



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

Grado en Relaciones Internacionales

Trabajo Fin de Grado

Gobernanza ambiental de la Inteligencia Artificial (IA): análisis de los discursos corporativos de las *Big Tech*

Autor: Lucía Olmos Alcaide

Directora: Amparo Merino de Diego

Madrid | 2025-2026

Resumen

La expansión acelerada de la inteligencia artificial (en adelante, IA), representa un fenómeno cada vez más presente en las interacciones entre el mundo corporativo y social. Dicho acontecimiento, recurrentemente vinculado a prácticas como el desarrollo masivo de modelos digitales, el entrenamiento de servicios a gran escala y el procesamiento de datos, está generando impactos ambientales irreversibles. Los mismos, se manifiestan a través de actividades implementadas por algunas de las compañías con mayor implicación en el sector, entre las que destacan las “*Big Tech*”. Así, la gobernanza ambiental de la IA emerge como campo estratégico fundamental para la salvaguarda del ecosistema desde una perspectiva social, capaz de integrar factores económicos asociados al carácter transnacional de las cadenas de suministro y al mercado digital tecnológico, con la imprescindible observancia del marco regulatorio e institucional requerido para su correcto desarrollo en términos globales.

En este contexto, se expondrá, en primera instancia, el marco teórico inmediato que determina el papel de la IA en el medioambiente, a través de una valoración inclusiva que englobará aquellos fenómenos con una mayor relevancia en el proceso productivo de las grandes multinacionales. Asimismo, se expondrán aquellos impactos o efectos perjudiciales ocasionados por la IA en el ecosistema, los cuales vendrán acompañados de un análisis procedente de los esfuerzos regulatorios actuales que imperan en dicho ámbito en conexión con el fenómeno de la IA. Por otro lado, con el propósito de comprender cómo las grandes tecnológicas construyen y legitiman discursivamente su responsabilidad corporativa ambiental, se examinarán los discursos ambientales de los cinco grandes gigantes tecnológicos del sector (Google, Microsoft, Amazon, Meta y Apple), a partir de sus informes oficiales de sostenibilidad.

Con todo, el objetivo del presente trabajo reside en la identificación de estrategias retóricas, métricas comparables y silencios arraigados mediante los cuales estas corporaciones enuncian y justifican su responsabilidad ante la sociedad. A su vez, se valorará la regulación internacional disponible como contexto interpretativo para señalar distancias y discutir, en su caso, potenciales prácticas de legitimación o *greenwashing*. Por todo ello, la pertinencia del estudio sienta sus bases en el análisis de cómo la construcción discursiva opera en un marco de gobernanza pública todavía débil en el ámbito ambiental, lo que otorga a las empresas un amplio margen para la fijación de los términos de su propia rendición de cuentas.

Palabras Clave

Gobernanza Ambiental; Inteligencia Artificial (IA); *Big Tech*; Responsabilidad Corporativa; Organismos Internacionales (OI's); Sostenibilidad; Huella de Carbono (CO₂); Centros de Datos; Lavado Verde (*Greenwashing*).

Abstract

The accelerated expansion of artificial intelligence (hereinafter, AI) is an increasingly prevalent phenomenon in interactions between the corporate and social spheres. This development, which is frequently linked to practices such as the mass development of digital models, large-scale service training, and data processing, is generating irreversible environmental impacts. These impacts manifest through activities implemented by some of the most heavily involved companies in the sector, notably the “*Big Tech*” corporations. Thus, the environmental governance of AI emerges as a fundamental strategic field for safeguarding the ecosystem from a social perspective, capable of integrating economic factors associated with the transnational nature of supply chains and the digital technology market, whilst ensuring compliance with the regulatory and institutional framework required for its proper development on a global scale.

In this context, the immediate theoretical framework determining the role of AI in the environment will first be outlined, through a comprehensive assessment encompassing those phenomena of greatest relevance to the production processes of large multinationals. Likewise, the harmful impacts or effects caused by AI on the ecosystem will be examined, accompanied by an analysis of current regulatory efforts in the field, in relation to the phenomenon of AI. Furthermore, with the aim of understanding how large technology companies construct and discursively legitimize their corporate environmental responsibility, the environmental discourses of the five major tech giants in the sector (Google, Microsoft, Amazon, Meta and Apple) will be examined, based on their official sustainability reports.

All in all, the aim of this study is to identify rhetorical strategies, comparable metrics and entrenched silences through which these corporations articulate and justify their responsibility to society. In turn, existing international regulations will be assessed as an interpretative context to highlight discrepancies and discuss, where applicable, potential legitimization practices or *greenwashing*. For all these reasons, the relevance of the study

is grounded in an analysis of how discursive construction operates within a framework of public governance that remains weak in the environmental sphere, which affords companies considerable leeway to set the terms of their own accountability.

Key Words

Environmental Governance; Artificial Intelligence (AI); *Big Tech*; Corporate Responsibility; International Organizations (IO); Sustainability; Carbon Footprint; Data Centers; *Greenwashing*.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción..... | 5 |
| 1.1. Planteamiento de la problemática..... | 5 |
| 1.2. Pregunta de investigación y objetivos | 7 |
| 1.3. Metodología y delimitación del estudio | 9 |
| 2. Estado de la Cuestión y Marco Teórico..... | 10 |
| 2.1. Conceptualizaciones clave de la Inteligencia Artificial | 10 |
| 2.2. Impacto Ambiental de la Inteligencia Artificial | 12 |
| 2.2.1. Consumo energético y emisiones de CO ₂ | 13 |
| 2.2.2. Huella hídrica | 15 |
| 2.2.3. Centros de datos e infraestructura digital..... | 16 |
| 2.2.4. Materiales, minerales críticos y residuos electrónicos..... | 18 |
| 2.3. La dimensión socioambiental de la IA | 20 |
| 2.4. Responsabilidad y gobernanza corporativa | 22 |
| 2.5. Gobernanza pública y regulación del sector: el discurso institucional..... | 25 |
| 3. Análisis del discurso corporativo medioambiental sobre IA..... | 28 |
| 3.1. Selección de compañías y fuentes de información..... | 28 |
| 3.1.1. Google (Alphabet)..... | 28 |
| 3.1.2. Microsoft | 29 |
| 3.1.3. Amazon..... | 29 |
| 3.1.4. Meta..... | 30 |
| 3.1.5. Apple | 30 |
| 3.2. Resultados..... | 32 |
| 3.2.1. Energía y emisiones: descarbonización y desacoplamiento | 32 |
| 3.2.2. Agua: la narrativa de la “positividad hídrica” | 36 |
| 3.2.3. Centros de datos e infraestructura..... | 38 |
| 3.2.4. Materiales, minerales y economía circular..... | 40 |
| 3.2.5. La IA como solución climática: el contradiscurso de la IA | 43 |
| 3.3. Discusión | 45 |
| 3.3.1. Patrones discursivos comunes y divergentes de las <i>Big Tech</i> | 45 |
| 3.3.2. El desajuste entre discurso y datos: legitimación y <i>greenwashing</i> | 48 |
| 3.3.3. Implicaciones para la gobernanza pública del sector..... | 50 |
| 4. Conclusiones..... | 53 |
| 5. Bibliografía..... | 56 |
| 6. Anexo..... | 63 |

1. Introducción

1.1. Planteamiento de la problemática

En la actualidad, la inteligencia artificial (IA) y, en especial, la IA generativa (IAG), se ha consolidado en la sociedad como un elemento clave de la economía digital contemporánea. Esta herramienta ha desatado un “boom” desde su implantación en noviembre de 2022, a raíz de la creación de instrumentos como ChatGPT por parte de compañías pioneras en el sector tecnológico, siendo OpenAI una de las más representativas. La magnitud del fenómeno se refleja en su demanda energética: la Agencia Internacional de la Energía estima que los centros de datos consumieron en torno a 415 TWh de electricidad en 2024 (alrededor del 1,5 % del consumo eléctrico mundial) y proyecta que esta cifra se duplique hasta unos 945 TWh en 2030, situando a la IA como el principal motor de ese crecimiento (IEA, 2025). Ello denota que, sin duda, este hito ha marcado un antes y un después en el negocio de los datos, revolucionando el panorama inteligente para consolidar una nueva era tecnológica de acceso generalizado.

A pesar de los numerosos beneficios que derivan de su uso, resulta conveniente traer a colación el evidente impacto ambiental que estos modelos generan, con frecuencia imperceptible por el usuario, pero de notable gravedad. La literatura académica ha documentado este coste desde fechas tempranas, siguiendo el trabajo pionero de autores como Strubell y McCallum, quienes cuantificaron por primera vez en el año 2019 las emisiones asociadas al entrenamiento de grandes modelos de procesamiento de lenguaje. A su vez, académicos como Vries advirtieron poco después del rápido crecimiento de la huella energética de la IA a medida que se generaliza su despliegue (Strubell et al., 2019).

En este sentido, aquellos sujetos que ocasionan un mayor impacto en el ecosistema son las corporaciones tecnológicas que lideran y proliferan el uso de la IA, entre las que destacan empresas como Google, Microsoft, Amazon, Meta o Apple, que aseguran que la IA puede constituir una herramienta de utilidad tanto para la prevención de catástrofes climáticas como para la conservación del planeta. Sin embargo, sus propios informes evidencian la tensión de fondo, Google reconoció en su informe ambiental de 2025¹ un aumento de hasta 11,5 millones de sus emisiones totales de gases de efecto invernadero (CO₂) respecto al año anterior, impulsado por la expansión de los centros de datos y de

¹ Google. 2025. *Environmental Report*. Recuperado de <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2025-environmental-report.pdf>.

su cadena de suministro (Google, 2025, p. 4), mientras que Microsoft admitió que sus emisiones totales habían crecido un 23,4 % desde su año base de 2020 (con las emisiones de alcance 3 representando cerca del 97 % de su huella), también a causa del despliegue de infraestructura para la IA y la nube (Microsoft, 2025, p. 5)², pese a su compromiso de ser una compañía “carbono negativa” en 2030.

En esta línea, diversos estudios recientes han subrayado la urgencia de abordar esta problemática. Así, el Massachusetts Institute of Technology ha manifestado en estudios recientes el impacto perjudicial de los *data centers* en términos de consumo eléctrico, como resultado de la aplicación de la IA generativa, en conexión con artículos como “The Climate and Sustainability Implications of Generative AI”, donde se indica que la demanda de nuevos centros de datos no puede satisfacerse de forma sostenible (MIT, 2024). A su vez, el artículo alerta de que “el ritmo al que las empresas están construyendo nuevos centros de datos significa que la mayor parte de la electricidad para alimentarlos debe proceder de centrales eléctricas basadas en combustibles fósiles” (Bashir et al., 2024). Además, autores como Olivetti recuerdan que “cuando pensamos en el impacto ambiental de la IA generativa, no se trata solo de la electricidad que consumes cuando conectas la computadora. Hay consecuencias mucho más amplias que llegan al nivel del sistema y persisten en función de las acciones que tomamos” (Olivetti, 2024).

Frente a este escenario, los organismos internacionales han adoptado una implicación activa en el conflicto, articulando marcos claros de actuación. La UNESCO aprobó en 2021 su Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, como primer instrumento normativo global en la materia; la OCDE estableció sus Principios sobre la IA en 2019 (actualizados en 2024); y la Unión Europea ha adoptado el Reglamento (UE) 2024/1689 o “Reglamento de Inteligencia Artificial”. Además, figuras como Tawfik Jelassi, Subdirector General para la Comunicación e Información de la UNESCO, han alertado de que “la huella energética anual de la IA generativa ya es equivalente a la de un país de bajos ingresos y está creciendo exponencialmente; para que la IA sea más sostenible, necesitamos un cambio de paradigma en la forma en que la usamos (...)” (Jelassi, 2025).

² Microsoft. 2025. *Environmental Sustainability Report*. Recuperado de <https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/msc/documents/presentations/CSR/2025-Microsoft-Environmental-Sustainability-Report.pdf>.

De lo expuesto, extraemos cómo la literatura técnica expuesta ha cuantificado con creciente precisión la huella material de la IA. No obstante, encontramos un segundo plano del problema todavía poco explorado en la actualidad, referido al modo en que las propias corporaciones construyen discursivamente su responsabilidad ambiental y legitiman su actividad ante la sociedad, los reguladores y los inversores. La investigación sobre los informes de sostenibilidad ha mostrado que estos documentos no son meros vehículos de información, sino dispositivos retóricos orientados a la legitimación organizativa (Higgins y Walker, 2012), susceptibles de incurrir en prácticas de *greenwashing* cuando el relato se distancia del desempeño real. A ello se añade que el impacto de la IA no es solo ambiental, sino socioambiental, pues se asienta en cadenas globales de extracción de minerales y de gestión de residuos con efectos desiguales sobre territorios y comunidades (Crawford, 2021). Existe, por tanto, una laguna reconocible en el discurso ambiental de las grandes tecnológicas y su controvertida legitimidad, que convendrá verificar *a posteriori* junto con el marco público que pretende regularlo.

Por este motivo, deviene fundamental ahondar en aquellos fenómenos que contribuyen al progresivo deterioro del medioambiente, de cara a abordar el papel que ostentan las *Big Tech* en la creación del problema. De este modo, el presente trabajo pretende contemplar los efectos perniciosos ocasionados por la actividad productiva y empresarial de estos grandes gigantes tecnológicos. Ello, mediante el examen de los documentos corporativos oficiales de los cinco gigantes tecnológicos referenciados y una valoración individualizada de algunas de las distintas variables, métricas y estrategias retóricas que articulan dichos discursos ambientales, cuyo impacto en el ecosistema, y de forma indirecta sobre la sociedad, puede llegar a ocasionar consecuencias irreversibles.

1.2. Pregunta de investigación y objetivos

De lo evidenciado en apartados anteriores, extraemos que los discursos ambientales de las grandes tecnológicas presentan una disyuntiva fundamental. Mientras las corporaciones proclaman compromisos de neutralidad climática, positividad hídrica o economía circular, sus propios informes registran un incremento de la huella ambiental derivado de la expansión de la inteligencia artificial. Esta contradicción entre lo que las empresas declaran y lo que su actividad evidencia constituye el foco inmediato del presente trabajo, que no se propone medir como tal dicho impacto, sino comprender cómo las corporaciones, y en específico las *Big Tech*, lo enuncian, lo justifican y lo integran en

un relato de responsabilidad ambiental dirigido a la sociedad, los reguladores y los inversores (Deegan, 2002).

