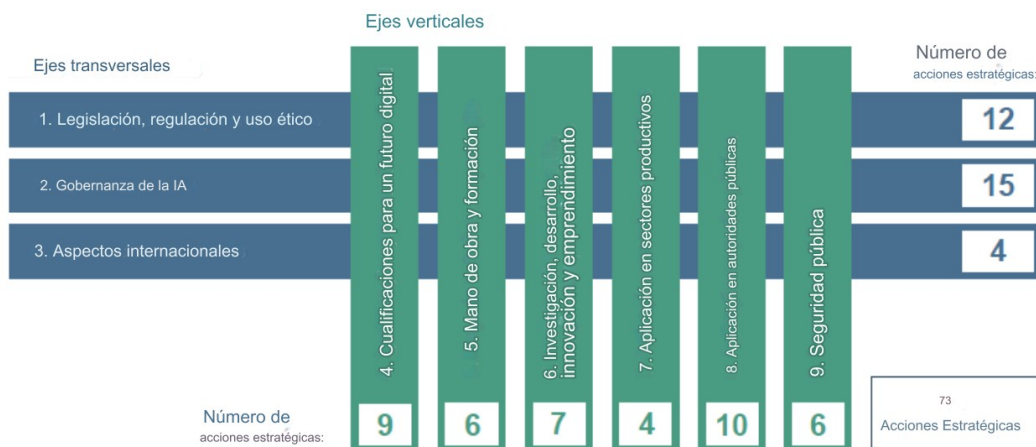
Fuente: Elaboración ANE a partir de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil [30]

Adicionalmente, en la EBIA se plantean nueve pilares: i) Legislación, regulación y uso ético, ii) Gobernanza de IA, iii) Aspectos internacionales, iv) Calificaciones para un futuro digital, v) Fuerza de trabajo y capacitación, vi) Investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento, vii) Aplicación en sectores productivos, viii) Aplicación en el sector público y ix) Seguridad pública. [30]

Al revisarse las acciones estratégicas de cada uno de los pilares, solo se encontró información relacionada con la conectividad para IA en el pilar 7, que indica que para la combinación entre IoT e IA, existen varias especificidades por resolver para que esta conjunción sea exitosa (temas de conectividad, seguridad, integración de sistemas, almacenamiento e intercambio de datos, desarrollo de aplicaciones, escalabilidad, accesibilidad y análisis de datos de IoT) y que una infraestructura adecuada para garantizar la conectividad y flexibilidad necesaria para la diversidad de dispositivos existentes es fundamental; en este contexto, la tecnología 5G se presenta como una pieza clave. [30]

Asimismo, en la estrategia se definen tres (3) ejes transversales y nueve (9) ejes verticales, los cuales se presentan en la siguiente figura.

Figura 15. Ejes definidos en la Estrategia Brasileña de IA



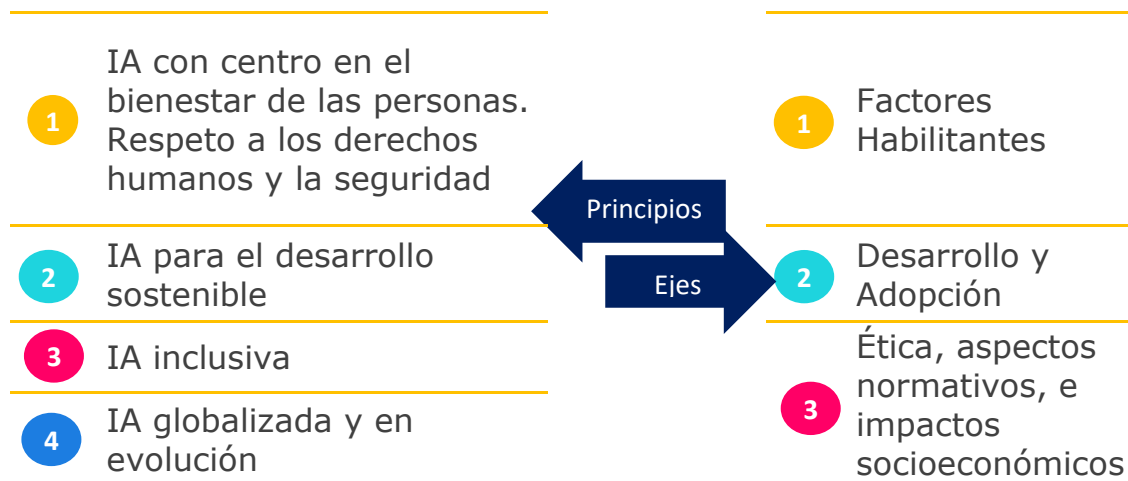
Fuente: Elaboración ANE a partir de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil [30]

4.7 CHILE

El 27 de octubre de 2021, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación presentó la Política Nacional de Inteligencia Artificial (IA), la cual se construyó de manera conjunta entre expertos de la academia, el sector productivo, la sociedad civil y el sector público. Esta política tiene como objetivo insertar a Chile en la vanguardia y colaboración global relacionada con la IA, con un ecosistema de investigación, desarrollo e innovación que cree nuevas capacidades en los sectores productivos, académicos y estatales, y que orientadas acorde a principios transversales de oportunidad y responsabilidad, contribuyan al desarrollo sustentable y mejoren la calidad de vida en el país. [31]

Esta política se fundamenta en los cuatro principios y tres ejes que se muestran en la Figura 16.

Figura 16. Principios y ejes de la Política chilena de IA



Fuente: Elaboración ANE a partir de Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación [31]

Dentro de los factores habilitantes se encuentra el desarrollo de talentos, la infraestructura tecnológica y los datos; mientras que el desarrollo y adopción hace referencia a la investigación básica y aplicada, la transferencia tecnológica, la innovación, el emprendimiento, el mejoramiento de los servicios públicos y el desarrollo económico basado en tecnología. Finalmente, el eje correspondiente a la ética, aspectos normativos y efectos socioeconómicos aborda las nuevas discusiones que han surgido en relación con la interacción humano-máquina, discusiones que se han centrado en la protección al consumidor, en la privacidad, en el sistema de propiedad intelectual y en la ciberseguridad e incluyen temas como la explicabilidad/transparencia, y género e impacto en el mercado laboral. [31]

En relación con la infraestructura tecnológica, que hace parte de los factores habilitantes, se plantea: i) convertir a Chile en un hub global para el hemisferio sur en infraestructura tecnológica que esté a la vanguardia global en IA, para lo cual se debe acelerar el despliegue del Sistema de Conectividad Nacional y hacer alianzas en América Latina y el Caribe para la implementación de proyectos de importancia regional y global; ii) desplegar infraestructura de conectividad que garantice un acceso con altos estándares de calidad para todos los chilenos; iii) desplegar infraestructura tecnológica que aumente las capacidades de

almacenamiento y procesamiento en el país y iv) coordinar al ecosistema de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para conocer las necesidades de infraestructura tecnológica asociada a IA. [31]

4.8 CHINA

El 20 de julio de 2017, el Consejo de Estado de China emitió el documento denominado “*Un plan de desarrollo de inteligencia artificial de próxima generación*”, que traza el enfoque del país para desarrollar tecnología y aplicaciones de inteligencia artificial (IA). Este plan establece los siguientes objetivos hasta 2030: convertir la industria de IA en un importante punto de crecimiento económico y las aplicaciones de IA en una forma de mejorar los medios de vida de las personas; convertir la IA en la principal fuerza impulsora de la modernización industrial y la transformación económica de China y convertir a China en el principal centro de innovación en IA del mundo, logrando resultados visibles en aplicaciones de economía y sociedad inteligentes, así como sentar una base importante para convertir al país en un líder en innovación y una potencia económica. [32] Los principios básicos propuestos en el plan de desarrollo de IA de próxima generación de China son:

Figura 17. Principios del Plan de desarrollo chino de IA

- 1 Liderado por la tecnología
- 2 Diseño de sistemas
- 3 Dominante en el mercado
- 4 Código abierto

Fuente: Elaboración ANE a partir de Consejo de Estado - China [32]