En concordancia, el objetivo general del trabajo consiste en el análisis y caracterización de los discursos ambientales corporativos de cinco de las principales empresas tecnológicas (Google, Microsoft, Amazon, Meta y Apple) en torno al impacto de la IA en el medioambiente. Ello, con el propósito de identificar la función que estos discursos desempeñan, las estrategias mediante las que construyen su responsabilidad ambiental y, el grado de coherencia entre lo que declaran y lo que dispone el marco de gobernanza pública que pretende regular el sector.

A su vez, este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- 1) Delimitar conceptualmente la inteligencia artificial y su impacto socioambiental (consumo energético y emisiones, huella hídrica, materiales y minerales críticos, y dimensión social), a fin de establecer las categorías que guiarán el análisis.
- 2) Caracterizar los marcos de gobernanza corporativa en los que se inscriben los discursos ambientales del sector tecnológico.
- 3) Examinar, mediante el análisis de los informes ambientales oficiales, cómo cada una de las cinco empresas construye y legitima su responsabilidad ambiental, atendiendo a los temas, las métricas, los compromisos y las estrategias retóricas empleadas.
- 4) Contrastar los discursos de las cinco compañías para identificar patrones comunes, divergencias y silencios significativos.
- 5) Valorar los discursos corporativos a fin de identificar, en su caso, posibles prácticas de legitimación o *greenwashing*.
- 6) Derivar, a partir de los hallazgos, implicaciones para la gobernanza pública y la regulación ambiental del sector, con vistas a su consolidación futura.

De los objetivos expuestos, deriva la pregunta de investigación que vertebra el trabajo y sobre la que gira la totalidad del análisis: ¿Cómo construyen discursivamente las grandes empresas tecnológicas su responsabilidad ambiental frente al impacto de la IA, qué estrategias retóricas, patrones y silencios emplean para legitimar sus actuaciones y cómo se sitúa ese discurso con respecto al marco de gobernanza establecido en el sector?

A ello se le suma la consideración de cuestiones análogas, tales como: las métricas que articulan el discurso ambiental de las *Big Tech*; las similitudes y diferencias que presentan los diversos discursos de las corporaciones analizadas; la omisión o los desajustes

imperantes entre lo declarado y la evidencia disponible reflejada en sus informes y documentos oficiales de impacto medioambiental; y, las implicaciones que dichos fenómenos ostentan en el plano de la gobernanza pública y la regulación sectorial.

1.3. Metodología y delimitación del estudio

En aras de considerar adecuadamente el impacto pernicioso ocasionado por la IA en el medioambiente por parte de las grandes tecnológicas, se emplea un enfoque cualitativo como opción idónea para profundizar en el fenómeno que nos ocupa, cuya lógica es fundamentalmente inductiva y se orienta a comprender los fenómenos sociales desde los significados que los actores construyen, más que a cuantificarlos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista, 2014). Por otro lado, se adopta el análisis de discursos corporativos o empresariales expresados a través de informes y documentos oficiales, así como el estudio individualizado de casos concretos, que permite ahondar en aquellos puntos más relevantes vinculados a la problemática expuesta.

Además, se estudia una muestra de cinco empresas pioneras en el sector tecnológico, en concreto las pertenecientes al grupo de las *Big Tech*, seleccionadas mediante un muestreo intencional y teórico, guiado por su pertinencia para responder a la pregunta de investigación. Con la finalidad de ofrecer una investigación fundamentada, se consideran los informes de sostenibilidad de cada una de ellas como corpus primario del análisis de sus discursos. Así, se incluyen los siguientes documentos:

- **Google (Alphabet):** Environmental Report 2025 (10.^a edición; 2024)
- **Microsoft:** Environmental Sustainability Report 2025
- **Amazon:** Amazon Sustainability Report 2024
- **Meta:** 2025 Sustainability Report (2024)
- **Apple:** Environmental Progress Report 2025 (2024)

De forma análoga, se conciben fuentes secundarias de contraste vinculadas al empleo de la literatura académica sobre huella ambiental de la IA, acompañada de estadísticas, informes y evaluaciones independientes sobre la responsabilidad climática corporativa. Ello, con la finalidad de valorar precedentemente la correspondencia entre el discurso corporativo y su legitimación estratégica a través del empleo de la retórica, lo que nos permitirá identificar coincidencias y matices entre lo documentado y lo declarado, y, en

su caso, desajustes susceptibles de identificarse como prácticas de legitimación o *greenwashing*.

En estos términos, el análisis combina una doble lógica deductiva e inductiva, articulación característica del análisis cualitativo de contenido. En un primer momento, el enfoque deductivo resulta de aplicación a cada informe o documento oficial en conexión con las diferentes categorías teóricas desarrolladas en el capítulo segundo “*Estado de la Cuestión y Marco Teórico*” (véase el punto 2 del índice), que operan como plantilla con la que leer e interpretar de forma sistemática los discursos. Lo expuesto, permitirá contrastar divergencias y atender de forma específica a la función legitimadora del lenguaje empleado en los resultados y discusiones finales. En directa correlación, se emplea el enfoque inductivo con el objetivo de identificar, a partir de la lectura de los propios textos, los patrones discursivos y estrategias retóricas de legitimación que emergen del corpus.

2. Estado de la cuestión y marco teórico

Tal y como se ha señalado en la introducción del trabajo, el auge de la inteligencia artificial y su uso masivo, proliferado en esencia por las grandes tecnológicas del sector digital, ha llevado aparejado, durante los últimos años, un elevado coste medioambiental con efectos irreversibles. Así, el presente capítulo pretende sentar las bases conceptuales necesarias para leer e interpretar adecuadamente los discursos ambientales que se analizan más adelante en conexión con lo que estas corporaciones pretenden legitimar en sus prácticas medioambientales. En otras palabras, se proporcionan las categorías y variables que vertebran la plantilla de análisis descrita en la metodología.

Con tal fin, el presente apartado se articula en tres bloques fundamentales: (i) el primero de ellos, referido a las conceptualizaciones clave de la IA, que nos permiten contextualizar y comprender el motivo por el cual su desarrollo resulta ambientalmente intensivo; (ii) en segundo lugar, las dimensiones de su impacto socioambiental (energía y emisiones, agua, infraestructura, materiales y efectos sociales), que constituyen las categorías sobre las que posteriormente fundamentaremos el estudio de los discursos corporativos de las *Big Tech*; (iii) y, finalmente, los marcos de gobernanza corporativa y pública, desde los que esos discursos se construyen y se pretenden regular.

2.1. Conceptualizaciones clave de la Inteligencia Artificial

El origen de la IA se remonta a la segunda mitad del siglo XX, cuando los primeros esfuerzos tecnológicos comenzaron a transformar la forma en la que los individuos interactuaban entre sí. En concreto, el término “inteligencia artificial” fue acuñado por primera vez en la Conferencia de Dartmouth de 1956, donde se definió como “la ciencia de hacer máquinas inteligentes” por autores como John McCarthy, Nathaniel Rochester o Marvin Minsky (McCarthy, 1956). Sucesivamente, se fueron contemplando diferentes aproximaciones, como aquella de la Agencia Europea de Defensa: “Inteligencia Artificial es la capacidad de los algoritmos de seleccionar opciones óptimas o subóptimas, de entre un amplio espacio de posibilidades, para cumplir los objetivos pretendidos, aplicando diferentes estrategias, incluyendo la adaptación a las condiciones dinámicas del contexto y aprendiendo de la propia experiencia y de los datos suministrados o autogenerados” (AED, 2024, p. 477). Además, desde una perspectiva regional, el Reglamento (UE) 2024/1689, de Inteligencia Artificial (“AI Act”) definió a la IA en su artículo tercero como “un sistema basado en una máquina, diseñado para operar con distintos niveles de autonomía y capaz de mostrar adaptabilidad tras su despliegue, que, para objetivos explícitos o implícitos, infiere a partir de los datos de entrada cómo generar resultados (predicciones, contenidos, recomendaciones o decisiones) que pueden influir en entornos físicos o virtuales” (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2024).

A efectos analíticos, resulta preciso discernir el término genérico IA de sus variantes. En este sentido, es preciso evocar el estudio “A definition of AI: main capabilities and disciplines”³, elaborado por la Comisión Europea en el año 2019 junto con el Grupo Independiente de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial, referente en el campo tecnológico e inteligente a nivel global. El mismo profundiza sobre la multiplicidad de funciones de los sistemas de IA, diferenciándola como disciplina científica, sistemática e informática. En concreto, distingue tres tipos de inteligencias o capacidades: el aprendizaje automático (*machine learning*), el razonamiento automático (*machine reasoning*) y la robótica.

Sobre esta primera categoría y, en particular, sobre las redes neuronales profundas, se asienta la IA generativa (IAG), popularizada desde 2022 con aplicaciones como ChatGPT, capaces de producir contenidos nuevos a partir del entrenamiento sobre conjuntos

³ European Commission & High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. (2019). *A definition of AI: Main capabilities and disciplines*. Recuperado de https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56341.

masivos de datos. Este entrenamiento, junto con el funcionamiento de estos grandes modelos, exige una capacidad de procesamiento que se traduce en un consumo intensivo de electricidad, agua y materiales (De Vries, 2023). Sin embargo, el presente trabajo no se circunscribe únicamente al ámbito de la IAG, al imputar el impacto ambiental de las grandes tecnológicas al conjunto de su actividad de computación en la nube y de centros de datos. Es, no obstante, la expansión de la IAG la que ha disparado esa demanda en los últimos años y la que ha situado la cuestión ambiental en el primer plano del debate.

Así, frente a la idea extendida de una tecnología “inmaterial” o alojada “en la nube”, autores arraigados en la materia como Kate Crawford subrayan que la IA representa una industria asentada sobre una infraestructura física (dotada de centros de datos, redes y *hardware*) y cadenas globales de extracción de recursos (Crawford, 2021). Es precisamente esta materialidad la que convierte el impacto socioambiental de la IA en el eje del presente análisis y, por ende, la que justifica el desglose de sus dimensiones en el apartado siguiente.

Asimismo, conviene señalar que las propias categorías con las que se mide ese impacto ambiental, como el consumo energético, las emisiones por alcances, la huella hídrica o la circularidad de materiales, no ostentan un carácter neutro. Por el contrario, forman parte del lenguaje técnico que las corporaciones emplean en sus informes anuales de sostenibilidad. Es por ello, por lo que conviene sujetar su contenido a examen previo, como requisito imperativo para posibilitar una correcta aproximación posterior a los diferentes discursos sobre su uso, empleados con recurrencia para legitimar actuaciones perniciosas contra el medioambiente y la sociedad.

2.2. Impacto ambiental de la Inteligencia Artificial

El impacto ambiental de la IA no se reduce a una única magnitud en el plano teórico o práctico, sino que se distribuye a lo largo de su ciclo de vida, desde la fabricación del *hardware* hasta el entrenamiento y el uso de los modelos. En concreto, dicho impacto puede reconocerse desde cuatro dimensiones interrelacionadas: el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero, la huella hídrica, la infraestructura de centros de datos y el consumo de materiales.

En este sentido, la elección de dichas dimensiones no responde a una lógica arbitraria, sino más bien a aquellas categorías que las grandes multinacionales tecnológicas estructuran en sus informes de sostenibilidad y, por tanto, las que vertebran el análisis de

sus discursos ambientales. Lo expuesto responde, a su vez, a la expansión acelerada que las referenciadas magnitudes han experimentado durante los últimos tiempos, cuestión que concepiremos a través de lo observado por la literatura. Por todo ello, conviene delimitar sus definiciones e implicaciones para poder valorar posteriormente su implicación en el ecosistema y la forma en la que cada una de las cinco compañías seleccionadas las presenta, las mide y, en su caso, las matiza o silencia.

2.2.1. Consumo energético y emisiones de CO₂

En primer lugar, el consumo de electricidad representa posiblemente la dimensión más estudiada y visible del impacto de la IA en el medioambiente, la cual se origina en dos fases sucesivas, consistentes en el entrenamiento de los propios modelos de datos y su uso o inferencia real. En esta línea, destaca especialmente el trabajo pionero de Strubell, como primer estudio centrado en la cuantificación del coste real de entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial, por el que se estimó que ajustar un único gran modelo de procesamiento de lenguaje mediante búsqueda de arquitecturas podía llegar a emitir tanto CO₂ como varios automóviles a lo largo de toda su vida útil (Strubell et al., 2019).

Por otro lado, los gases de efecto invernadero (GEI) consisten en el conjunto de los componentes presentes en la atmósfera, como el dióxido de carbono, el metano o el óxido nitroso, que retienen el calor y contribuyen al incremento del calentamiento global. Su medida agregada se expresa mediante la huella de carbono, generalmente entendida como la cantidad total de emisiones de CO₂ producidas por una actividad o acumuladas a lo largo del ciclo de vida de un producto (Wiedmann y Minx, 2008). La misma se cuantifica en toneladas de CO₂ equivalente, una unidad que homogeniza los distintos gases en función de su potencial de calentamiento, y cuyo principal determinante es el consumo energético, al depender su impacto climático de la intensidad de carbono de la fuente.

En directa conexión con lo expuesto, un estudio de la propia empresa Google mostró en el año 2021 que dicha cuantificación del coste energético, aplicada a modelos como GPT-3, T5 o Switch Transformer, dependía, a su vez, de cuatro factores esenciales: (i) la arquitectura concreta del modelo; (ii) el tipo de procesador empleado; (iii) la eficiencia del centro de datos; (iv) y, la intensidad de carbono de la red eléctrica local. Dicho estudio, advirtió de que, sin la necesaria transparencia sobre estos parámetros, cualquier cálculo retrospectivo devendría incompleto o poco fiable (Patterson et al., 2021). A estos efectos, resulta especialmente interesante observar cómo esta llamada a la transparencia evidenció

la gran dificultad que engloba la audición de las grandes tecnológicas en sus declaraciones a través de informes o documentación oficial de índole ambiental.

Asimismo, la literatura posterior amplió el foco del entrenamiento hacia el conjunto del ciclo de vida de los modelos inteligentes. Autores como Luccioni analizaron novedosos modelos, como por ejemplo el modelo BLOOM, incorporando la fabricación del *hardware* y la fase de despliegue, y recordando que la inferencia (es decir, cada consulta que recibe el modelo una vez puesto en funcionamiento), puede representar una fracción muy considerable de la huella total producida (Luccioni et al., 2023). Por otro lado, el propio estudio manifestó que las tareas generativas pueden consumir entre veinte y treinta veces más energía que las tareas de IA convencional, de modo que, si multiplicásemos esas cifras por miles de millones de consultas diarias, la inferencia se convierte en el principal condicionante del consumo energético total. En esta misma línea, De Vries calculó en una valoración posterior que, a modo de escala agregada, la demanda de IA considerada de manera aislada podría llegar a situarse entre 85 y 134 teravatio-hora anuales (en adelante, TWh)⁴ en 2027, algo que la Agencia Internacional de la Energía corroboró posteriormente en conexión con los centros de datos, como consumidores masivos de energía. Así, las cifras estimaron consumos de entre unos 415 TWh en 2024, en torno al 1,5% de la electricidad mundial, hasta unos 945 TWh previsibles para el año 2030, duplicándose, por tanto, como consecuencia del impacto de la IA (AIE, 2025).

La problemática deriva, asimismo, de la interferencia de la IA en las mejoras de eficiencia, como la virtualización, la hiperescala o la optimización de la refrigeración, que lograron que el consumo eléctrico de los centros de datos creciera mucho menos que su capacidad de cómputo hasta 2018 (Masanet et al., 2020). Fue *a posteriori*, con la irrupción de la IA generativa (IAG), cuando las ganancias de eficiencia por operación se vieron superadas por el aumento del número de operaciones, fenómeno conocido como efecto rebote o paradoja de Jevons (Luccioni, 2025). Esta tensión entre eficiencia relativa y consumo absoluto resulta decisiva para interpretar los informes empresariales.

Por último, debe precisarse la forma de contabilizar las emisiones derivadas de ese consumo, pues de ello dependerá la lectura de los discursos corporativos. Así, el Protocolo

⁴ El teravatio-hora (TWh) es una unidad de energía que representa un billón de vatios-hora. Un kilovatio-hora equivale a una potencia constante de un kilovatio durante una hora y es equivalente a 3,6 millones de julios o 3,6 megajulios. Definición basada en la Comisión Europea, Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Terawatt-hour_\(TWh\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Terawatt-hour_(TWh)).

de Gases de Efecto Invernadero (*GHG Protocol*) distingue tres alcances fundamentales: el alcance 1, vinculado a las emisiones directas de la organización; el alcance 2, relativo a las emisiones indirectas asociadas a la electricidad adquirida; y, el alcance 3, que incluye las restantes emisiones indirectas presentes en la cadena de valor, incluyendo la fabricación del *hardware*. Esta distinción resulta decisiva ya que presenta el lenguaje concreto con el que las empresas reportan sus resultados y que les posibilita exhibir posibles avances en unos alcances específicos, por ejemplo, mediante la compra de energía renovable, que reduciría el alcance 2, mientras que crecería en los demás. De forma análoga, el informe *Greening Digital Companies* de 2025 constató que las emisiones operativas de cuatro de las grandes tecnológicas centradas en IA (Amazon, Microsoft, Alphabet y Meta) aumentaron de media un 150 % entre 2020 y 2023, que el consumo eléctrico de los centros de datos crecía un 12 % anual desde 2017, unas cuatro veces más rápido que la demanda eléctrica global, y que el alcance 3 concentra cerca del 84 % de la huella del sector, siendo ésta la parte más difícil de medir y la que con mayor frecuencia queda fuera del foco (UIT y WBA, 2025).

2.2.2. Huella hídrica

En segundo lugar, la huella hídrica representa aquel indicador que mide el volumen total de agua dulce empleada, de forma directa o indirecta, para la producción de los bienes y servicios que consume un individuo, comunidad o empresa, atendiendo tanto a su dimensión temporal como a la geografía de su uso (Hoekstra et al., 2011). En relación con sus principales categorías, la huella hídrica puede descomponerse en la huella azul, representativa del agua superficial o subterránea consumida; la huella verde, consistente en el agua de lluvia; y la huella gris, reveladora del agua requerida o necesaria para la dilución de la contaminación generada. En específico, y en lo que nos ocupa, su aplicación al fenómeno IA procede en su mayor parte del agua azul, es decir, aquella empleada por las grandes tecnológicas en la refrigeración de los centros de datos y en la generación de la electricidad que estos consumen.

Se trata, a grandes rasgos, de un indicador algo menos visible que el consumo energético y la producción de gases de efecto invernadero, pero igualmente crítico. La literatura únicamente comenzó a documentar de forma sistemática sus impactos en años recientes. Un ejemplo de ello es el estudio encaminado por Mytton en el año 2021, como primera iniciativa asentada sobre la materia, que distinguió dos vías por las que los centros de datos consumen agua. La primera de ellas, el consumo directo, empleado en la

refrigeración de los servidores mediante el empleo de agua potable, y el segundo, el consumo indirecto, canalizado por la generación de electricidad a través del empleo del agua. A su vez, el mismo autor subrayó un problema nuclear presente en el contexto hídrico, fundamentado en la cabida de actuaciones opacas por parte de la mayoría de los operadores, de los que solamente un tercio medía adecuadamente su consumo de agua. Ello, evidenció la dificultad de realizar cualquier evaluación independiente a efectos de considerar un consumo agregado veraz por parte de la comunidad empresarial del sector, para lo que se implementó la métrica de eficiencia en el uso del agua (también conocida como WUE, en litros por kilovatios hora), siendo habitual en los informes corporativos de la actualidad.

Del mismo modo, la magnitud del problema quedó patente con el estudio presentado por Li en el año 2023, clave en el ámbito de las prácticas secretistas de los grandes gigantes del sector de la inteligencia artificial. En concreto, se reveló una huella hídrica hasta entonces oculta, vinculada al entrenamiento de modelos como GTP-3 en centros de datos estadounidenses, que podría llegar a evaporar en torno a 700.000 litros de agua dulce y sujetar la demanda mundial de agua asociada a la IA a cifras entre los 4,2 y 6,6 mil millones de metros cúbicos anuales en 2027. Dicho estudio introdujo, además, una distinción metodológica esencial para la interpretación de informes corporativos, consistente en la diferencia entre el agua extraída (*withdrawal*, por su terminología anglosajona) y la efectivamente consumida o evaporada (a la que se atribuye la denominación de *consumption*), dirigidas a valorar la realidad del consumo de las grandes corporaciones, al tender estas a comunicar la magnitud que mejor encaja con su relato.

Como vemos, esta dimensión posee un impacto claramente medioambiental, pero también una proyección social por la que el agua destinada a la refrigeración compite directamente con el abastecimiento de comunidades locales, como principales afectadas por el empleo hídrico masivo de las empresas en sus centros de datos. Frente a ello, las grandes tecnológicas han popularizado el compromiso de ser estructuras de “agua positiva” (mejor conocidas en el plano internacional como *water positive*), con el objetivo de expresar compromisos *climate-friendly* con el ecosistema y la sociedad. El examen crítico de esta narrativa constituye uno de los focos del análisis discursivo posterior.

2.2.3. Centros de datos e infraestructura digital

A pesar de haber contextualizado brevemente ciertas características relativas a los centros de datos en el apartado 2.2.1 (referido al consumo energético y las emisiones de CO₂), conviene que profundicemos en el presente subapartado sobre sus principales definiciones y características.

Así, un centro de datos consiste en una instalación que alberga de forma centralizada los equipos informáticos, servidores, sistemas de almacenamiento y equipos de red, junto con la infraestructura de alimentación eléctrica, refrigeración y conectividad necesaria para mantenerlos operativos de manera ininterrumpida (Mytton, 2021). El conjunto de estos centros, como las redes que los enlazan y los diferentes dispositivos que se encuentran conectados a ellos, conforman la infraestructura digital sobre la que la IA se sostiene. Además, con ánimos de asegurar una adecuada puntualización, conviene conocer que las instalaciones de mayor tamaño, operadas en su mayoría por las grandes tecnológicas con la finalidad de soportar cargas masivas, son denominadas centros de datos hiperescalares.

Esta tipología de *data centers* se compone de infraestructuras digitales de enorme capacidad diseñadas para proporcionar servicios de computación, almacenamiento y procesamiento de datos a gran escala mediante arquitecturas altamente automatizadas, modulares y escalables, capaces de adaptarse de forma dinámica a las variaciones de la demanda (Powell & Smalley, IBM, s.f.). Además, se caracterizan por albergar cientos de miles de servidores interconectados, elevados niveles de redundancia y disponibilidad, así como complejos sistemas de alimentación eléctrica, refrigeración y conectividad destinados a garantizar un funcionamiento ininterrumpido (Iberdrola España, s.f.). Sin embargo, a pesar de que su desarrollo ha adquirido gran relevancia estratégica en el contexto de la IA y la computación en la nube, generan importantes desafíos medioambientales derivados de su elevado consumo energético, el uso intensivo de agua para refrigeración y las emisiones indirectas de carbono asociadas a su funcionamiento.

Como vemos, las dos dimensiones ya expuestas convergen en una infraestructura física concreta, los centros de datos, concebida como la estructura “madre” de la IA. Lejos de la metáfora que analizamos en capítulos previos sobre la desmaterialización de la nube, estas instalaciones comprenden naves intensivas de energía y agua que albergan miles de servidores en constante funcionamiento (Crawford, 2021). Su medición en términos de eficiencia guarda relación con la eficacia en el uso de la energía (PUE, por sus siglas en inglés), que relaciona la energía total consumida por el centro con la efectivamente destinada al cómputo, de este modo, cuanto más se aproxima a 1, menor es el gasto de

refrigeración y servicios auxiliares empleados. Fue gracias a la mejora de este indicador y a la concentración de la carga en grandes instalaciones hiperescalares, por lo que los autores comenzaron a documentar en sus estudios que la eficiencia contuvo durante años el crecimiento del consumo agregado del sector (Masanet et al., 2020).

Sin embargo, esta contención está siendo desbordada por la rápida expansión de la IA, llegando, en palabras de la Agencia Internacional de la Energía en su informe anual “Energy and AI”, a tensionar las redes eléctricas locales hasta el punto de que en territorios con fuerte concentración de centros de datos su despliegue ha llevado a prolongar o reactivar centrales de gas y carbón, y ha impulsado a varias compañías a firmar acuerdos de suministro nuclear, incluida la energía de reactores modulares pequeños (AIE, 2025). Se observan, en estos términos, aumentos en el consumo eléctrico de los centros de datos en torno a los 945 TWh en 2030, más del doble que en 2024, situando a la IA como uno de los principales impulsores del aumento de la demanda energética mundial.

Del mismo modo, se reproduce aquí la tensión señalada *a priori*, al condicionar potenciales mejoras del PUE que las empresas exhiben como prueba de eficiencia, a aumentos del consumo absoluto en casos en los que la capacidad instalada crece más deprisa. Por ello, reconocemos cómo la eficiencia declarada no equivale necesariamente a una reducción del impacto, por lo que deberá identificarse cautelosamente la observancia de esta distinción en los análisis de los discursos.

Por otro lado, la infraestructura de estos centros introduce una dimensión geográfica, vinculada a la concentración de centros de datos en determinadas regiones, con su consiguiente presión sobre el agua, el suelo y la red eléctrica. No obstante, la misma desplaza el impacto hacia territorios concretos, a menudo distintos de aquellos donde se disfrutaban los servicios de IA. Es por ello, por lo que esta materialidad localizada, que las compañías tienden a difuminar bajo el lenguaje de la nube, constituye uno de los elementos cuya presencia o ausencia se rastrea en la selección informes referenciados.

2.2.4. Materiales, minerales críticos y residuos electrónicos

Finalmente, esta última dimensión maneja tres conceptos que conviene delimitar cuidadosamente. En primer lugar, los minerales o materias primas críticas (en ciertos casos, también denominadas fundamentales), son aquellos materiales de gran relevancia económica y un elevado riesgo de suministro, según los define el marco europeo en la

materia en el Reglamento (UE) 2024/1252, de 11 de abril de 2024. Entre sus tipologías figuran las tierras raras, un grupo de diecisiete elementos químicos esenciales para fabricar componentes electrónicos como los de los chips y las GPU. Por su parte, los residuos electrónicos o *e-waste*, en su terminología jurídica, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), comprenden todo aparato con enchufe, cable o batería que ha sido desechado al término de su vida útil (UIT y UNITAR, 2024).

Asimismo, estos materiales atienden al principio y al final del ciclo de vida del *hardware*, y son los que con más frecuencia quedan al margen del debate. En su origen, los procesadores y las unidades de procesamiento gráfico (GPU) que sostienen la IA requieren minerales críticos y tierras raras cuya extracción y procesamiento conllevan una elevada huella ambiental, consumo energético e hídrico, degradación del suelo y contaminación, con independencia de los impactos sociales asociados a la minería (Crawford, 2021). La fabricación de semiconductores es *per se* una actividad intensiva en recursos, de modo que una parte sustancial de la huella de la IA queda “incorporada” al *hardware* antes incluso de que un modelo se entrene. En la contabilidad corporativa, estas emisiones se imputan al alcance 3, siendo éste el más opaco.

En cuanto al fenómeno de la rápida obsolescencia del *hardware*, acelerada por la renovación constante de servidores para sostener modelos inteligentes cada vez mejores, se ha observado cómo la misma puede llegar a contribuir a la generación de un creciente volumen de residuos. En este sentido, se han llegado a estimar incrementos considerables en las toneladas de residuos debido al uso de la IA generativa, pasando de las 2.600 toneladas en el año 2023 a casi 5 millones de toneladas a lo largo del periodo 2020-2030, si bien la aplicación de estrategias de economía circular podría contribuir a la reducción de esta generación masiva de residuos entre un 16% y un 86% (Wang et al., 2024). No obstante, la situación no parece mejorar por momentos, ya que según los datos del prestigioso Observatorio Internacional sobre Residuos Electrónicos (*Global E-waste Monitor*), sólo en el año 2022 el mundo generó un récord de 62 millones de toneladas de residuos electrónicos, de los que apenas se recicló de forma documentada el 22,3 %. Asimismo, y de manera reveladora, se corroboró que el reciclaje cubre actualmente en torno al 1 % de la demanda mundial de tierras raras, lo que significa que el porcentaje restante se satisface mediante nueva extracción (UIT y UNITAR, 2024).

Sin duda, esta dimensión conecta de forma directa con los compromisos de circularidad, de contenido reciclado, por ejemplo, en tierras raras o cobalto, y de residuo cero que las compañías incorporan en sus informes de sostenibilidad. A este respecto, deviene fundamental contrastar la ambición de dichos compromisos con la escala real del problema y, claro está, con las minúsculas tasas de reciclaje evidenciadas en el sector.