Asimismo, el citado plan contempla las siguientes acciones para el despliegue de IA:

1. Construir un sistema de innovación tecnológica de inteligencia artificial abierto y colaborativo
2. Incrementar la investigación, el desarrollo y la aplicación de la IA para maximizar su potencial



3. Promover aplicaciones de campo y actualización industrial con avances tecnológicos, y promover la optimización de la tecnología y los sistemas con demostraciones de aplicaciones
4. Utilizar los avances tecnológicos de IA para mejorar las capacidades de innovación del país y liderar el proceso de construcción de una potencia científica y tecnológica mundial. [32]

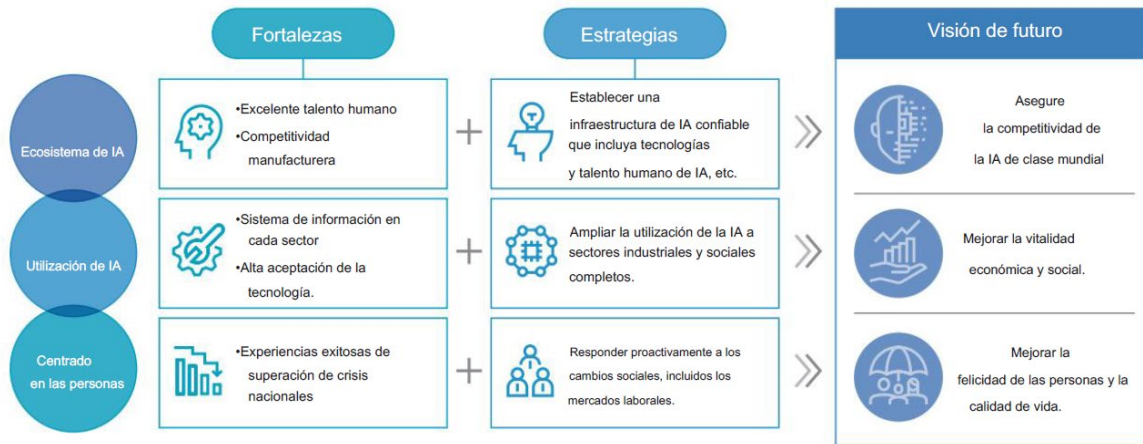
4.9 COREA DEL SUR

En diciembre de 2019, el gobierno surcoreano estableció la estrategia nacional para la Inteligencia artificial con la visión de ser “el líder mundial de la IA más allá de las TI”, con el fin de lograr para 2030 la competitividad digital, crear un enorme efecto económico y mejorar la calidad de vida de las personas. [33]

Según se indica en dicho documento, Corea del Sur cuenta con muchas ventajas al utilizar la IA, dentro de las cuales se encuentran el alto nivel de educación, la alta aceptación de nuevas tecnologías y la mejor infraestructura de TIC y tecnología de fabricación de semiconductores del mundo. Así las cosas, se espera que los sectores privados, las empresas y la academia lideren los procesos de innovación. [33]

Por su parte, el gobierno surcoreano planea implementar políticas de construcción de infraestructura para la industria y la sociedad, incluido el apoyo activo a la innovación del sector privado, el cultivo de talentos humanos y la mejora de las capacidades futuras de las personas y, la innovación de los marcos regulatorios y sistemas legales para proyectos de IA a gran escala, en aras de revitalizar la industria, resolver problemas sociales y lograr una innovación social centrada en las personas más allá del desarrollo de tecnologías de IA. En la Figura 18 se resume la visión de futuro basada en la estrategia de IA de Corea del Sur. [33]

Figura 18. Visión de futuro basado en la Estrategia Nacional surcoreana de IA



Fuente: Estrategia Nacional para la IA de Corea del Sur [33]

La Estrategia Nacional para la IA consta de tres ejes principales: i) Ecosistema de IA líder a nivel mundial, ii) Convertirse en el país que mejor aprovecha la IA y iii) Desarrollo de una IA centrada en las personas. Frente a estos ejes se plantearon las siguientes estrategias:

1. Mejorar la infraestructura de IA: Se espera ampliar y mejorar los sistemas de generación de demanda y suministro de datos y asegurar recursos informáticos de alto rendimiento para respaldar la utilización de datos, y construir grupos de innovación de IA en los principales centros de todo el país para promover un desarrollo nacional equilibrado. [33]
2. Garantizar la competitividad en la tecnología de IA: Abarca hardware y software, se centra en las áreas en las que Corea del Sur puede tener un buen desempeño y domina el mercado. Adicionalmente se espera ampliar el apoyo a la investigación básica y el software de IA y reorganizar los métodos de Investigación y Desarrollo (I+D) de IA para reforzar los fundamentos de esta tecnología. [33]
3. Drástica innovación regulatoria y revisión de leyes: Se busca transformar el marco regulatorio en un sistema que permita la innovación, la creación de nuevos servicios y acelerar la difusión de la innovación impulsando la revisión de leyes sujetas a casos regulados

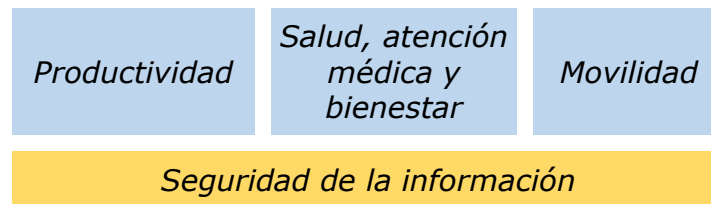
- de sandbox. Además, se espera establecer un sistema jurídico orientado al futuro que apoye la era de la IA. [33]
4. Fomento de las empresas emergentes globales de IA: Se espera ampliar el apoyo a lo largo de todo el ciclo de vida para empresas emergentes desafiantes y creativas que puedan liderar el ecosistema de IA y mejorar la tecnología de las nuevas empresas nacionales en aras de convertirse en el centro del ecosistema global de startups de la IA. [33]
 5. Fomentar los mejores talentos de IA del mundo y educar a las personas: Se busca asegurar un sistema y programas de fomento que permitan que el talento humano se convierta en el mejor talento de IA del mundo al ofrecer un plan de estudios interdisciplinario de convergencia de la IA. [33]
 6. Difundir la tecnología de IA en todas las áreas de la industria: Se espera lograr resultados tangibles a través de la convergencia de la IA centrándose en el sector con mayor tamaño de mercado y mayor efecto, para lo cual se busca promover la convergencia y utilización de esta tecnología en todas las industrias. [33]
 7. Construir el gobierno digital de mejor rendimiento: Se está evolucionando hacia un gobierno digital basado en IA e innovando en la forma en que se está utilizando tecnología de punta. El sector público lidera la adopción y uso de la IA con el fin de acelerar la transición hacia servicios públicos personalizados e inteligentes. [33]
 8. Establecer una red inclusiva de seguridad en el trabajo: Se espera fortalecer las redes de apoyo para mantener los medios de vida y el empleo para aliviar las crisis sociales causadas por cambios en el mercado laboral y reorganizar el sistema de formación laboral centrado en la IA. [33]
 9. Prevenir disfunciones y establecer una ética en la IA: Se centra en promover sistemas de respuesta a amenazas cibernéticas basados en tecnologías inteligentes y contar con un sistema de colaboración a nivel gubernamental para temas de ciberseguridad. Además, se establecerá un código ético global de la IA basado en debate social y consenso. [33]

Para el logro de los objetivos propuestos, dentro de estas estrategias se plantea la ejecución de 100 tareas en todo el país. [33]

4.10 JAPÓN

En marzo de 2017, el Consejo Estratégico para la Tecnología de IA publicó el documento “Estrategia de tecnología de inteligencia artificial”, que plantea una hoja de ruta de industrialización para los sectores que se presentan en la Figura 19. En dicha estrategia se indica que la seguridad de la información es un sector transversal en el que el desarrollo y la implementación tecnológica avanzan, en línea con el desarrollo de la IA en otros sectores.