En conjunto, de todo lo expuesto en el análisis conceptual de las cuatro dimensiones, extraemos las diferentes métricas y los distintos indicadores que atenderán al análisis discursivo de la muestra de compañías seleccionadas. De este modo, el marco teórico provee el patrón con el que leeremos dichos alegatos corporativos y, al mismo tiempo, daremos respuesta a la pregunta de investigación que se propone examinar: el modo en que las grandes tecnológicas presentan, miden y legitiman en sus informes de sostenibilidad el impacto medioambiental ocasionado por la IA.

2.3. La dimensión socioambiental de la IA

Las cuatro dimensiones examinadas en el apartado anterior suelen presentarse como estrictamente “ambientales”. No obstante, ninguna de ellas puede separarse de sus consecuencias sociales, ya que, tanto el consumo de energía y agua como la implantación de centros de datos y la extracción de materiales, recaen sobre territorios y poblaciones concretos, y lo hacen de forma desigual. Por este motivo, resulta más preciso hacer alusión a un impacto socioambiental, como un fenómeno en el que el coste ecológico y el coste social representan las dos caras de un mismo proceso.

Como sostiene Crawford, la IA es, en sí misma, una industria extractiva sostenida por cadenas globales de recursos, trabajo e infraestructura, cuyas cargas y beneficios se distribuyen según las relaciones de poder preexistentes (Crawford, 2021). Esta distribución desigual se aprecia, en primera instancia, en el plano local. A modo de ejemplo, los centros de datos se concentran en determinados territorios, donde su demanda de agua y electricidad entra en competencia con las necesidades de las comunidades vecinas. Por otro lado, en regiones sometidas a estrés hídrico, el agua destinada a la refrigeración de los servidores compite con el abastecimiento de la población (Li et al., 2023). Además, la presión sobre las redes eléctricas ha llegado a justificar la reactivación o prolongación de centrales de gas y carbón en distintos países, con los consiguientes efectos sobre la calidad del aire y la salud de sus vecinos (Häubi,

2025). En consecuencia, el beneficio o perjuicio de la IA representa un fenómeno difuso y global, pero buena parte de sus externalidades son de carácter local y tangible.

Por su parte, dicha desigualdad local también opera a escala internacional, en conexión con el ciclo de vida del *hardware*. A modo ilustrativo, la extracción de los minerales críticos que requieren los chips suele concentrarse en países del Sur global, donde se ocasionan impactos ambientales y conflictos sociales. De la misma forma, el extremo final del ciclo, caracterizado por la producción de residuos electrónicos, reproduce la misma asimetría. Así, según el informe *Global E-waste Monitor* de 2024, las brechas regionales son cada vez más profundas, ya que, mientras Europa recicló en torno al 42,8 % de su *e-waste* en el mismo año, países como África no alcanzaron apenas el 1 % del reciclaje de esos residuos (UIT y UNITAR, 2024). Al mismo tiempo, conviene recordar cómo estos residuos, con frecuencia exportados a países de renta baja, exponen a sustancias tóxicas a sus poblaciones y de manera especialmente grave a la infancia (Organización Mundial de la Salud, 2021). Por ello, la IA, presentada para los países desarrollados como una tecnología de vanguardia, se asienta de forma análoga sobre una geografía profundamente desigual de extracción y desecho en países subdesarrollados.

Frente al panorama expuesto, debe introducirse uno de los debates más comentados durante los últimos años, fundamentado en torno a la presentación de la IA como un problema ambiental, pero también como parte imprescindible de su solución. En esta disyuntiva, buena parte del discurso institucional y corporativo sostiene que la IA puede convertirse en una herramienta decisiva para combatir el cambio climático y avanzar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), optimizando redes energéticas, anticipando catástrofes o acelerando la investigación de materiales más limpios, potencial que la propia Agencia Internacional de la Energía reconoce en su informe de 2025, donde estima que la adopción generalizada de las soluciones de IA hoy disponibles podría reducir las emisiones hasta un 5 % de aquí a 2035, lo que llegaría a compensar el aumento provocado por los centros de datos (AIE, 2025). Además, la literatura académica ha examinado este potencial con rigor, pero también con cautela, siendo la aproximación de Van Wynsberghe la más acertada al advertir de la necesidad de no confundir la “IA para la sostenibilidad” con la “sostenibilidad de la propia IA” (Van Wynsberghe, 2021). Por ello, la coexistencia entre ambos relatos, “IA como solución” e “IA como problema”, y el modo en que las empresas los articulan a su favor, cumple a menudo la función de contrapesar o relativizar los costes socioambientales descritos.

En suma, la incorporación de la dimensión socioambiental evita una lectura puramente técnica del impacto de la IA y aporta dos claves esenciales para el análisis posterior. Por un lado, permite valorar en qué medida los discursos corporativos reconocen (o silencian) las consecuencias sociales y distributivas de su actividad, y, por otro, anticipa el uso estratégico del relato de la “IA como solución” como mecanismo de legitimación, cuestión que atenderemos en el siguiente apartado sobre la responsabilidad y gobernanza corporativa de cada una de estas grandes tecnológicas.

2.4. Responsabilidad y gobernanza corporativa

Una vez descrito y analizado el impacto socioambiental de la IA empleada por las grades tecnológicas en el ecosistema a través de algunas de sus principales manifestaciones, resulta preciso que consideremos, con carácter previo al examen de los diferentes discursos corporativos, la responsabilidad y la gobernanza corporativas de estas multinacionales. Ello, con el objetivo de examinar el principal instrumento mediante el que las empresas comunican su desempeño ambiental: los informes de sostenibilidad. Asimismo, deviene fundamental considerar dos elementos clave que darán respuesta a las actuaciones de estas corporaciones, vinculados a la legitimidad de sus prácticas y al riesgo que de ellas se deriva, el fenómeno *greenwashing*.

En primer lugar, conviene que definamos el concepto de responsabilidad social corporativa (RSC, por sus siglas), que, a pesar de carecer de una definición única aceptada por la totalidad de la doctrina, atiende a una formulación clásica promovida por Carroll en el año 1991, quien la dibujó a través de una pirámide de cuatro niveles de responsabilidad empresarial (económica, legal, ética y filantrópica). Dicho autor integró la obligación de generación de beneficios con la de presentar un comportamiento ético adecuado y contribuir al bienestar social, tanto de manera directa como indirecta (Carroll, 1991). Por otro lado, en el ámbito europeo, la Comisión Europea la definió en términos genéricos como “la responsabilidad de las empresas por su impacto en la sociedad”, abarcando las consecuencias sociales y ambientales de su actividad (CE, 2011, p. 7).

No obstante, la formulación clásica de la RSC ha sido revisada y problematizada por la literatura más reciente, que ha desplazado su atención hacia la intersección entre responsabilidad corporativa e IA. Así, en el ámbito que nos compete, autores como Moodaley y Telukdarie profundizan en la cuestión advirtiendo de que el cruce entre IA, elaboración de informes de sostenibilidad y *greenwashing* constituye todavía un campo

poco explorado, a la vez que destacan el potencial de las técnicas de IA para analizar grandes volúmenes de información textual, como la contenida en los propios informes corporativos, y para detectar discrepancias entre lo declarado y lo realizado. Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para el presente trabajo, en la medida en que invita a leer con cautela crítica los compromisos ambientales que las grandes tecnológicas vinculan a la IA (Moodaley y Telukdarie, 2023). A su vez, de esta noción se ha desgajado con creciente autonomía la responsabilidad ambiental corporativa (RAC), que designa específicamente el deber de las empresas de prevenir, reducir y reparar los efectos de su actividad sobre el medioambiente, y que en el sector tecnológico se concreta, generalmente, en compromisos como la neutralidad de carbono o la positividad hídrica.

La gobernanza corporativa, por su parte, alude al sistema de normas, prácticas y procesos por el que una empresa es dirigida y controlada, y que ordena las relaciones entre su dirección, su consejo de administración, sus accionistas y el resto de las partes interesadas (OCDE, 2023). Si la RSC responde a la pregunta de qué debe la empresa a la sociedad, la gobernanza corporativa atiende a cómo se organiza y supervisa el cumplimiento de esos deberes. Ambas dimensiones convergen en el marco ESG (*Environmental, Social and Governance*), que agrupa los criterios ambientales, sociales y de gobernanza con los que hoy se evalúa el desempeño no financiero de las empresas y que, de manera creciente, incorpora la supervisión del riesgo climático como una función propia del gobierno corporativo.

Como comentamos en apartados previos, el principal instrumento a través del cual las empresas comunican ese desempeño es el informe de sostenibilidad (o, informe ambiental o de impacto). Se trata, en este caso, de un documento público, elaborado de forma periódica, por el que la organización expone sus objetivos, métricas y resultados ambientales y sociales. Su redacción se asocia con frecuencia a estándares voluntarios, como los de la *Global Reporting Initiative* (GRI), que buscan dotar de comparabilidad informaciones heterogéneas aportadas por las empresas. No obstante, estos informes contribuyen al corpus documental que delimita el presente trabajo, cuya importancia ha aumentado exponencialmente durante los últimos tiempos, a la par que su exigencia normativa. En conexión con este último punto, cabe traer a colación la Directiva sobre divulgación de información no financiera, conocida como Directiva 2014/95/UE, y, sobre todo, la posterior Directiva sobre informes de sostenibilidad corporativa (CSRD, Directiva (UE) 2022/2464), junto con el Reglamento de taxonomía (Reglamento (UE)

2020/852), que transformaron la divulgación ambiental de práctica voluntaria en una obligación legal con entidad propia para un amplio abanico de empresas.

Sin perjuicio de lo expuesto, hemos observado como progresivamente la Unión Europea ha rebajado de forma sustancial estas exigencias mediante iniciativas como el famoso paquete “Ómnibus”, por el cual la Directiva “Stop-the-clock” (Directiva (UE) 2025/794) aplazó dos años la entrada en vigor de las obligaciones para buena parte de las empresas, y la denominada Directiva de “contenido” (Directiva (UE) 2026/470), adoptada en febrero de este mismo año, que elevó los umbrales y redujo el número de entidades obligadas y la extensión de lo que deben reportar. Estas actuaciones, justificadas en términos de competitividad, evidencian la tensión latente entre la demanda de transparencia y la presión por aligerar la carga regulatoria, configurando un contexto de incertidumbre que conviene tener presente al interpretar la información que las empresas divulgan.

Ahora bien, resulta claro subrayar que los informes de sostenibilidad presentados por las corporaciones no son, precisamente, documentos neutros. La teoría de la legitimidad ofrece el atajo que nos permite comprender el motivo por el cual las empresas los elaboran, y que, según Schuman, consiste en que la legitimidad es la percepción generalizada de que las actuaciones de una organización son deseables o apropiadas dentro de un sistema socialmente construido por normas y valores, representando un recurso que la empresa necesita preservar para salvaguardar su práctica operacional en el mercado (Schuman, 1995). Desde este punto de vista, la divulgación ambiental funciona como un mecanismo para obtener, mantener o reparar dicha legitimidad ante la sociedad, los reguladores y los inversores (Deegan, 2002). A su vez, la literatura especializada ha demostrado cómo los informes de sostenibilidad contribuyen a mostrar una imagen concreta de la organización, en función de sus intereses particulares (Milne y Kearins, 2014).

El reverso de esta dinámica se escenifica en el fenómeno del *greenwashing* o “lavado verde”. Delmas y Burbano lo definen como la confluencia de dos comportamientos simultáneos: un desempeño ambiental deficiente y una comunicación positiva sobre dicho desempeño, es decir, la brecha entre lo que la empresa dice y lo que realmente hace (Delmas y Burbano, 2011). Por su parte, Lyon y Montgomery ampliaron el concepto para abarcar formas más sutiles, como la divulgación selectiva, las afirmaciones vagas o las

metas sin respaldo verificable (Lyon y Montgomery, 2015). Además, a nivel regulatorio, cada vez afloran mayores iniciativas en aras de consolidar un respaldo normativo asentado a nivel de la UE, como demuestra la Directiva de empoderamiento de los consumidores para la transición ecológica (Directiva (UE) 2024/825), que entrará en vigor en septiembre de este año, y cuyo contenido prohíbe las alegaciones ambientales genéricas y las etiquetas de “neutralidad climática” basadas en compensaciones no acreditadas. En este sentido, la Directiva sobre alegaciones ecológicas, conocida como *Green Claims* y propuesta en 2023, vio anunciada su retirada por la Comisión en 2025, en otra muestra del repliegue regulatorio, como aquel suscitado por parte de Apple en 2025, en conexión con las etiquetas de “carbono neutral” incluidas en algunos de sus productos, ante la imposibilidad de sostenerlas conforme a las nuevas exigencias.

De todo lo mencionado *a priori*, se extrae una disyuntiva relevadora. Por un lado, las grandes tecnológicas se posicionan entre aquellas empresas con mayores esfuerzos informativos sobre sus desempeños en términos ambientales. Sin embargo, evaluaciones independientes como el informe *Greening Digital Companies 2025* cuestionan la solidez de esos compromisos al advertir de que solo una parte de las grandes compañías digitales divulga inventarios completos de sus emisiones y de que el alcance 3, el cual, recordemos, es el mayoritario, suele quedar infrareportado (UIT y WBA, 2025). En la misma línea, el *Corporate Climate Responsibility Monitor 2025*, de The New Climate Institute y Carbon Market Watch, examinó a empresas como Amazon, Apple, Google, Meta y Microsoft, concluyendo que sus estrategias climáticas, presentadas como ejemplares, estaban afrontando una crisis agravada por la expansión de la IA y por prácticas contables que difuminan su huella real. En este escenario concreto, el relato de la “IA como solución” analizado en el apartado anterior, podría llegar a operar como una estrategia adicional de legitimación por parte de estas tecnológicas.

Definidos los conceptos de responsabilidad y gobernanza corporativas, legitimidad y *greenwashing*, y caracterizado su estado actual, el trabajo dispone de la lente necesaria para analizar críticamente los informes de sostenibilidad de 2025 de las cinco compañías seleccionadas.

2.5. Gobernanza pública y regulación del sector: el discurso institucional

Finalmente, procede llevar a cabo una mención separada al marco de gobernanza pública que aspira a ordenar el desarrollo de la IA, no tanto como segundo objeto de estudio, sino

más bien como antecedente inmediato normativo que nos permitirá interpretar de mejor manera los discursos corporativos.