Figura 19. Sectores considerados en la hoja de ruta de IA de Japón



Fuente: Elaboración ANE a partir de Gobierno del Japón [34]

En el caso de la productividad, se espera lograr la automatización y optimización de los sistemas de producción, la mejora de la eficiencia y la optimización de las industrias de servicios y la adaptación de las necesidades a los bienes y servicios, así como potenciar la creatividad de las personas de forma que se puedan crear continuamente servicios y productos innovadores. [34]

Ahora bien, en el sector salud, atención médica y bienestar se aspira a ser líder en tecnologías de atención médica y bienestar mediante la utilización de big data junto con la IA y, en industrias de salud y longevidad impulsando la medicina preventiva. Por su parte, frente a la movilidad se espera i) hacer que el tiempo y el espacio de viaje no sólo sean para viajar, sino también para el trabajo, la vida y el entretenimiento, ii) construir una sociedad en la que cualquiera pueda viajar con seguridad y libertad, y lograr viajes respetuosos con el medio ambiente, y iii) Hacer realidad una sociedad en la que se genere nuevo valor mediante la creación de viajes de alto valor añadido, entregas automáticas autónomas y viajes virtuales. [34]

En relación con el sector de la seguridad de la información, se trabajará en la confiabilidad, la estabilidad y la confidencialidad de la tecnología y en el progreso del desarrollo tecnológico. [34]

Luego, en mayo de 2023 se lanzó el proceso de IA de Hiroshima con el objetivo de discutir sobre oportunidades y riesgos de esta tecnología. Posteriormente, en diciembre de ese mismo año se acordó el "*Marco de Política Integral del Proceso de IA de Hiroshima*", que incluye principios rectores y un código de conducta destinada a promover sistemas avanzados de IA seguros y confiables que faciliten la construcción de una gobernanza global inclusiva en IA [35]. El código internacional de conducta del Proceso de Hiroshima para organizaciones que desarrollan sistemas avanzados de IA contempla las siguientes acciones:

Tabla 9. Acciones del código internacional de conducta del Proceso de IA de Hiroshima

1.	Tomar medidas adecuadas durante todo el desarrollo de sistemas avanzados de IA.
2.	Identificar y mitigar las vulnerabilidades.
3.	Informar públicamente las capacidades, limitaciones y dominios de uso apropiado e inapropiado de los sistemas avanzados de IA.
4.	Trabajar para compartir información responsablemente.
5.	Desarrollar, implementar y divulgar políticas de gestión de riesgos y gobernanza de la IA,
6.	Invertir e implementar controles de seguridad sólidos.
7.	Desarrollar e implementar mecanismos confiables de autenticación y procedencia de contenido.
8.	Priorizar la investigación para mitigar los riesgos sociales y de seguridad y priorizar la inversión en medidas de mitigación efectivas.
9.	Priorizar el desarrollo de sistemas avanzados de IA para abordar los mayores desafíos del mundo.
10.	Avanzar en el desarrollo y la adopción de normas técnicas internacionales.
11.	Implementar medidas apropiadas de entrada de datos y protecciones para datos personales y propiedad intelectual.

Fuente: Elaboración ANE a partir de [36]

A partir de la revisión de experiencias internacionales, se evidencia que el elemento principal es la promoción del uso responsable y ético de la IA y solo en escasos países se menciona la importancia de la conectividad para apalancar el uso de la IA. A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados de la revisión de experiencias internacionales.

Tabla 10. Resumen de experiencias internacionales

País	Documento	Objetivo	Conectividad
Reino Unido	Estrategia	Aprovechar los beneficios de la IA y mitigar los riesgos asociados a su uso.	No se indica
Unión europea	Estrategia	Apoya una IA confiable basada en valores éticos y sociales	No se indica
Canadá	Marco regulatorio	Uso de información personal en innovación responsable en IA y beneficios sociales	No se indica
Estados Unidos	Regulación Declaración de derechos de IA	Promover la innovación responsable en IA que protege los derechos y la seguridad.	No se indica
México	Agenda nacional	Adecuar el marco legal para la innovación tecnológica y contar con un marco ético.	Se requiere contar con redes ultradensas, mayor espectro y fibra óptica a gran escala.
Brasil	Estrategia	Estimular la investigación, la innovación, el desarrollo de soluciones en IA y su uso	Para la combinación entre IoT e IA, se debe mejorar la conectividad.

País	Documento	Objetivo	Conectividad
		consciente y ético.	
Chile	Política nacional	Contar con un ecosistema de investigación, desarrollo e innovación en IA.	Se debe acelerar el despliegue del Sistema de Conectividad Nacional
China	Plan de desarrollo de IA	Convertir a China en el principal centro de innovación en IA del mundo	No se indica
Corea del sur	Estrategia nacional	Lograr la competitividad digital, crear un enorme efecto económico y mejorar la calidad de vida de las personas.	Corea cuenta con la mejor infraestructura de TIC
Japón	Estrategia Política	Promover sistemas avanzados de IA seguros y confiables.	No se indica

Fuente: Elaboración ANE

5. ANTECEDENTES EN COLOMBIA

A nivel nacional, cabe destacar la adopción de los principios de IA de la OCDE en mayo de 2019 [37]. Estos principios son: i) Crecimiento inclusivo, desarrollo sostenible y bienestar, ii) Respeto el Estado de derecho, los derechos humanos y los valores democráticos, incluidas la equidad y la privacidad, iii) Transparencia y explicabilidad, iv) Solidez, seguridad y protección y v) Responsabilidad [8].

Teniendo en cuenta que *“la transformación digital es una característica de la 4RI ya que es un proceso de explotación de tecnologías digitales que tiene la capacidad de crear nuevas formas de hacer las cosas en todos los sectores económicos”* y toda vez que para lograr esta transformación se está haciendo uso de la IA,[38], en noviembre de 2019 se formuló el CONPES 3975, que corresponde a la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial (IA), el cual define 14 principios para el desarrollo de la IA en el país, los cuales se listan a continuación.

Tabla 11. Principios para el desarrollo de la IA en Colombia

1.	Creación del mercado de inteligencia artificial
2.	Priorización de las innovaciones creadoras de mercado
3.	Políticas basadas en evidencia y métricas de impacto para la regulación
4.	Experimentación regulatoria
5.	Infraestructura de datos de fácil acceso
6.	Mercado de IA como generador de equidad e inclusión
7.	Marco ético para la IA y seguridad
8.	Compromisos creíbles y producto de consensos
9.	Ambiente de experimentación para desarrollar políticas de talento
10.	El rol estratégico de las universidades y la investigación académica en la creación del mercado de inteligencia artificial
11.	Atracción de talento internacional
12.	Políticas sobre futuro del trabajo basadas en evidencia
13.	El Estado como facilitador y usuario de la IA
14.	Acceso continuo a conocimiento de la comunidad internacional

Fuente: Elaboración ANE a partir de [38]



Asimismo, el CONPES 3975 incluye dentro de las líneas de acción una tendiente a generar condiciones habilitantes para impulsar el desarrollo de la IA en Colombia. De acuerdo con el citado documento, el Mintic, junto con la Presidencia de la República, debería diseñar un marco ético transversal que guiará el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de sistemas de IA que se implementen en el país, para lo cual se deben seguir los principios de la OCDE y los listados en la Tabla 11 (Principios para el desarrollo de la IA en Colombia) [38].

La política en mención también señala que el Mintic en coordinación con la Presidencia de la República, debe desarrollar: i) estándares para la implementación de sistemas de IA incluyentes en el país, ii) ejercicios de aplicación de soluciones basadas en IA para la mejora y generación de nuevos servicios al ciudadano y toma de decisiones en el sector público, e implementar todas las medidas destinadas a la creación de la infraestructura de datos [38].