Así, en el plano internacional la gobernanza de la IA ha avanzado con una notable rapidez durante los últimos años. En primera instancia, organismos como la UNESCO aprobaron en 2021 sus Recomendaciones sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, como primer instrumento normativo global en la materia. En segundo lugar, la OCDE estableció sus Principios sobre la IA en 2019, aunque actualizados nuevamente en 2024 para adaptarlos a las necesidades cambiantes del sector. En tercer lugar, las Naciones Unidas adoptaron en marzo de 2024 su primera resolución global sobre IA, la Resolución 78/265, centrada en una IA “segura y digna de confianza” al servicio del desarrollo sostenible, a la que siguió, en 2025, la creación de un Panel Científico Internacional Independiente y un Diálogo Mundial sobre Gobernanza de la IA (Resolución 79/325). Asimismo, en el plano regional, la Unión Europea ha aprobado resoluciones como el Reglamento (UE) 2024/1689 o “Reglamento de Inteligencia Artificial” (*AI Act*), primera norma del mundo en la materia, en vigor desde agosto de 2024 y de plena aplicación a partir de agosto del presente año 2026, que ordena los sistemas de IA según su nivel de riesgo.

No obstante, con independencia de los esfuerzos imperantes en el sector en la actualidad, el rasgo más relevante que nos ocupa se vincula a aquellas lagunas que derivan de una falta de regulación suficiente. En este sentido, tanto los instrumentos internacionales como el Reglamento europeo se articulan en torno a cuestiones como la ética, los derechos fundamentales, la seguridad y la transparencia, mientras que la huella ambiental de la IA ocupa un lugar marginal. No obstante, el *AI Act* introduce, ciertamente, un primer atisbo en esta dirección, dotado de obligaciones de documentación del consumo energético para los modelos de IA de propósito general y previsiones para desarrollar estándares de eficiencia. Sin embargo, estos esfuerzos sientan sus bases en disposiciones limitadas, frente al peso que otorga a las cuestiones de derechos y seguridad. Además, las resoluciones de las Naciones Unidas apenas abordan el coste ecológico de la tecnología. Existe, por tanto, una laguna ambiental en la gobernanza pública de la IA, que se suma al repliegue regulatorio descrito en el apartado anterior, consistente en la simplificación de la divulgación corporativa y la retirada de la Directiva de alegaciones ecológicas, lo cual sitúa la cuestión ambiental en manos de la autorregulación empresarial.

En aras de valorar esta laguna, resulta interesante analizar cómo desde una perspectiva moral y política, la encíclica *Magnifica humanitas* ha actualizado recientemente la doctrina social de la Iglesia católica para sostener que la IA no es una tecnología moralmente neutra, sino que asume los intereses de quienes la conciben, la financian, la regulan y la utilizan (León XIV, 2026, núm. 4 y 9). Sobre esta premisa, el documento sitúa en el centro de su crítica la concentración del poder tecnológico en un reducido número de corporaciones y advierte de una asimetría creciente entre la magnitud de ese poder y la capacidad de las instituciones públicas para orientarlo. Leído en clave de gobernanza, este diagnóstico refuerza la necesidad de un marco regulatorio robusto en el plano ambiental y ofrece un fundamento normativo a la cuestión que vertebra este apartado: cuando la regulación pública se repliega o se mantiene débil, no desaparece la rendición de cuentas, sino que su definición y tratamiento queda en manos de los propios actores cuyo poder se trataba de orientar.

Sí que imperan, en contraposición, ciertas iniciativas públicas que movilizan los datos y la tecnología digital con fines ambientales, en lo que constituye la contrapartida institucional del relato de la “IA como solución”. En el ámbito europeo cabe citar la iniciativa *GreenData4All*, orientada a mejorar el acceso y la reutilización de los datos ambientales, o *Destination Earth (DestinE)*, un “gemelo digital” de la Tierra concebido para modelizar el cambio climático y los fenómenos extremos. Estas propuestas ilustran que la gobernanza pública no solo regula los riesgos de la IA, sino que también promueve sus aplicaciones beneficiosas para el medioambiente, si bien permanecen separadas del grueso de la regulación sobre impacto ambiental del propio sector.

En suma, el discurso ambiental corporativo se despliega en un contexto regulatorio sólido en materia de ética y derechos, pero débil en materia ambiental, situándose, además, en plena fase de repliegue. Esta combinación otorga a las grandes tecnológicas un amplio margen para definir, por sí mismas, los términos que emplean para la rendición de cuentas de su impacto ecológico, lo que confiere especial pertinencia al análisis crítico de sus informes y enmarca las implicaciones para la gobernanza pública que se desarrollan en la discusión.

3. Análisis del discurso corporativo medioambiental sobre IA

El presente capítulo aplica a la muestra de informes el marco analítico desarrollado en los apartados anteriores. En primer lugar, se justifica la selección de las cinco compañías y sus informes oficiales de sostenibilidad; a continuación, se exponen los resultados del estudio discursivo, organizados por dimensiones; y, finalmente, se discuten los patrones identificados, su lectura en clave de legitimación y *greenwashing*, y sus implicaciones para la gobernanza pública del sector.

3.1. Selección de compañías y fuentes de información

Una vez expuesto el estado de la cuestión o marco teórico que sienta las bases conceptuales de nuestro análisis, conviene que introduzcamos las cinco compañías seleccionadas junto con sus correspondientes informes de sostenibilidad.

A modo introductorio, estas cinco compañías (Alphabet (Google), Microsoft, Amazon, Meta y Apple) representan las cinco grandes tecnológicas estadounidenses que mayor impacto ocasionan en el ámbito de la sostenibilidad. Las mismas, responden a la denominación conjunta de las *Big Tech*, y cumplen, a su vez, los cinco criterios que fijamos en el apartado de metodología: (i) en primer lugar, todas ellas disponen de un discurso ambiental propio; (ii) en segundo lugar, las cinco tienen un peso decisivo en el sector; (iii) en tercer lugar, todas ellas reportan métricas comparables, lo que permite contrastar esfuerzos en sus discursos; (iv) en cuarto lugar, disponen de una secuencia temporal de informes consecutivos que marcan su evolución particular en el plano socioambiental; (v) por último, combinan en sus textos la presentación de la IA en la dualidad expuesta en apartados anteriores, IA como problema e IA como solución.

A continuación, se expone la justificación de cada una de ellas, junto con la selección de fuentes, es decir, sus informes de sostenibilidad oficiales.

3.1.1. Google (Alphabet)

En primer lugar, la multinacional Google, y, en concreto, Alphabet, la matriz de Google Search, YouTube y Google Cloud, representa uno de los tres mayores proveedores de servicios en la nube a escala mundial (Alphabet Inc., 2025). Su dimensión justifica, de forma directamente correlacional, su caracterización como principal desarrolladora de la

familia de modelos de IA generativa moderna, destacando por el modelo Gemini y los procesadores especializados TPU. Asimismo, su huella material se inscribe en una de las redes más extensas de centros de datos hiperescalares del planeta, recordemos, infraestructuras digitales de enorme capacidad de las que deriva un elevado consumo energético, un uso intensivo de agua para refrigeración y emisiones indirectas de carbono asociadas a su funcionamiento. Además, resulta especialmente interesante para el estudio que la compañía publique uno de los informes medioambientales con mayor nivel de detalle de todo el sector, actualmente en su décima edición consecutiva, lo que ofrece una prolongada sucesión temporal de discurso ambiental.

3.1.2. Microsoft

En el caso concreto de Microsoft, situamos a Azure como una de las tres plataformas líderes en la computación de la nube, junto a la ya analizada plataforma Alphabet, de Google. Se trata, a su vez, del principal socio e inversor de la famosa empresa OpenAI, lo que la sitúa como un actor central de la oleada actual de la IA generativa, y una de las principales integrantes del asistente virtual Copilot. Por otro lado, dentro de la muestra de empresas sujetas a análisis, resulta preciso subrayar que Microsoft ha asumido uno de los compromisos ambientales más ambiciosos del sector, vinculado a su objetivo de ser “carbono negativa, agua positiva y de residuo cero” en 2030, lo que sitúa a la compañía en una encrucijada entre la ambición declarada y la observancia de su desempeño real (Microsoft, 2025).

3.1.3. Amazon

La tercera empresa que compone la muestra de discursos que analizaremos es Amazon, como el mayor operador mundial de comercio electrónico y propietario de Amazon Web Services (AWS), conocido por ser el primer proveedor mundial de servicios en la nube (Amazon, 2025). De forma similar al caso de Microsoft, la empresa Amazon también es impulsora de iniciativas para combatir el cambio climático. Un ejemplo representativo lo constituye la coalición empresarial denominada *The Climate Pledge*, cuya finalidad viene determinada por el alcance de cero emisiones netas en el año 2040, una década antes del objetivo del Acuerdo de París (*The Climate Pledge*, s. f.). Su doble condición de gigante logístico y de la nube lo convierte en un caso especialmente útil para examinar cómo se articula el discurso ambiental cuando la huella se reparte entre actividades muy heterogéneas.

3.1.4. Meta

Una de las empresas con mayor presencia y que más incertidumbre ha generado durante los últimos años es Meta, la cuarta integrante de la familia de las *Big Tech*. Dentro de Meta encontramos, a su vez, un conglomerado de empresas muy conocidas, como Facebook, Instagram o WhatsApp, que operan a través de redes de datos hiperescalares muy extensas, además de desarrollarse mediante modelos de IA generativa de código abierto⁵. No obstante, su inclusión incorpora a la perspectiva de una compañía cuyo negocio principal no es la venta de servicios en la nube sino la publicidad digital basada en datos, lo que diversifica el contenido de nuestra muestra.

3.1.5. Apple

Finalmente, la última compañía seleccionada es Apple, conocida mundialmente por ser una de las mayores compañías tecnológicas por capitalización bursátil y la única de la muestra integrada verticalmente en torno al *hardware* de consumo (iPhone, Mac, iPad, Apple Watch). Además, se presenta como dueña de sus propios procesadores y, más recientemente, poseedora de su propia iniciativa de IA generativa (*Apple Intelligence*). Su participación en torno a la cuestión medioambiental ha sido pionera gracias a la implementación de compromisos como “Apple 2030”, que busca alcanzar la neutralidad de carbono en toda su huella ambiental (Apple, 2025). Asimismo, su foco particular en el ciclo de vida completo del producto y la cadena de suministro de materiales enriquece, del mismo modo, la diversidad de los discursos que analizaremos a continuación.

Selección de las fuentes de información

En cuanto a la selección de las fuentes de información, el corpus documental del análisis está formado por los informes ambientales o de sostenibilidad oficiales más recientes de cada compañía, correspondientes en este caso al año fiscal anterior a la presentación del presente trabajo, el año 2025. Se trata, en este sentido, de documentos de acceso público, de carácter periódico, y publicados por las propias corporaciones expuestas, lo que satisface la verificabilidad de las fuentes analizadas. Para garantizar una adecuada uniformidad que nos lleve a dar una respuesta veraz a nuestra pregunta de investigación, se ha empleado la edición correspondiente al ejercicio 2024 de las cinco compañías,

⁵ “La inteligencia artificial (IA) de código abierto se refiere a las tecnologías de IA cuyo código fuente está disponible libremente para que cualquiera pueda utilizarlo, modificarlo y distribuirlo”. IBM. Recuperado de <https://www.ibm.com/es-es/think/insights/open-source-ai-tools>.

publicadas como señalamos, a lo largo del año fiscal 2025. Esta fecha nos permite, además, ofrecer una imagen homogénea de la situación actual del sector bajo un mismo contexto regulatorio.

A estos efectos, conviene precisar que Apple publicó en abril de este mismo año 2026 su informe de nueva edición, correspondiente al ejercicio fiscal de 2025 (*Environmental Progress Report 2026*). No obstante, dicho documento se ha excluido del análisis para preservar la homogeneidad contextual de la muestra, al no haber publicado el resto de las compañías sus informes correspondientes al ejercicio de 2025. Por este motivo, se ha optado por mantener la edición de 2025, referida al ejercicio 2024, a efectos de garantizar que las cinco fuentes vayan referidas al mismo ejercicio y al mismo marco regulatorio.

Junto al corpus primario, el análisis recurre a documentos corporativos complementarios como apartados de sostenibilidad en las páginas web oficiales, comunicados de prensa y respuestas al cuestionario CDP de divulgación climática, en tanto en cuanto aportan formulaciones discursivas adicionales o aclaran cifras incluidas en los informes. Estos materiales no constituyen objeto de análisis independiente, sino que sirven de apoyo interpretativo del análisis discursivo principal.

Por todo lo expuesto, se expone, a continuación, la tabla de las fuentes seleccionadas:

Tabla 1. Informes oficiales de sostenibilidad de las *Big Tech*

| Empresa | Documento oficial | Ejercicio | Compromiso ambiental declarado |
|--------------------------|--|-----------|---|
| Alphabet (Google) | Environmental Report 2025 (10.ª edición) | 2024 | Cero emisiones netas en operaciones y cadena de valor para 2030, y energía libre de carbono 24/7. |
| Microsoft | 2025 Environmental Sustainability Report | 2024 | Carbono negativo, agua positiva y residuo cero para 2030. |
| Amazon | Amazon Sustainability Report 2024 | 2024 | Cero emisiones netas para 2040 (The Climate Pledge) y agua positiva para 2030. |
| Meta | 2025 Sustainability Report | 2024 | Cero emisiones netas en toda la cadena de valor para 2030 y agua positiva para 2030. |
| Apple | Environmental Progress Report 2025 | 2024 | Neutralidad de carbono en toda la huella para 2030 (Apple 2030). |

*/ Fuente: Elaboración propia a partir de los informes oficiales de cada compañía.

3.2. Resultados

Una vez presentada la muestra de las cinco compañías tecnológicas y sus fuentes documentales, nos centraremos en el examen de los datos expuestos por cada una de ellas en sus informes de sostenibilidad. Se estudiará así, cada una de las categorías señaladas *a priori*, con el objetivo de recoger una visión global del discurso ambiental de estas grandes corporaciones. En este sentido, se identificarán los patrones dominantes que comparten, así como, la diversidad de sus enfoques y estrategias, los potenciales problemas o cifras menos favorables y aquellos datos o informaciones que las mismas tienden a omitir o silenciar en sus informes de sostenibilidad. Este último punto será decisivo para dar respuesta a nuestra pregunta de investigación, dirigida a abordar “cómo construyen discursivamente las grandes empresas tecnológicas su responsabilidad ambiental frente al impacto de la IA, qué estrategias retóricas, patrones y silencios emplean para legitimar sus actuaciones y cómo se sitúa ese discurso con respecto al marco de gobernanza establecido en el sector”.