Otros elementos incluidos en la línea de acción en comento consisten en i) poner a disposición de las empresas y los ciudadanos un programa de formación para el trabajo con énfasis en la adopción de conocimiento relacionado con la cuarta revolución industrial (4RI) o Industria 4.0, que cuente con la creación de habilidades en programación, explotación y análisis de datos; ii) implementar medidas para la creación de la infraestructura de datos y; iii) definir los lineamientos para la implementación de modelos de Data Trusts o Data Commons en Colombia y la regulación necesaria para su operación. [38]

Posteriormente, en 2021 se creó la Misión de expertos en IA de Colombia, dada la necesidad de establecer una hoja de ruta prospectiva que permita lograr la implementación de una Política de IA a partir de la visión técnica e integral de expertos. Así las cosas, esta misión se creó con el objetivo de evaluar diferentes dimensiones de la IA y producir recomendaciones concretas en el corto, mediano y largo plazo, específicamente en relación con las áreas de empleo y talento que respondan a los retos originados por la inteligencia artificial y, propiciar el desarrollo de herramientas tecnológicas para mitigar los efectos del cambio climático, la protección del medio ambiente e impulsar el desarrollo sostenible del país. [39]

Luego, en 2022 Colombia adoptó la Recomendación sobre la Ética de la IA de la UNESCO, en donde se contemplan cuatro valores y diez principios, los cuales se listan a continuación:

Figura 20. Valores y principios - Recomendación de la UNESCO

Valores	Principios
Respeto, protección y promoción de los derechos humanos, las libertades fundamentales y la dignidad humana	Proporcionalidad e inocuidad
Prosperidad del medio ambiente y los ecosistemas	Seguridad y protección
Garantizar la diversidad y la inclusión	Equidad y no discriminación
Vivir en sociedades pacíficas, justas e interconectadas	Sostenibilidad
	Derecho a la intimidad y protección de datos
	Supervisión y decisión humanas
	Transparencia y explicabilidad
	Responsabilidad y rendición de cuentas
	Sensibilización y educación
	Gobernanza y colaboración adaptativas y de múltiples partes interesadas

Fuente: Elaboración ANE a partir de DNP [38]

En julio de ese mismo año, se promulgó el Decreto 1263, mediante el cual se establecieron lineamientos y estándares para la Transformación Digital de la Administración Pública en el marco de la Política de Gobierno Digital. El citado decreto indica que cuando aplique se debe propender por desarrollar proyectos de IA en el marco de la coordinación interinstitucional y en apoyo a la cooperación internacional que surja en la materia, y que las entidades que conforman la administración pública deben evaluar la pertinencia del uso de IA para la eficiencia operativa y mejora en la prestación de servicios del Estado. [40]

Asimismo, el 7 de febrero de 2024 el DNP lanzó la Estrategia Nacional Digital (END 2023-2026), la cual busca identificar las prioridades con respecto a los datos y las tecnologías digitales y tener un entendimiento holístico de la transformación digital, con un enfoque integral de todo el



Gobierno, que facilite tanto la articulación y coordinación como el seguimiento y toma de medidas con respecto a la implementación de iniciativas de política pública que se propongan. [41]

En específico, la END 2023-2026 tiene como objetivo principal *“Desencadenar el potencial de la transformación digital para superar los desafíos que enfrenta Colombia a nivel económico, social y ambiental, a través del fortalecimiento de sus elementos habilitadores y un impulso decidido al uso y apropiación de los datos y las tecnologías digitales por parte de las personas y los hogares, las entidades públicas, y el sector productivo, abordando los retos, riesgos y daños potenciales que traen consigo la aceleración de la digitalización”*. [41]

La estrategia mencionada se define a partir de ocho ejes que incluyen aspectos habilitadores para el uso y aprovechamiento de los datos y las tecnologías digitales. Estos ejes son: i) Conectividad digital para cambiar vidas; ii) Acceso, uso y aprovechamiento de datos para impulsar la transformación social; iii) Seguridad y confianza digital para la garantía de las libertades y el desarrollo integral de las personas; iv) Habilidades y talento digital como motor de oportunidades; v) Inteligencia Artificial y otras tecnologías emergentes para la generación de valor económico y social; vi) Transformación digital pública para fortalecer el vínculo Estado – Ciudadanía; vii) Economía digital para la transformación productiva; y viii) Sociedad digital para un desarrollo inclusivo, equitativo, y sostenible. [41]

En relación con el eje de inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes para la generación de valor económico y social, la END plantea el objetivo de generar oportunidades de aprovechamiento, implementación y democratización de la Inteligencia Artificial y otras tecnologías digitales emergentes para crear valor económico y social, teniendo como referencia principios éticos, gestión de riesgos de estas tecnologías y la protección de los derechos humanos y como línea estratégica: el diseño y fortalecimiento de las iniciativas de política pública para el desarrollo de la inteligencia artificial y otras tecnologías digitales emergentes. [41]



Posteriormente, el 12 de febrero de 2024, Minciencias lanzó la Hoja de Ruta para el Desarrollo y Aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia, que tiene como reto “Garantizar la adopción ética y sostenible de la Inteligencia Artificial en Colombia”, para lo cual se espera que en 2033 “el 50% de las organizaciones del país hayan adoptado la inteligencia artificial garantizando el uso y aplicación responsable, ética y sostenible de los desarrollos tecnológicos correspondientes”. [42]

Así pues, la hoja de ruta de IA busca: i) lograr que la población colombiana comprenda y confíe en las aplicaciones de IA desarrolladas por las organizaciones, ii) aumentar en un 50% la participación de mujeres y grupos subrepresentados en la IA, iii) implementar marcos éticos sólidos para la implementación de aplicaciones de IA, iv) incrementar la adopción de la IA en el 50% de las empresas y sectores gubernamentales y, v) desarrollar soluciones basadas en IA que aborden problemáticas sociales, económicas y ambientales de manera innovadora. [42]

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, la hoja de ruta de IA cuenta con un plan de acción que incluye rutas para entorno ético y gobernanza, entorno de educación, investigación e innovación, entorno de datos y organizaciones, entorno de industrias innovadoras y emergentes y, entorno de privacidad, ciberseguridad y defensa. [42]

Así las cosas, es claro que la hoja de ruta de IA se enfoca principalmente en la implementación ética y sostenible de sistemas de inteligencia artificial en el país, razón por la cual en dicha hoja se resalta la importancia de que los sistemas de IA sean comprensibles y que las partes interesadas estén plenamente conscientes de sus interacciones con dichos sistemas, por lo que la divulgación responsable de la información relevante, coherente con el contexto y el estado del arte, es esencial para lograr este objetivo. [42]

De otra parte, es importante mencionar que durante 2024 el Departamento Nacional de Planeación (DNP) estuvo trabajando en la construcción de la Política Nacional de inteligencia artificial, que concluyó en febrero de 2025 con la expedición del CONPES 4144, la cual busca que esta tecnología permita atender las necesidades que se tienen en el país.

Esta política aborda la IA de manera integral y estratégica, y plantea como objetivo principal la generación de capacidades para la investigación, desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de sistemas de IA, con el fin de impulsar la transformación social y económica del país a 2030. De ahí que se plantearon seis objetivos específicos, los primeros cuatro abordan los elementos habilitadores de la IA y los dos últimos están relacionados con los riesgos y oportunidades del uso y adopción de esta tecnología [43]. Estos objetivos son:

Tabla 12. Objetivos específicos de la Política de IA en Colombia

1.	Fortalecer los mecanismos de gobernanza y la aplicación de principios éticos relacionados con los sistemas de IA para asegurar un desarrollo y uso responsable de esta tecnología en beneficio del país.
2.	Fortalecer la infraestructura tecnológica, así como la disponibilidad, intercambio y representatividad de datos, requerida para fomentar el desarrollo y adopción de sistemas de IA en Colombia.
3.	Impulsar la I+D+i en sistemas de IA para desarrollar en el país capacidades avanzadas en Ciencia, Tecnología e Innovación que se traduzcan en conocimiento, productividad, y beneficios para todos los agentes de la sociedad.
4.	Desarrollar las capacidades, el talento digital, y la apropiación social del conocimiento relacionado con IA para generar oportunidades de desarrollo personal, empleabilidad, equidad y mayor productividad en Colombia.
5.	Definir medidas que promuevan la identificación, prevención y mitigación de los riesgos y efectos no deseados relacionados con sistemas de IA, con el fin de evitar asimetrías, inequidades y potenciales vulneraciones de derechos en el país.
6.	Impulsar el uso y adopción de los sistemas de IA en las entidades públicas, el tejido empresarial, y los territorios para contribuir a la prosperidad económica, el bienestar social y la sostenibilidad ambiental del país.