De otro lado, conviene señalar que la lectura de cada categoría se realizará partiendo de las claves teóricas expuestas en el capítulo segundo, que incluyen: las dimensiones del impacto socioambiental, las métricas a través de las cuales las empresas lo cuantifican (alcances 1, 2 y 3, PUE, WUE, contenido reciclado) y los conceptos de legitimación y *greenwashing* que orientan la interpretación de los textos. Dichas cifras se encuentran contrastadas en términos cuantitativos conforme a los diferentes documentos señalados en el apartado de selección de fuentes, de modo que cualquier afirmación encontrará soporte documental (ya sea cuantitativo o cualitativo) en los mismos.

Por todo ello, procede que nos remitamos a las métricas y variables expuestas:

3.2.1. Energía y emisiones: descarbonización y desacoplamiento

En primer lugar, conviene analizar, en correspondencia con el orden establecido, la dimensión energética y las emisiones de gases de efecto invernadero. En este ámbito, las cinco compañías comparten una arquitectura discursiva bastante similar, fundada en el compromiso de descarbonización plurianual, el anclaje en métricas estandarizadas y la narrativa del progreso ambiental. No obstante, observaremos cómo, efectivamente, la magnitud presentada, la metodología adoptada y, sobre todo, los silencios, varían de manera reveladora de una empresa a otra. Así, la lectura cruzada de los cinco informes de sostenibilidad permite identificar tres patrones dominantes.

El primer patrón consiste en la combinación de objetivos ambiciosos de neutralidad climática con un crecimiento real y reciente de las emisiones absolutas. Así, Apple sostiene haber reducido sus emisiones brutas, correspondientes a los alcances 1, 2 y 3, en un 60% desde el año base de 2015, en el marco de su plan “Apple 2030”, que persigue una reducción del 75% antes de balancear las emisiones residuales con créditos de remoción (Apple, 2025, pp. 4, 10 y 12). Frente a estas declaraciones, Microsoft ha reconocido abiertamente en el prólogo de su informe que sus emisiones totales referidas a los alcances 1, 2 y 3, han incrementado en un 23,4% respecto al año base de 2020 como resultado de la expansión de la IA y la nube, y que, en concreto, las vinculadas al alcance 3 han aumentado un 26% sólo en el último ejercicio fiscal. Ello, chocaría con su compromiso de ser una compañía “carbono negativa” en el año 2030 (Microsoft, 2025, p. 5). Por otro lado, Google se posiciona en un *stand* intermedio tras haber declarado reducciones de hasta un 12% de las emisiones asociadas a la electricidad de sus centros de datos, pero con aumentos de hasta un 27% en su consumo eléctrico. Además, sus emisiones totales llegaron a alcanzar los 11,5 millones de tCO₂e en 2024, con el grueso del crecimiento concentrado en su cadena de suministro (Google, 2025, p. 4). Por su parte, Amazon, ofrece un panorama más explícito, al mostrar cómo tras dos años consecutivos de reducciones de las emisiones absolutas, en el año 2024 éstas volvieron a crecer un 6%, hasta alcanzar 68,25 millones de tCO₂e, si bien la intensidad de carbono por unidad de ventas se redujo un 4% en el último año y un 40% desde el año 2019 (Amazon, 2025, pp. 6 y 9). Por último, Meta parece situarse como aquella compañía con un mejor desempeño global, cerrando su ejercicio de 2024 con 8,2 millones de tCO₂e netas, aunque con el apunte de que sus emisiones de la cadena de valor suelen fluctuar a medida que el negocio se expande y los centros de datos recién construidos entran en funcionamiento. Ello hace alusión a los esfuerzos necesarios a largo plazo para desacoplar el crecimiento de las emisiones de aquel referido al propio negocio (Meta, 2025, p. 10).

Como vemos, esta tensión entre compromiso declarado y crecimiento absoluto observado configura el primer hallazgo del análisis. Recordemos que el desacoplamiento que la literatura académica documentó para el periodo 2010-2018, cuando las ganancias de eficiencia contuvieron el consumo agregado de los centros de datos (Masanet et al., 2020), ha sido desbordado por la expansión de la inteligencia artificial, tal y como anticipaban autores como De Vries (2023) y organismos como la Agencia Internacional de la Energía (2025). Ello es algo que las propias compañías no niegan, pero que encuadran como un

episodio transitorio en una trayectoria de descarbonización, más no como una inflexión estructural.

En relación con el segundo patrón, este se encuentra referido al modo en que se reportan las emisiones por alcances. En concreto, al alcance 3, que como vimos se asocia a la cadena de valor y, sobre todo, a la fabricación del *hardware*. Encontramos ciertas coincidencias en los discursos de las cinco compañías, al concentrar todas ellas este alcance en la mayor parte de la huella de carbono, algo que confirmaría el hallazgo agregado del informe *Greening Digital Companies 2025* (UIT y WBA, 2025) que estudiamos en apartados anteriores, y según el cual este mismo alcance representa alrededor de un 84% de la contaminación del sector. En específico, la compañía Meta lo expresa con mayor claridad numérica al indicar que, de sus 8,2 millones de tCO₂e netas en 2024, el alcance 3 llegaría a reflejar un 99%, frente a las apenas 47.468 toneladas en las que consiste el alcance 1 o las 1.358 toneladas del alcance 2 calculado por mercado (Meta, 2025, p. 12). Asimismo, el informe indica que de esta cifra del alcance 3, dos terceras partes corresponden a bienes de capital vinculados a la fabricación de servidores y a la infraestructura de los centros de datos que sostienen los sistemas de funcionamiento de la IA (Meta, 2025, p. 12), lo que resulta especialmente interesante para observar el impacto agregado de la misma en la totalidad de la contaminación ocasionada en la huella de carbono. La misma conclusión se extrae del informe de Microsoft, que refuerza el patrón al subrayar que el aumento de sus emisiones se concentra precisamente en el alcance 3, asociado, del mismo modo, a la construcción de los centros de datos y a la fabricación del *hardware* que sirve directamente al funcionamiento de sus programas de IA (Microsoft, 2025, p. 5). Asimismo, Apple es la única de las cinco tecnológicas que ofrece una contabilidad agregada cercana al ciclo de vida del producto, en la que integra tanto la producción, como el transporte, el uso, o el fin de vida del propio producto, imputando curiosamente parte de la huella al uso del consumidor (Apple, 2025, p. 11).

A grandes rasgos, interesa evaluar cómo la concentración del impacto en el alcance 3 posee evidentes consecuencias decisivas para la lectura de los discursos, al ser esta la categoría más difícil de medir, la más opaca y la que las empresas controlan menos a nivel directo. La precisión de que las reducciones se concentren específicamente en los alcances 1 y 2, aquellos dependientes de la propia gestión y de la compra de electricidad por parte de la empresa, mientras que el alcance 3 crece sostenidamente, revela una asimetría discursiva sistemática que indica que las cinco compañías muestran lo que pueden

controlar y matizan, con frecuencia mediante notas técnicas, lo que crece fuera de su perímetro inmediato.

Por último, el tercer patrón, y probablemente el más relevante desde el punto de vista del análisis discursivo de las compañías, atañe a las estrategias contables empleadas para reportar las emisiones producidas por la electricidad. Así, las cinco tecnológicas exhiben porcentajes elevados de “renovable” e “igualación al 100%”, mientras que se apoyan en instrumentos contractuales, como, por ejemplo, acuerdos de compra de energía (PPA’s, por sus siglas en inglés), certificados de atributos energéticos (EAC) y créditos de energía renovable (REC), con efectos contables considerablemente superiores al efecto físico real o material. En esta línea, Meta es la única empresa que cuantifica esta brecha, indicando que sus emisiones “basadas en mercado” (*market-based emissions*) ascendieron en 2024 a 8,2 millones de tCO_{2e}, mientras que sus emisiones “basadas en localización” (*location-based emissions*), que son las que corresponden a la mezcla eléctrica real de las redes en las que opera, alcanzaron los 15,6 millones de tCO_{2e}. Ello vendría a traducirse en una diferencia del 48 % atribuible únicamente al efecto contable de los instrumentos contractuales (Meta, 2025, p. 17). De ese diferencial, la compañía reconoce que 6 millones de tCO_{2e} proceden de la igualación operacional al 100 % de electricidad renovable y 1,4 millones adicionales de la aplicación de EAC al alcance 3 (Meta, 2025, p. 18). El resto de las compañías no reflejan en sus informes este contraste, pero sí que anuncian magnitudes asimilables de igualación. Por ejemplo, Amazon afirma haber igualado el 100% de su electricidad con renovables por segundo año consecutivo, además de ser el primer comprador corporativo del globo durante cinco años seguidos y haber alcanzado los 621 previstos en cartera, que equivaldrían, según sus cifras, a 34 GW (Amazon, 2025, p. 9). Por otro lado, Google publicó sus propios avances en renovables, suscribiendo un compromiso de “energía libre de carbono 24/7” (Google, 2025, p. 4), mientras que Apple sostiene su liderazgo como pionera al indicar que todas sus instalaciones corporativas se alimentan con renovables desde 2018, ampliado a una capacidad de 17,8 GW en su cadena de suministro (Apple, 2025, p. 3).

En conjunto, de lo expuesto extraemos ciertas conclusiones determinantes. La primera de ellas es que ninguna de las cinco compañías presenta de forma clara el contraste entre intensidad y absoluto, ya que cuando las emisiones absolutas crecen, el énfasis se desplaza hacia la intensidad por unidad de ingreso o servicio. Ello se evidencia de forma precisa en el informe de Amazon, el cual subraya un descenso del 40 % en su intensidad de

carbono desde 2019 (Amazon, 2025, p. 9), pero que oculta el hecho de que el problema climático se mide en realidad, en términos absolutos o agregados. La segunda conclusión identificada se vincula a la diferenciación metodológica entre *market-based* y *location-based*, decisiva para entender la huella real. Como vimos, solo aparece detallada en el informe de Meta, sin embargo, en los demás casos es preciso recurrir a los anexos técnicos para encontrarla. La tercera guarda relación con la calidad de los créditos de remoción de carbono que sustentarán el cierre del balance y los riesgos territoriales de la nueva infraestructura nuclear, temas documentados en la literatura crítica examinada a través de estudios como el *Corporate Climate Responsibility Monitor*, y que aparecen silenciados en todos los documentos. Por último, tampoco discuten el efecto rebote analizado por Luccioni ni la previsión recogida por la Agencia Internacional de la Energía de que la demanda eléctrica de los centros de datos podrá duplicarse hasta los 945 TWh en 2030, lo que cuestionaría la viabilidad de los compromisos declarados.

En definitiva, el discurso de la descarbonización en las cinco compañías combina compromisos ambiciosos, métricas de progreso y estrategias contables que amplifican la apariencia de avance o progreso ambiental sobre un fondo de emisiones absolutas en constante crecimiento, impulsado por la expansión acelerada de la IA.

3.2.2. Agua: la narrativa de la “positividad hídrica”

En la dimensión energética el patrón dominante era la descarbonización y el desacoplamiento entre eficiencia y crecimiento absoluto, pero en la dimensión hídrica lo es la narrativa de la “positividad hídrica” o “water positive”. Cuatro de las cinco compañías de la muestra, en concreto Microsoft, Amazon, Meta y Google, articulan sus discursos ambientales en torno al mismo compromiso: devolver a las cuencas más agua de la que consumen actualmente para el año 2030. Por otro lado, Apple opta por una formulación equivalente, más no idéntica, centrada en la reposición de su consumo corporativo en zonas de estrés hídrico.

Es interesante observar cómo en este punto específico, los compromisos declarados por las tecnológicas son altamente ambiciosos. En este sentido, Microsoft mantiene en su informe su objetivo implementado desde el 2020 de ser “agua positiva” para el año 2030, a través de la observancia de proyectos como el denominado *Quincy Water Reuse Utility*, aplicado hasta el momento únicamente en Washington, pero que ha contribuido a reducir el uso de agua potable en la región en un 97%, aportando 1,5 millones de m³ anuales para

el abastecimiento comunitario (Microsoft, 2025, p. 36). De forma similar, Amazon Web Services ha declarado haber alcanzado el 53% de su objetivo en 2024, frente al 41% registrado en su informe del año 2023, con exactamente 4.300 millones de litros devueltos a las comunidades y un volumen contractual de reposición futura superior a 7.000 millones de litros (Amazon, 2025, pp. 6 y 7). De forma innovadora, Meta apuesta por restituir el 200% del agua que consume en regiones de elevado estrés hídrico y el 100% en zonas de estrés medio, con más de cuarenta proyectos en nueve cuencas que devolvieron en torno a 1.600 millones de galones en 2024 (Meta, 2025, pp. 4 y 8). En el caso concreto de Google, se han registrado reposiciones de 4.500 millones de galones, correspondientes al 64 % de su consumo de agua dulce, frente al 18 % de 2023, estimando alcanzar el 120 % en 2030 (Google, 2025, p. 7). Finalmente, Apple sostiene un compromiso similar de reposición íntegra de las extracciones en zonas de estrés hídrico para el año 2030 y un programa de reutilización con sus proveedores cuyo promedio se situó en el 42 % en 2024, con un objetivo del 50 % en 2030 (Apple, 2025, p. 5).

De esta aparente simetría discursiva derivan ciertos datos no tan alentadores. El primero de ellos referido a que la “positividad” coexiste con un crecimiento acelerado del consumo absoluto. En términos cuantitativos, Google ha reconocido en su informe que su consumo de agua dulce ascendió a los 8.100 millones de galones en 2024, cifra que prácticamente se ha duplicado en apenas tres años, y que, del total extraído, el 28% procede de regiones con estrés hídrico medio o alto (Google, 2025, p. 7 y sección de datos). Esta combinación de alta tasa de reposición sobre un consumo en aumento es precisamente la que la literatura especializada identifica como característica de la narrativa hídrica corporativa, ya que mientras el indicador varía en porcentaje, la cantidad total continúa en aumento (Mytton, 2021; Li et al., 2023).

La segunda tensión, algo más metodológica, consiste en la distinción entre el agua extraída (*withdrawal*) y el agua efectivamente consumida o evaporada (*consumption*). Como advertía Li en su estudio “Making AI less thirsty: Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models”, la alegada positividad que estas tecnológicas subrayan suele computarse sobre el agua efectivamente consumida o evaporada por las torres de refrigeración, que representa una magnitud inferior a la extraída del entorno, lo que inflaría el porcentaje final de reposición. Esta precisión de ambas magnitudes sólo se encuentra detallada en algunos informes, mientras que en otros únicamente queda relegada a meras notas técnicas o simples apéndices de datos. En el caso de Microsoft, se

modificó en este último ejercicio su metodología, pasando de una medición directa a la estimación basada en su métrica WUE (Microsoft, 2025, pp. 35 y 36), un cambio metodológico que dificulta la comparación interanual y que en su informe se presenta como una mejora de eficiencia.

El tercer dato se vincula a la correspondencia geográfica entre dónde se consume el agua y dónde esta se repone, como asignatura pendiente de cada una de las cinco compañías. Como explicaba Mytton en su estudio de consumo de agua por centros de datos, una reposición limitada en una cuenca distinta de aquella en la que opera un centro de datos no compensa de ninguna manera el estrés hídrico local que dicha actividad genera (Mytton, 2021). En esta línea, ninguno de los cinco informes analizados ofrece un balance hídrico cuenca a cuenca, siendo Meta la que más se aproxima, al precisar que sus proyectos se concentran en nueve cuencas (Meta, 2025, p. 4), pero opera en un total de 27 emplazamientos de centros de datos en construcción o funcionamiento (Meta, 2025, p. 6). Por tanto, la distancia entre la cifra global agregada y la realidad territorial, abordada en el apartado 2.3 del marco teórico, quedaría en sí misma fuera del foco discursivo.

En conjunto, del análisis global de los diferentes informes ambientales, podemos concluir que la “positividad hídrica” funciona como un compromiso comparable entre compañías y técnicamente verificable, pero también como una métrica que permite presentar un balance favorable mientras el consumo absoluto crece y la asimetría territorial entre extracción y reposición permanece. Esta combinación constituye, en términos del marco teórico, un mecanismo de legitimación retórica eficaz, y entrega al análisis posterior el tercer elemento para responder a la pregunta de investigación.

3.2.3. Centros de datos e infraestructura

En directa conexión con lo expuesto en el anterior apartado sobre el impacto en la huella hídrica de la IA implementada por las grandes tecnológicas, conviene que analicemos la problemática que gira en torno a los centros de datos. Como sabemos, los centros de datos representan el lugar donde convergen materialmente la energía, el agua y el *hardware* empleado para el funcionamiento inteligente. En el discurso de las mismas cuatro compañías previamente expuestas (Alphabet, Microsoft, Amazon y Meta), que son aquellas que operan grandes plataformas en la nube, los centros de datos ocupan un espacio central. En cambio, Apple los aborda de forma marginal, situándolos como parte

de su operación corporativa, ya que su modelo de negocio no es consistente con la venta de servicios en la nube.

Así, el relato dominante de estas cuatro compañías combina dos ingredientes inseparables: la eficiencia operativa extrema y la innovación tecnológica acelerada. A su vez, la métrica de referencia del relato de eficiencia es la PUE (*Power Usage Effectiveness*), por la que, en primera instancia, Google declara haber rebajado en 2024 su media global de PUE por debajo de 1,10 por primera vez en seis años (situándola en 1,09), afirmando, además, que sus centros de datos ofrecen más de seis veces la capacidad de cómputo por unidad de electricidad que hace cinco años (Google, 2025, p. 21). En segunda instancia, Amazon refleja en su informe una PUE global de 1,15 para los centros de datos de AWS, frente a una media sectorial de 1,25 (Amazon, 2025, p. 7). Apple, por su parte, sin operar servicios en la nube de terceros, sitúa el énfasis en que sus instalaciones corporativas, como oficinas, tiendas y centros de datos, se alimentan con un 100 % de electricidad renovable desde 2018 (Apple, 2025, pp. 3 y 10). Por último, Meta concentra su narrativa en el diseño de los centros de datos para la era de la IA, con la precertificación *LEED Volume* de su prototipo y una cuidada gestión de las parcelas (Meta, 2025, pp. 4 y 9).

No obstante, la propia evolución de la PUE delata el límite del relato de eficiencia presentado por las *Big Tech*. Como ya describió la literatura, las ganancias marginales de PUE encuentran rendimientos decrecientes a medida que el indicador se acerca a su mínimo teórico (Masanet et al., 2020). La mejora del 0,01 que Google subraya en su informe es un dato significativo, pero coexiste con un aumento del 27 % del consumo eléctrico total de los centros de datos en un solo año, motivado, según la propia compañía, por el crecimiento del negocio y la adopción de IA (Google, 2025, pp. 7 y 16). El relato sustituye así, la eficiencia relativa por la lectura del consumo absoluto, demostrando que el sector se vuelve más eficiente por unidad, pero su impacto agregado crece.

En conexión con el *hardware* empleado en los modelos de IA, Google presenta en su informe su séptima generación de TPU (*Tensor Processing Unit*), que a grandes rasgos son chips diseñados para acelerar tareas de inteligencia artificial y aprendizaje automático, especialmente en cuanto a su entrenamiento y la inferencia de grandes modelos de IA. El mismo se ha denominado *Ironwood*, y ha sido presentado por Google como un chip casi treinta veces más eficiente que su primer TPU de 2018 (Google, 2025,

p. 14). Adicionalmente, Google ha publicado un estudio sobre el ciclo de vida del propio *hardware*, donde documenta una mejora de tres veces la intensidad de carbono por operación entre TPU v4 y Trillium (Google, 2025, p. 15).

De otro lado, en el ámbito de la refrigeración, varios informes citan tecnologías como el *direct-to-chip cooling* y la reutilización de calor residual. Además, en construcción, Meta detalla iniciativas para reducir el carbono incorporado, como el hormigón bajo en carbono, que ha mostrado reducciones del 40 % respecto al sector mediante optimización con IA, acero y cobre de baja huella, y la experimentación con madera estructural (Meta, 2025, pp. 23 y 24). Por último, como dato adicional en el que no haremos mayor profundización, cabe hacer alusión a la incorporación de la energía nuclear en el *mix* de suministro de las cuatro compañías anteriormente expuestas. En concreto, destaca el acuerdo de Meta con Constellation por los 1.121 MW de Clinton (Meta, 2025, p. 21), la inversión de Amazon en pequeños reactores modulares, el acuerdo de Google con Kairos Power (Google, 2025, p. 4) y la geotermia avanzada de Fervo (Google, 2025, p. 24).

Con independencia de lo expuesto, resulta preciso señalar que el silencio más relevante de esta categoría ostenta un cierto componente territorial, como ya estudiamos. Esto responde a que los informes presentan a los centros de datos como instalaciones eficientes e innovadoras, pero apenas abordan los efectos sobre las redes eléctricas y las comunidades en las que éstos se ubican. Algunos ejemplos que abordan correctamente esta tensión se sitúan en regiones como Irlanda o el norte de Virginia, donde la reactivación o prolongación de centrales de gas en algunos territorios (cuestión que menciona la Agencia Internacional de la Energía en su informe de 2025) y los conflictos locales en torno al agua y al uso del suelo se encuentran incorrectamente delimitados.

De todo lo expuesto, podemos extraer que dentro de la categoría de centros de datos se sintetiza la lógica discursiva del sector, consistente en una máxima visibilidad para lo que mejora, como la eficiencia técnica o la innovación, y una mínima para lo que tensiona o pretende silenciar, entre otros: el consumo agregado o el impacto territorial y social. Este patrón resulta especialmente útil porque ilustra cómo una métrica legítima, la PUE, puede convertirse en un instrumento de legitimación cuando se desliga del crecimiento absoluto que la acompaña.

3.2.4. Materiales, minerales y economía circular

La cuarta de las categorías del análisis es la que muestra mayor heterogeneidad entre las cinco compañías y, paradójicamente, la que recibe un tratamiento más desigual. Apple, a diferencia de las demás compañías, cuyos negocios se sostienen en la nube, construye en torno a los materiales su narrativa ambiental más densa y específica. Esta asimetría no es casual, ya que como ya se vio, las emisiones asociadas a la fabricación del *hardware* se imputan al alcance 3, la categoría donde estas compañías ejercen menor control directo.

Por tanto, conviene que analicemos en primer lugar el caso de Apple, al ser este el más extenso y específico. Así, la compañía declara haber alcanzado en 2024 un 99 % de contenido reciclado en las tierras raras presentes en todos los imanes de sus productos, así como un 76 % de cobalto reciclado, un 71 % de aluminio reciclado y un 99 % de tungsteno reciclado, sumando un 24 % del peso total de los materiales embarcados en sus productos (Apple, 2025, pp. 4 y 15). A su vez, productos emblemáticos como el iPhone 16 utiliza cobalto 100 % reciclado y más del 95 % de litio reciclado en su batería, y se han fijado objetivos de 100 % reciclado para finales de 2025 en cobalto, oro, estaño y tierras raras de aplicaciones específicas (Apple, 2025, p. 15). Además, el lanzamiento del primer Mac “carbono neutral” se presenta como el ejemplo emblemático, con más del 50 % de contenido reciclado, electricidad de manufactura 100 % renovable y un 80 % menos de huella respecto al escenario “sin medidas” (Apple, 2025, p. 4).

En las demás compañías, focalizadas en la nube, el tratamiento de los materiales es más fragmentario y suele desplazarse hacia el final del ciclo de vida del *hardware* y el embalaje. En primer lugar, Amazon comunica una tasa de desvío de residuos del 85 % en sus operaciones globales, desde el 84 % de 2023 y el 82 % de 2022, y una reducción del 16,4 % en plásticos de embalaje, con la eliminación de los *air pillows* (Amazon, 2025, p. 7). Meta, cuyo negocio no se centra en productos de consumo, traslada el foco a la huella incorporada (*embodied carbon*) de la construcción de sus centros de datos, con su iniciativa “RETINAS” para estimar el carbono incorporado de sus servidores y un esfuerzo de innovación en hormigón bajo en carbono, acero de bajas emisiones y madera estructural (Meta, 2025, pp. 16, 23 y 24). Por otro lado, Google centra su comunicación en haber eliminado el plástico de los embalajes de sus productos lanzados en 2024 (Google, 2025, p. 7) y en la prolongación del ciclo de vida de su *hardware* mediante reutilización y reciclaje (Google, 2025, pp. 50 y 53). Finalmente, Microsoft declara haber desviado del vertedero el 88,1 % de los residuos operativos y haber reutilizado o reciclado

el 90,9 % de los servidores y componentes en su ejercicio fiscal 2024, anticipándose un año a la meta del compromiso “residuo cero” para 2030 (Microsoft, 2025, pp. 39 y 40).

Sin embargo, a pesar de los datos individualizados por cada una de las compañías, emerge un silencio común a todas ellas, vinculado al principio del ciclo de vida de las mismas, en el cual se sitúan las fases de extracción de minerales críticos y tierras raras, calificadas por la literatura académica como fuentes esenciales del impacto socioambiental del sector (Crawford, 2021; Reglamento (UE) 2024/1252). En este sentido, Apple es aquella corporación que más se aproxima, al tratarlo a través de su programa de proveedores, pero la cuestión de la minería primaria y sus impactos territoriales queda fuera del corpus.

Tampoco se aborda con datos la magnitud previsible de los residuos electrónicos derivados del despliegue masivo de la IA generativa, ni la asimetría Norte-Sur en su gestión que documenta el *Global E-waste Monitor 2024* (UIT y UNITAR, 2024). En otro orden de cosas, un aspecto externo al análisis, pero inevitablemente vinculado a esta categoría, refuerza esta lectura al vincularse al mes de octubre de 2025, cuando Apple retiró las etiquetas de “carbono neutral” de algunos de sus productos al considerar que no podía sostenerlas conforme a las nuevas exigencias de la Directiva (UE) 2024/825, sobre empoderamiento de los consumidores en la transición ecológica. Este hecho ilustra cómo afirmaciones que se habían convertido en un pilar discursivo de la responsabilidad ambiental corporativa empiezan a verse condicionadas por la regulación pública, precisamente aquella cuya laguna ambiental se diagnosticó en el apartado 2.5.

En definitiva, la asimetría entre Apple y las cuatro compañías de la nube se explica por su modelo de negocio, al integrar verticalmente la fabricación y, por tanto, controlar directamente la cadena de materiales que las otras adquieren por parte de proveedores. Este fenómeno revela, asimismo, un patrón discursivo común, ya que las cinco eligen hablar de la parte del ciclo donde pueden mostrar progreso, como la circularidad, el embalaje o la eficiencia material, y relegar la parte donde se concentran los impactos menos controlables, como la extracción primaria y la generación masiva de residuos electrónicos. Junto con los hallazgos de las tres categorías anteriores, este patrón configura un primer cuadro coherente con la pregunta de investigación, que evidencia la teoría de que las grandes tecnológicas construyen un discurso ambiental técnicamente sólido sobre la parte del impacto que pueden controlar, mientras que desplazan o silencian aquella que escapa a su gestión directa.

3.2.5. La IA como solución climática: el contradiscurso

Frente a la imagen de la IA como problema ambiental, las grandes tecnológicas despliegan en sus respectivos informes un nuevo relato complementario fundado en la concepción de la IA como parte de la solución al cambio climático. Este contradiscurso, ya anticipado en el apartado 2.3 del trabajo, cumple una función de equilibrio que posibilita redistribuir los costes ya descritos en una narrativa mayormente apaciguadora. Debido al interés que suscita en el análisis discursivo de las empresas y en la articulación de la cuestión medioambiental, analizaremos algunas de sus manifestaciones clave para cada una de las empresas de la muestra.

Así, en primer lugar, conviene que nos remitamos al caso de Google, como aquella compañía que articula con una mayor profundidad dicho relato. Antes de adentrarnos en mayores tecnicismos, resulta interesante rescatar una retórica clave de su discurso, que narra:

“AI isn’t just a tool—it’s a catalyst. It’s helping people make smarter decisions faster, and its potential to help manage emissions in key sectors—like transportation and energy—is transformational” (Google, 2025, p. 5).

Partiendo de esta premisa, su informe refuerza dicha tesis con un encuadre arraigado en la sección “Optimal scenario: AI’s net-positive potential” (Google, 2025, p. 13), cuyo contenido sostiene que la IA posee:

“The potential to contribute to tackling some of society’s most pressing challenges and opportunities, including serving as a crucial climate solution” (Google, 2025, p. 11).