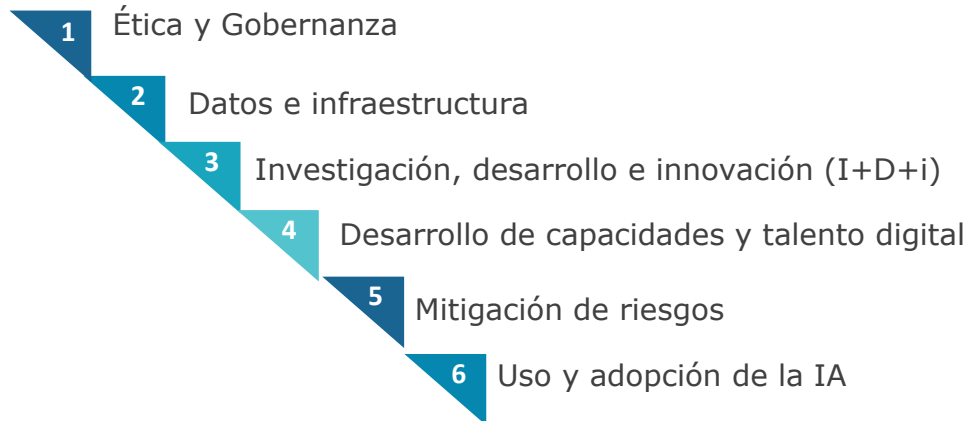
Fuente: Elaboración ANE a partir de DNP [43]

De acuerdo con el documento de la Política Nacional de IA, las nuevas tecnologías como la IA requieren una mejor calidad del servicio de internet y mayores anchos de banda, lo que implica mayores

requerimientos de espectro para garantizar un óptimo servicio de Internet a los usuarios. [43]

La Política Nacional de IA también contempla un plan de acción para los siguientes 6 ejes estratégicos:

Figura 21. Ejes estratégicos de la Política Nacional de IA en Colombia



Fuente: Elaboración ANE a partir de [43]

Es así que, en el marco del eje de datos e infraestructura tecnológica, se plantea específicamente una línea de acción tendiente a fortalecer las condiciones de conectividad a Internet a nivel nacional y regional para impulsar el ecosistema de IA en el país, para lo cual se debe, entre otras cosas, adelantar las siguientes tareas:

1. Definir instrumentos normativos o desarrollar iniciativas que permitan establecer condiciones técnicas de uso de frecuencias, contraprestaciones económicas, procedimientos de selección objetiva y condiciones regulatorias diferenciales.
2. Definir instrumentos normativos o desarrollar iniciativas que permitan establecer condiciones técnicas para el uso de bandas de frecuencias en la prestación del servicio de banda ancha inalámbrica.
3. Elaborar un estudio para identificar necesidades de espectro para aplicaciones de IA que requieran conectividad inalámbrica, considerando tanto las redes de acceso y redes de transporte de datos
4. Diseñar y socializar los modelos prospectivos de uso de espectro por zonas del país para las bandas de frecuencia para el servicio radioeléctrico fijo, móvil y bandas para IMT.



5. Incluir en el sistema de información del Sector TIC y dentro del portal de estadísticas del sector TIC, un informe periódico relacionado con la asignación del Espectro Radioeléctrico en Colombia. [43]

En atención a las actividades de la línea de acción antes mencionada, cabe precisar que la ANE, dentro de sus actividades y teniendo en cuenta sus competencias, elabora estudios que permiten establecer condiciones técnicas y económicas para el uso eficiente del espectro radioeléctrico, teniendo en cuenta tendencias internacionales y lineamientos de la UIT en materia de atribución de bandas de frecuencia para los servicios de radiocomunicaciones, por lo que, para atender los lineamientos de la Política Nacional de IA, se planificarán las actividades pertinentes al interior de la entidad.



4. ANÁLISIS NACIONAL

En el marco del Plan Maestro de Gestión de Espectro – PMGE, la ANE identificó la necesidad de desarrollar el estudio “Espectro para el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) en Colombia”, teniendo en cuenta la relevancia del tema a nivel mundial, así como el reconocimiento del potencial de esta tecnología por parte de diferentes organizaciones y fabricantes, especialmente en lo relacionado con la mejora en la calidad de la prestación de los servicios y la experiencia de los usuarios.

Si bien la IA se encuentra en estado de desarrollo a nivel mundial, en el marco de la política 2023 – 2026 del Mintic, se plantea un bloque asociado a los ecosistemas de innovación dentro del cual se aborda el empleo de iniciativas de inteligencia artificial, por lo cual, es importante identificar si existen necesidades en cuanto al uso y acceso al espectro para apoyar las iniciativas que liderará dicha cartera en esta materia.

El gobierno nacional se encuentra trabajando en la promoción de la inteligencia artificial como una tecnología capaz de resolver problemas actuales para garantizar que Colombia esté preparada para los retos y oportunidades en el futuro. Dentro de las iniciativas del gobierno nacional en materia de IA se encuentran cuatro relacionadas con el fomento de la innovación, una asociada a la educación y habilidades en IA y dos referentes al marco regulatorio. Las iniciativas relacionadas con el fomento de la innovación son:

1. Construcción de dos (2) grandes centros u observatorios de IA, uno en la localidad de Usme (Bogotá) y el otro en Zipaquirá, para el procesamiento de datos.
2. Construcción y dotación de 75 microcentros de inteligencia artificial en 26 departamentos del país, también conocidos como centros PotencIA
3. Creación de microcentros virtuales de IA o laboratorios para la innovación y creación de modelos de IA
4. Creación de la primera facultad de IA, que ofrecerá los programas de Técnico en depuración y pre-procesamiento de datos para IA, Tecnología en sistemas informáticos para la IA, el pregrado de Ingeniería en IA, la especialización en Ciencia de datos e inteligencia artificial, y una maestría en IA.

La iniciativa correspondiente a la educación y habilidades en IA consiste en la formación en habilidades digitales y lógica algorítmica para potenciar el futuro de la IA en el país.

Por su parte, las iniciativas regulatorias son:

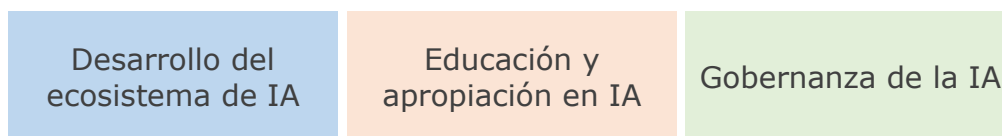
1. Ley de datos para contar con una gobernanza clara y segura para los datos, teniendo en cuenta que éstos son la materia prima de la IA.
 2. Desarrollo de un CONPES de inteligencia artificial, con el fin de convertir al país en una potencia en el desarrollo de esta tecnología.
- [46]

En este sentido, el Mintic viene adelantando diferentes actividades tendientes a promover el desarrollo y uso de la IA en el país, dentro de las cuales se encuentran la cumbre nacional de Inteligencia Artificial llevada a cabo el pasado 6 de agosto y la cumbre ministerial de Latinoamérica y el Caribe por la Inteligencia Artificial, llevada a cabo entre el 8 y 9 de agosto de 2024. En la cumbre nacional se discutieron temas relacionados con los desafíos, oportunidades y avances del país en materia de IA, tomando como referencia los siguientes ejes temáticos:

1. Colombia como destino de Inversión en IA.
2. Infraestructura tecnológica para el desarrollo de IA
3. El país como fuente de talento humano en IA

Inicialmente, el Mintic presentó a los asistentes del evento el estado de la IA a nivel mundial, la estrategia PotencIA digital y los avances de IA en Colombia. [47] Los pilares con los que se busca que Colombia se convierta en una potencia en IA se presentan a continuación.

Figura 22. Pilares de la estrategia PotencIA



Fuente: Elaboración ANE a partir de [47]

Luego, el 27 de agosto de 2024 el Mintic anunció la creación de una comisión accidental en el Congreso con el fin de coordinar, articular y revisar los diversos proyectos de Ley relacionados con la inteligencia

artificial, respetando los principios de transparencia, equidad y justicia. El objetivo principal de esta comisión es unificar criterios sobre los nueve proyectos de ley que se encuentran en curso y construir políticas públicas respecto de la inteligencia artificial. [48]

A continuación se presenta una revisión de las necesidades en materia de espectro para apalancar el uso e implementación de IA en el país.

6.1 NECESIDADES EN MATERIA DE ESPECTRO

Tal como se indicó en el apartado 1.5, uno de los requerimientos para el funcionamiento de la IA es la infraestructura de comunicaciones, de la que hacen parte las redes de fibra óptica y las redes de telecomunicaciones móviles. Dado que éstas últimas hacen uso del espectro radioeléctrico, a continuación se presenta una relación del espectro disponible para el funcionamiento de estas redes y se describen los mecanismos de acceso al uso del espectro radioeléctrico que existen en Colombia.

6.1.1 Espectro radioeléctrico disponible

Dentro de las opciones para brindar conectividad inalámbrica se encuentran los servicios móvil terrestre y móvil por satélite, así como aquellas aplicaciones que hacen uso libre del espectro. Si bien, actualmente hay espectro atribuido a los servicios móvil y móvil por satélite, tal como se puede observar en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CNABF), su disponibilidad depende de los procesos de selección objetiva que lleve a cabo el Mintic.

Así las cosas, actualmente el servicio móvil terrestre se presta haciendo uso de las bandas de frecuencia que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13. Bandas de frecuencia - Servicio móvil terrestre

Banda	2G	3G	HSPA+	4G	4,5G	5G
700 MHz				X		
850 MHz	X	X	X	X		
1900 MHz	X	X	X	X		
2100 MHz		X	X	X		

Banda	2G	3G	HSPA+	4G	4,5G	5G
2500 MHz				X	X	X
2600 MHz				X		
3500 MHz						X
3580 MHz						X

Fuente: Elaboración ANE a partir del Visor de espectro con base en la información reportada por los PRSTM²

En este sentido, cabe precisar que en Colombia actualmente se puede hacer uso de la conectividad ofrecida a través de las redes móviles 2G, 3G y 4G en gran parte del territorio nacional, y en el caso de 5G es importante tener presente que ya se está desplegando y para el tercer trimestre de 2024 se contaba con cobertura urbana en 12 ciudades capitales³.

En el caso del servicio móvil por satélite, de acuerdo con la información disponible en el CNABF las bandas de frecuencia que se pueden utilizar son:

Tabla 14. Bandas de frecuencia - Servicio móvil por satélite

137,025-137,175 MHz	312-315 MHz	1530-1535 MHz	1670-1675 MHz	14,3-14,4 GHz
137,175-137,825 MHz	387-390 MHz	1535-1559 MHz	1930-1970 MHz	14,4-14,47 GHz
137,825-138 MHz	399,9-400,05 MHz	1610-1610,6 MHz	1980-2010 MHz	14,47-14,5 GHz
137-137,025 MHz	400,15-401 MHz	1610,6-1613,8 MHz	2010-2025 MHz	19,7-20,1 GHz
148-149,9 MHz	406-406,1 MHz	1613,8-1621,35 MHz	2120-2160 MHz	20,1-20,2 GHz
149,9-150,05 MHz	455-456 MHz	1621,35-1626,5 MHz	2160-2170 MHz	20,2-21,2 GHz
156,7625-156,7875 MHz	459-460 MHz	1626,5-1660 MHz	2170-2200 MHz	29,5-29,9 GHz
156,8125-156,8375 MHz	608-614 MHz	1660-1660,5 MHz	2483,5-2500 MHz	29,9-30 GHz

² Fecha de consulta: 6 de febrero de 2025

³ Información tomada del Visor de espectro. Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2024.

161,9625-161,9875 MHz	1518-1525 MHz	1668-1668,4 MHz	14-14,25 GHz	30-31 GHz
162,0125-162,0375 MHz	1525-1530 MHz	1668,4-1670 MHz	14,25-14,3 GHz	

Fuente: Elaboración ANE a partir del CNABF

Ahora bien, a partir de la información disponible en el Visor de espectro⁴ se evidencia que existen alrededor de 21 PRST que prestan servicios de conectividad satelital en algunas porciones de las bandas incluidas en la Tabla 14.

Finalmente, en cuanto al espectro de uso libre, se encuentran las aplicaciones de que trata el Anexo 1 de la Resolución ANE 105 de 2020, las cuales se listan a continuación:

- Alarmas sociales
- Aplicaciones inalámbricas de audio
- Aplicaciones para radiodeterminación
- Aplicaciones Radiocomunicaciones de Corto Alcance (RCA) no específicas
- Control remoto para modelos
- Dispositivos de asistencia auditiva
- Dispositivos de espacios en blanco
- Dispositivos de Identificación por Radiofrecuencia (RFID)
- Dispositivos de salto en frecuencia, modulación digital o híbridos
- Dispositivos de telemetría biomédica
- Enlaces fijos punto a punto
- Equipos de localización de cables
- Medición de características de materiales
- Micrófonos inalámbricos
- Radios de operación itinerante
- Sensores de perturbación de campo
- Señales intermitentes de control
- Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS)
- Sistemas de Banda Ultra Ancha (UWB)
- Sistemas de Comunicación de Implantes Médicos (MICS)
- Sistemas de Identificación Automática de Vehículos (AVI)

⁴ Fecha de consulta: 6 de febrero de 2025



- Sistemas de protección de perímetro exclusivamente en zonas no residenciales
- Sistemas de sonido en interiores
- Sistemas radioeléctricos en túneles
- Sistemas de Telemática de Transporte y Tráfico (TTT)
- Teléfonos fijos inalámbricos
- Telemetría y telecontrol inalámbricos
- Transmisiones periódicas
- Transmisores de baja potencia para la emisión de eventos

6.1.2 Mecanismos de acceso al espectro radioeléctrico

De acuerdo con la normatividad vigente (Ley 1341 de 2009, modificada por la Ley 1978 de 2019), en Colombia existen dos mecanismos, el primero a través de un permiso expreso otorgado por la administración, conocido como espectro licenciado y el segundo de uso libre de las bandas de frecuencia establecidas por la administración a partir de los lineamientos y recomendaciones de la UIT.

6.1.2.1 Acceso al espectro licenciado

El artículo 11 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 8 de la Ley 1978 de 2019, establece que el uso del espectro radioeléctrico requiere permiso previo, expreso y otorgado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para lo cual dicha cartera deberá adelantar mecanismos de selección objetiva, previa convocatoria pública.

Asimismo, la citada normatividad señala que los permisos de uso del espectro radioeléctrico deben respetar la neutralidad tecnológica y estar coordinados con las políticas que sobre la materia expida el Mintic. Dichos permisos conllevan la obligación de no generar interferencias perjudiciales a usuarios de otros servicios autorizados, no afectar la seguridad nacional, contribuir al desarrollo sostenible y pagar una contraprestación económica a favor del Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.



6.1.2.2 Acceso al espectro de uso libre

De conformidad con las disposiciones del artículo 11 de la Ley 1341 de 2009, modificado por el artículo 8 de la Ley 1978 de 2019, es viable establecer bandas de frecuencias de uso libre de acuerdo con las recomendaciones de la UIT, así como bandas exentas del pago de contraprestaciones para programas sociales del Estado que permitan la ampliación de cobertura en zonas rurales.

En razón a lo anterior y dadas las funciones otorgadas a la ANE a través del artículo 26 de la Ley 1341 de 2009 y del artículo 3 del Decreto Ley 4169 de 2011, esta agencia expidió la Resolución 105 de 2020, mediante la cual se establecen, entre otras cosas, las bandas de frecuencia y condiciones técnicas de las aplicaciones que pueden hacer uso libre del espectro en Colombia.

Así las cosas, el artículo 4.1.3 de la citada resolución establece que para garantizar el uso eficiente de las bandas de frecuencias de uso libre, los dispositivos deben funcionar de conformidad con los estándares técnicos establecidos por la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), o contar con los certificados de homologación que determine dicha entidad, y que dichos dispositivos deben ser operados de tal forma que se asegure que el público no sea expuesto a niveles de energía de radio frecuencia superiores a las establecidas por la ANE.

Adicionalmente, la citada norma establece que el uso libre del espectro no podrá causar interferencia a las estaciones de un servicio al que se le hayan asignado frecuencias a título primario o secundario y tampoco podrá reclamar protección ante interferencias. En caso de que se cause interferencia perjudicial a servicios autorizados a título primario o secundario, se debe suspender la operación y solo podrá reanudarse cuando se haya subsanado el conflicto interferente.

Así pues, es importante precisar que el espectro disponible actualmente puede satisfacer las necesidades de conectividad para la IA en el país, no obstante, la ANE, en ejercicio de sus funciones continúa revisando los avances tecnológicos y las tendencias internacionales respecto a las diferentes bandas de frecuencia, de forma que se garantice la



disponibilidad de este recurso para el uso e implementación de esta y nuevas tecnologías.



5. CONCLUSIONES

Como resultado de la revisión de información y documentación respecto de la IA, del presente estudio la ANE concluye lo siguiente:

1. La IA puede contribuir a mejorar la prestación de bienes y servicios en los diferentes sectores de la economía de un país, y los resultados de los modelos de IA dependen de la robustez e integridad de los datos.
2. Se espera que la IA impulse el cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) definidos por Naciones Unidas, en tanto que actualmente existen aplicaciones que pueden contribuir a mejorar la prestación de servicios en los ámbitos de la salud, el medio ambiente, la ayuda humanitaria, la educación y la agricultura.
3. Actualmente las condiciones técnicas vigentes son suficientes para la operación de las radiocomunicaciones móviles necesarias para ofrecer la conectividad requerida para la implementación y uso de la IA en el país. Así las cosas, en el marco del presente estudio, se evidenció que no existen nuevas necesidades en materia de gestión de espectro radioeléctrico para esta tecnología

Aunado a lo anterior, y partiendo del principio de neutralidad tecnológica establecido en la ley, no se considera pertinente destinar alguna porción de espectro específica para la implementación y uso de IA en el país. No obstante, la Agencia, en el marco de sus actividades, continuará haciendo seguimiento a las tendencias internacionales en materia de gestión de espectro radioeléctrico para soportar el uso de nuevas tecnologías y, en caso de ser necesario, tomará las acciones pertinentes.

4. La IA permitirá un mayor aprovechamiento de los datos generados por las aplicaciones de internet de las cosas (IoT), no obstante, no se deben confundir estas dos tecnologías que se complementan para contribuir a la transformación digital de los sectores productivos, pues a través de estas aplicaciones se recopila información que puede ser aprovechada por la IA para la automatización de tareas o procesos en diferentes sectores de la economía.



5. En el marco del presente estudio también se evidenció que actualmente las comunicaciones inalámbricas hacen un alto uso de la IA para mejorar la gestión de las redes, reducir interferencias y mejorar la eficiencia energética. En materia de gestión de espectro la IA se está utilizando en la asignación dinámica de este recurso.



6. REFERENCIAS

- [1] OCDE, «Artificial Intelligence in Society,» 2019. [En línea]. Available: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/artificial-intelligence-in-society_eedfee77-en. [Último acceso: 14 de marzo de 2024].
- [2] UIT, «Inteligencia artificial para el bien,» Enero de 2023. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/artificial-intelligence-for-good.aspx>. [Último acceso: 2 de febrero de 2024].
- [3] N. Unidas, «El poder de la Inteligencia Artificial y sus desafíos en el marco de las Naciones Unidas,» 9 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: <https://unric.org/es/el-debate-de-la-inteligencia-artificial-en-la-onu/>. [Último acceso: 19 de marzo de 2024].
- [4] P. Europeo, «¿Qué es la inteligencia artificial y cómo se usa?,» 8 de septiembre de 2020. [En línea]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>. [Último acceso: 19 de marzo de 2024].
- [5] Microsoft, «Conceptos básicos de la Inteligencia Artificial: Por qué está aquí para ayudar y no para perjudicarnos,» 26 de junio de 2018. [En línea]. Available: <https://news.microsoft.com/es-es/2018/06/26/principios-basicos-de-la-inteligencia-artificial-por-que-esta-aqui-para-ayudar-y-no-para-perjudicarnos/>. [Último acceso: 19 de marzo de 2024].
- [6] IBM, «¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?,» [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/topics/artificial-intelligence>. [Último acceso: 19 de marzo de 2024].
- [7] UIT, «Artificial Intelligence (AI) for Development Series Introductory module,» Julio de 2018. [En línea]. Available:



https://www.itu.int/en/ITU-D/Conferences/GSR/Documents/GSR2018/documents/AISeries_IntroductoryModule_GSR18.pdf. [Último acceso: 24 de octubre de 2024].

- [8] OCDE, «Recommendation of the Council on Artificial Intelligence,» 21 de mayo de 2019. [En línea]. Available: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. [Último acceso: 23 de febrero de 2024].
- [9] B. N. Technologies, «7 casos de uso de inteligencia artificial (IA) en nuestras vidas,» 25 de marzo de 2019. [En línea]. Available: <https://www.bbvanexttechnologies.com/blogs/lo-artificial-de-la-inteligencia-artificial/>. [Último acceso: 29 de febrero de 2024].
- [10] UIT, «IA para el bien: Sendas para avanzar,» 2019. [En línea]. Available: https://www.itu.int/en/itunews/Documents/2019/2019-03/2019_ITUNews03-es.pdf. [Último acceso: 12 de marzo de 2024].
- [11] IBM, «¿Qué es machine learning (ML)?,» [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/machine-learning>. [Último acceso: 19 de marzo de 2024].
- [12] I. Global, «Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y la salud global,» [En línea]. Available: <https://www.isglobal.org/-/sdgs-and-global-health>. [Último acceso: 4 de marzo de 2024].
- [13] IBM, «IBM Global AI Adoption Index – Enterprise Report,» 8 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/OLGA%20CORTES/Downloads/IBM%20Global%20AI%20Adoption%20Index%20Report%20Dec.%202023.pdf>. [Último acceso: 18 de marzo de 2024].
- [14] L. F. E. B. J. E. K. L. T. L. Nestor Maslej, «“The AI Index 2023 Annual Report,” AI Index Steering Committee,» Stanford University, Stanford, CA,, 2023.



- [15] UIT, «Challenges of and guidelines to standardization on artificial intelligence of things,» Agosto de 2023. [En línea]. Available: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-TRUST-2023-2-PDF-E.pdf. [Último acceso: 9 de septiembre de 2024].
- [16] 3GPP, «Encontrar IA en 3GPP,» 08 de agosto de 2022. [En línea]. Available: <https://www.3gpp.org/technologies/finding-ai-in-3gpp>. [Último acceso: 20 de noviembre de 2024].
- [17] 5. Américas, «How Generative AI Could Impact Network Planning, RAN Configuration, and Spectrum Management,» Marzo de 2024. [En línea]. Available: <https://www.5gamericas.org/how-generative-ai-could-impact-network-planning-ran-configuration-and-spectrum-management/>. [Último acceso: 13 de noviembre de 2024].
- [18] UIT, «Principios, retos y problemas de la gestión del espectro relacionados con el acceso dinámico a las bandas de frecuencias mediante sistemas de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas,» Diciembre de 2020. [En línea]. Available: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2405-2017-PDF-S.pdf. [Último acceso: 1 de noviembre de 2024].
- [19] Ofcom, «Ofcom's strategic approach to AI 2024/25,» 26 de marzo de 2024. [En línea]. Available: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/281622/Ofcoms-strategic-approach-to-AI.pdf. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [20] C. Europea, «Comunicación sobre el Plan coordinado sobre la inteligencia artificial,» 7 de diciembre de 2018. [En línea]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0795>. [Último acceso: 8 de mayo de 2024].
- [21] P. Europeo, «Reglamento de Inteligencia Artificial,» 14 de mayo de 2024. [En línea]. Available:



https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0138_ES.pdf. [Último acceso: 22 de mayo de 2024].

- [22] O. o. t. P. C. o. C. (OPC), «Consultation on the OPC’s Proposals for ensuring appropriate regulation of artificial intelligence,» 13 de marzo de 2020. [En línea]. Available: https://www.priv.gc.ca/en/about-the-opc/what-we-do/consultations/completed-consultations/consultation-ai/pos_ai_202001/. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [23] O. o. t. P. C. o. C. (OPC), «A Regulatory Framework for AI: Recommendations for PIPEDA Reform,» Noviembre de 2020. [En línea]. Available: https://www.priv.gc.ca/en/about-the-opc/what-we-do/consultations/completed-consultations/consultation-ai/reg-fw_202011/. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [24] O. E. d. Presidente, «Promoting the Use of Trustworthy Artificial Intelligence in the Federal Government,» 8 de diciembre de 2020. [En línea]. Available: <https://www.federalregister.gov/documents/2020/12/08/2020-27065/promoting-the-use-of-trustworthy-artificial-intelligence-in-the-federal-government#print>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [25] G. d. E. U. d. América, «Anteproyecto para una Declaración de Derechos de la IA,» Octubre de 2022. [En línea]. Available: <https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [26] T. N. I. o. S. a. T. (NIST), «Marco de Gestión de Riesgos de IA,» 30 de abril de 2024. [En línea]. Available: <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [27] F. N. d. C. y. O. d. P. C. y. Tecnológica, «Hoja de ruta para defender un Recurso Nacional de Investigación de IA,» Enero de 2023. [En línea]. Available: <https://www.ai.gov/wp->



content/uploads/2023/01/NAIRR-TF-Final-Report-2023.pdf.
[Último acceso: 15 de mayo de 2024].

- [28] G. d. E. Unidos, «La administración Biden - Harris anuncia nuevas acciones para promover la innovación responsable en IA,» 4 de mayo de 2023. [En línea]. Available: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/04/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-actions-to-promote-responsible-ai-innovation-that-protects-americans-rights-and-safety/>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [29] S. d. Economía, «Agenda Nacional Mexicana de IA,» Septiembre de 2020. [En línea]. Available: https://36dc704c-0d61-4da0-87fa-917581cbce16.filesusr.com/ugd/7be025_6f45f669e2fa4910b32671a001074987.pdf. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [30] T. e. I. Ministério da Ciência, «Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial é publicada no DOU,» 9 de abril de 2021. [En línea]. Available: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2021/04/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial-e-publicada-no-dou>. [Último acceso: 14 de mayo de 2024].
- [31] T. C. e. I. Ministerio de Ciencia, «Política nacional de inteligencia artificial,» 27 de octubre de 2021. [En línea]. Available: https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento_politica_ia_digital_.pdf. [Último acceso: 10 de mayo de 2024].
- [32] G. d. China, «Aviso del Consejo de Estado sobre la Emisión del Plan de Desarrollo de la Nueva Generación de Inteligencia Artificial,» 20 de julio de 2017. [En línea]. Available: https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm. [Último acceso: 17 de mayo de 2024].



- [33] G. d. I. R. d. Corea, «Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial,» 17 de diciembre de 2019. [En línea]. Available: <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=eng&mId=10&mPid=9&bbsSeqNo=46&nttSeqNo=9>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [34] G. d. Japón, «Report of Strategic Council for AI Technology,» 31 de marzo de 2017. [En línea]. Available: https://ai-japan.s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/7116/0377/5269/Artificial_Intelligence_Technology_StrategyMarch2017.pdf. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [35] G. d. Japón, «Proceso de IA de Hiroshima,» 2 de mayo de 2024. [En línea]. Available: <https://www.soumu.go.jp/hiroshimaaiprocess/en/index.html>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [36] G. d. Japón, «Código internacional de conducta del Proceso de Hiroshima para organizaciones que desarrollan sistemas avanzados de IA,» 2 de mayo de 2024. [En línea]. Available: <https://www.soumu.go.jp/hiroshimaaiprocess/en/documents.html>. [Último acceso: 15 de mayo de 2024].
- [37] Mintic, «Colombia se adhiere a acuerdo de Inteligencia Artificial ante la OCDE,» 22 de mayo de 2019. [En línea]. Available: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/MinTIC-en-los-medios/100826:Colombia-se-adhiere-a-acuerdo-de-Inteligencia-Artificial-ante-la-OCDE>. [Último acceso: 23 de febrero de 2024].
- [38] DNP, «Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial (IA),» 8 de noviembre de 2019. [En línea]. Available: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>. [Último acceso: 1 de febrero de 2024].
- [39] D. y. BID, «Misión de Expertos en IA de Colombia - Diagnóstico, Miembros y Objetivos,» [En línea]. Available: file:///C:/Users/OLGA%20CORTES/Downloads/201021_Mision_de



_Expertos_en_IA_de_Colombia.pdf. [Último acceso: 22 de marzo de 2024].

- [40] Mintic, Decreto 1263, Bogotá, 2022.
- [41] DNP, «Estrategia Nacional Digital,» 7 de febrero de 2024. [En línea]. Available: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/EVENTOS/END_Colombia_2023_2026.pdf. [Último acceso: 4 de marzo de 2024].
- [42] Minciencias, «Hoja de ruta para el desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia,» 12 de febrero de 2024. [En línea]. Available: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/hoja_de_ruta_adopcion_etica_y_sostenible_de_inteligencia_artificial_colombia_0.pdf. [Último acceso: 4 de marzo de 2024].
- [43] DNP, «Conpes 4144,» 14 de febrero de 2025. [En línea]. Available: <https://sisconpes.dnp.gov.co/SisCONPESWeb//AccesoPublico/Documento/?id=NDE0NCQxNC8wMi8yMDI1JFBvbMOtdGljYSBOYWNPb25hbCBkZSBJbnRlbnGlnZW5jaWEgQXJ0aWZpY2IhbCRodHRwczovL2NvbGFib3JhY2lvbi5kbmAuZ292LmNvL0NEVC9Db25wZXMvRWNVbS0zbWljb3MvNDE0NC5wZGYkKGh0dHBzOi8vY29s>. [Último acceso: 18 de febrero de 2025].
- [44] DNP, «Nace una nueva Política Nacional de Inteligencia Artificial (IA),» 6 de agosto de 2024. [En línea]. Available: https://www.dnp.gov.co/Prensa_/Noticias/Paginas/nace-una-nueva-politica-nacional-de-inteligencia-artificial-ia.aspx. [Último acceso: 29 de agosto de 2024].
- [45] DNP, «Borrador de la Política Nacional de Inteligencia Artificial,» 6 de agosto de 2024. [En línea]. Available: <https://sisconpes.dnp.gov.co/SisCONPESWeb/AccesoPublico/DocumentosElaboracion>. [Último acceso: 15 de agosto de 2024].
- [46] Mintic, «Cumbre Nacional de inteligencia artificial,» 6 de agosto de 2024. [En línea]. Available:



<https://www.youtube.com/watch?v=ikeWWuNofiY>. [Último acceso: 29 de agosto de 2024].

- [47] Mintic, «Ministerio TIC liderará la Cumbre 'ColombIA' para definir hoja de ruta de Inteligencia Artificial en la región,» 30 de julio de 2024. [En línea]. Available: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/383761:Con-presencia-de-22-ministros-de-Latinoamerica-y-el-Caribe-el-Ministerio-TIC-liderara-la-Cumbre-ColombIA-para-definir-hoja-de-ruta-de-Inteligencia-Artificial-en-la-region>. [Último acceso: 28 de agosto de 2024].
- [48] Mintic. [En línea]. Available: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/388458:Colombia-avanza-en-la-regulacion-de-la-inteligencia-artificial-con-la-creacion-de-Comision-Accidental-en-el-Congreso-para-articular-proyectos-en-curso>. [Último acceso: de 2024].
- [49] IBM, «¿Qué son las redes neuronales convolucionales?,» [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/es-es/topics/convolutional-neural-networks>. [Último acceso: 29 de noviembre de 2024].