Complementariamente, estos alegatos guardan fundamento en cifras concretas, que muestran avances como aquel que sostiene que solo en el año 2024, seis de sus productos (termostatos *Nest*, *Google Earth Pro*, *Solar API*, la planificación de rutas eficientes de *Google Maps* y el sistema de regulación semafórica *Green Light*) permitieron a terceros reducir alrededor de 26 millones de toneladas de CO₂e del total de sus 11,5 millones de tCO₂e de emisiones anuales (Google, 2025, pp. 4 y 7). Asimismo, el informe formaliza una “aspiración de 1 gigatón” de reducciones anuales habilitadas por sus productos para 2030 (Google, 2025, p. 56), dedicando, a su vez, una sección individualizada y enfocada al escenario óptimo en el que, según las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía, la adopción generalizada de las aplicaciones actuales de IA podría reducir las

emisiones hasta entre tres y cinco veces el volumen de las propias emisiones de los centros de datos para 2035, o el equivalente al 4 % de las emisiones globales de origen energético (Google, 2025, p. 13). Finalmente, la compañía complementa sus esfuerzos con iniciativas adicionales para la predicción de incendios (*FireSat*), inundaciones (*Flood Hub*) y meteorología extrema (*WeatherNext*), presentadas como contribución directa a la resiliencia (Google, 2025, pp. 64-69).

En el caso de las demás compañías, encontramos ciertas menciones encaminadas al mismo objetivo que pretenden las diferentes iniciativas de Google, aunque mucho menos precisas y detalladas. Por ejemplo, la tecnológica Microsoft articula su relato bajo el lema corporativo *accelerate sustainability with AI* y el programa *AI for Good*, canalizado a través de la financiación de proyectos de descarbonización e impulsado mediante el *Climate Innovation Fund*. Ello, con el objetivo de presentar a la IA y la computación en la nube como habilitadores de la transición energética (Microsoft, 2025, p. 73). Por su parte, Amazon aborda esta dimensión a través de *The Climate Pledge Fund*, que invierte en empresas de tecnologías climáticas, y de los servicios de AWS para sostenibilidad (Amazon, 2025, pp. 16 y 17). Meta describe el uso de IA para detectar la desinformación climática y monitorizar sus propios proyectos de restauración (Meta, 2025, p. 15), y Apple, cuyo modelo de negocio se distancia más de este relato, lo menciona de forma marginal en relación con la ayuda al diseño y la cadena de suministro (Apple, 2025, p. 23). Como puede reconocerse, la asimetría es más que evidente, ya que son precisamente las compañías que más expanden su infraestructura de IA, especialmente Google, las que más invierten en la narrativa de la “IA como solución”.

En definitiva, el contradiscurso de la IA como solución climática constituye una pieza discursiva mayor, especialmente en el caso de Google. Su función no es necesariamente fraudulenta, al reconocer la literatura el potencial positivo de la IA en mitigación y adaptación (Rolnick et al., 2022), pero su lectura en el contexto documental de los informes estudiados revela un patrón consistente, que tiende a movilizarse con más intensidad allí donde mayor es la huella ambiental de la propia compañía. Esta inversión entre coste y beneficio, examinada junto con los hallazgos de las cuatro dimensiones anteriores, será uno de los ejes que se interpreten en clave de legitimación en la discusión.

3.3. Discusión

Una vez expuestos los resultados que derivan del análisis discursivo de los diferentes informes de sostenibilidad de las *Big Tech*, tanto cuantitativos como cualitativos, discutiremos, a la luz de la problemática expuesta y la pregunta de investigación, las implicaciones que se derivan de los hallazgos. En concreto, serán objeto de valoración tres dinámicas específicas que contribuirán a dar solución a la cuestión del impacto medioambiental de la IA: (i) los patrones discursivos comunes y divergentes de las *Big Tech* en sus discursos ambientales, acompañados de los silencios más notorios y la evasión del impacto perjudicial ambiental en el corto plazo frente al largo plazo; (ii) las estrategias retóricas empleadas por las cinco grandes tecnológicas para legitimar sus actuaciones y su responsabilidad ambiental, atendiendo a posibles prácticas de legitimación y *greenwashing*; (iii) y, las implicaciones existentes para la regulación pública en la actualidad, con mención a una consideración personal sobre las previsiones de futuro para la gobernanza del sector.

3.3.1. Patrones discursivos comunes y divergentes de las *Big Tech*

El análisis de las diferentes variables presentes en los cinco informes corporativos permite identificar una dirección reconocible, y, en lo esencial, compartida. Lejos de presentar relatos completamente diferentes, Alphabet, Microsoft, Amazon, Meta y Apple, movilizan recursos teóricos sorprendentemente similares, lo que sugiere que todas ellas se enfrentan a una misma presión legitimadora, a la cual responden con un repertorio común. Son precisamente cuatro los factores que se han identificado en este sentido.

En primer lugar, la convergencia metodológica, por la que las cinco compañías organizan sus discursos en torno a compromisos de carácter plurianual y de neutralidad climática. Recordemos cómo en todos ellos se hacía alusión al año 2030, o al año 2040 en el caso particular de Amazon, lo que evidencia un enfoque homogéneo en la estrategia medioambiental de dichas corporaciones. Asimismo, los discursos generalmente suelen sustentarse en torno a métricas estandarizadas, como los alcances 1, 2 y 3 del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, PUE, WUE, porcentaje de contenido reciclado, o la igualación al 100 % con renovables, que les permitían medir el progreso alcanzado en una franja concreta de tiempo con un lenguaje sencillo y comparable. Esta convergencia constituye, *per se*, un hallazgo significativo, que nos demuestra que cada una de las cinco

compañías tecnológicas habla una lengua común. Posiblemente, las más destacables sean las denominadas normas voluntarias del sector (GRI o SBTi) y las vinculadas a la incipiente regulación europea de la divulgación, mejor conocidas en el ámbito regional por sus siglas CSRD. Pero con independencia de puntualizaciones enfocadas en un análisis discursivo formal, extraemos una consecuencia doble que radica en la auditabilidad y comparabilidad de los informes, que, en términos del debate, quedan arraigados a las propias estrategias de las compañías que lo vayan a someter a juicio público.

De forma directamente complementaria, el segundo patrón que se ha identificado a raíz de los resultados expuestos se encuentra vinculado a la asimetría sistemática entre lo que efectivamente se controla y lo que finalmente se reporta. En este sentido, las reducciones absolutas se concentran en los alcances directamente gestionables, como el alcance 1 y el 2, este último vinculado a la adquisición de electricidad. *A sensu contrario*, los crecimientos suelen desplazarse hacia el alcance 3, el cual concentra cerca del 84% de la huella del sector (UIT y WBA, 2025) y que Meta, en concreto, llega a cuantificar en el 99% de su propia huella neta (Meta, 2025, p. 12). De forma reconocible, esta asimetría se reproduce categoría a categoría, siendo especialmente relevante en el caso del agua y la “positividad hídrica” que tanto mencionaban los diferentes informes. La misma, recordemos, se computa sobre el consumo (su magnitud menor) y no sobre la extracción, lo que infla artificialmente la tasa de reposición. Por otro lado, en los centros de datos, la variable PUE, desplaza el foco del consumo absoluto, viciando los resultados materiales que podrían esperarse del uso que dichas compañías les dan a través de la implementación de las funciones de IA. En cuanto a los materiales, veíamos como el discurso se concentraba, fundamentalmente, en el embalaje y la circularidad, pero que, sin embargo, eludía casi completamente la extracción primaria de minerales críticos, como principal fuente del impacto socioambiental. De todo ello, extraemos en términos genéricos, cómo las cinco tecnológicas eligen, para cada categoría concreta, hablar de la métrica donde pueden llegar a mostrar un mayor progreso, mientras que tienden a matizar o silenciar en mayor medida, generalmente mediante el uso de anexos técnicos o notas informativas, aquellas que crecían exponencialmente año a año.

El tercero de los patrones que conviene referenciar se encuentra vinculado al desplazamiento temporal. Las cinco compañías fijaban sus compromisos de neutralidad en horizontes lejanos, situados, por lo general, a finales de década. Ello produce, en un

primer momento, la fijación de las metas como objetivos ambiciosos y movilizadores, dirigidos a operar como recurso de legitimación ante *stakeholders* sensibles a la urgencia climática, mientras que, en otro instante, traslada al final del periodo medible la rendición de cuentas, dejando entre tanto, una franja de gestión sin verificación efectiva. Estos avances intermedios se comunican en porcentaje y trayectoria, pero la cifra absoluta del ejercicio en curso, que en cuatro de las cinco compañías de la muestra continúa creciendo, se contextualiza como un episodio dentro de un periodo excesivamente largo. La distancia entre el horizonte declarado y el presente estaría actuando aquí como una especie de amortiguador discursivo del impacto ambiental ocasionado por las *Big Tech*, algo que el *Corporate Climate Responsibility Monitor (NewClimate Institute & Carbon Market Watch, 2025)* viene señalando como rasgo recurrente de los compromisos climáticos corporativos contemporáneos.

El cuarto y último elemento por señalar consiste en la convergencia hacia unos mismos silencios. Así, las consecuencias sociales y distributivas del despliegue de la IA, como la presión sobre el agua y la red eléctrica de comunidades concretas, la asimetría entre Norte y Sur en la extracción de minerales críticos o el flujo desigual de residuos electrónicos hacia países de renta baja que ocasiona una exposición tóxica hacia comunidades vulnerables, se consolida como una repercusión negativa del impacto ocasionado, pero además, como un silencio que brilla por su ausencia en todos los discursos contemplados. Observemos como ninguno de los cinco informes ofrece un balance territorial de los costes y beneficios reales ocasionados por la actividad empresarial. Las menciones a comunidades, cuando existen, suelen ser referencias cualitativas y subordinadas a una intencionalidad de generar *engagement* corporativo. Esta omisión sostenida, legible a la luz de autores como Crawford, y en línea con la evaluación independiente llevada a cabo por el *NewClimate Institute y Carbon Market Watch*, es posiblemente uno de los hallazgos, por no decir el hallazgo, más significativo a nivel social de todo el análisis, constituyendo un argumento fundamental y un patrón estructural identificable en la respuesta del discurso ambiental corporativo del sector (Crawford, 2021; *NewClimate Institute & Carbon Market Watch, 2025*).

Frente a la exposición de algunos de sus factores comunes reconocibles, conviene que nos centremos en algunas de las divergencias identificadas. Las mismas, derivan principalmente del modelo de negocio que caracteriza a cada compañía. Por ejemplo, Apple se encuentra integrada verticalmente en torno al *hardware* de consumo, por lo que

construye un discurso denso de circularidad y neutralidad por producto, mientras que carece de menciones a centros de datos a hiperescala. Amazon, por el contrario, suele combinar logística e infraestructura en la nube, lo que le obliga necesariamente a articular su discurso en torno a la intensidad por unidad de servicio. Microsoft sitúa el énfasis en su compromiso reiterado de convertirse en una compañía “carbono negativa”, poniendo el foco en la consiguiente eliminación de la huella de carbono. Finalmente, Google desarrolla con mayor hincapié el contradiscurso de la “IA como solución” al problema climático, y Meta es aquella que ofrece, paradójicamente, cuantificaciones más transparentes en cuanto a las contabilidades basadas en cifras de mercado y en localización (Meta, 2025, p. 17).

En conjunto, la combinación de convergencias o asimetrías entre control y reporte, el desplazamiento temporal y el silencio socioambiental, contribuyen a trazar un perfil discursivo coherente en términos genéricos, fundamentado en que las grandes tecnológicas pioneras en el ámbito de la IA rinden cuentas con sofisticación creciente, pero conservan el control sobre los términos en los que lo hacen. Así, concluimos en línea con la pregunta de investigación, que las *Big Tech* construyen discursivamente su responsabilidad ambiental mediante un género estandarizado que combina compromisos ambiciosos en el largo plazo, métricas de progreso seleccionadas en el corto y omisiones convergentes sobre la dimensión social y territorial de su impacto.

3.3.2. El desajuste entre discurso y datos: legitimación y *greenwashing*

Una vez identificados los patrones discursivos más relevantes, procede que nos centremos en contrastarlos con la información disponible en el sector para reconocer cómo esos discursos corporativos se corresponden con la responsabilidad ambiental de las empresas analizadas. Ello, en términos de posibles estrategias retóricas que impliquen contradicciones o distancias identificables entre lo que las mismas alegan y lo que la literatura contempla. Es ahí donde el análisis crítico de los discursos nos permitirá identificar potenciales conductas de legitimación o formas reconocibles de *greenwashing*.

Partiendo del primer estudio realizado sobre la literatura, la evidencia externa se acota a tres fuentes clave. En primer lugar, el informe *Greening Digital Companies 2025* (UIT y WBA, 2025), que constató que las emisiones operativas de cuatro de las cinco compañías de la muestra (Amazon, Microsoft, Alphabet y Meta) incrementaron de media un 150%

entre 2020 y 2023, y que el consumo eléctrico de los centros de datos crecía de media un 12% anual desde 2017, cuatro veces más rápido que la demanda eléctrica global. Por su parte, la Agencia Internacional de la Energía proyectó en el año 2025 que la demanda eléctrica de los centros de datos se duplicará hasta los 945 TWh en 2030, con la IA como principal motor. Y, el *Corporate Climate Responsibility Monitor*, que analiza específicamente a Amazon, Apple, Google, Meta y Microsoft, concluye que las estrategias climáticas de las cinco atraviesan una crisis agravada por la expansión de la IA y por prácticas contables que difuminan su huella real (*NewClimate Institute y Carbon Market Watch*, 2025).

Si contrastamos estos datos con las cifras ya examinadas de las compañías, observamos cómo existe un desajuste evidente, al encontrarse el relato corporativo aparentemente sujeto a trayectorias de progreso continuo, mientras que los indicadores absolutos del sector se mueven en sentido opuesto. Sin embargo, no se trata, en este caso, de una omisión, sino más bien de una interrelación entre dos relatos distintos, uno referido al progreso y otro al crecimiento. Esta intersección se ve organizada de modo que el primero domine la lectura, atendiendo a los intereses de los actores corporativos contaminantes. Además, la teoría de la legitimidad, presentada por Suchman en 1995 y Deegan en 2002, demuestra como este fenómeno es esperable al indicar que el informe de sostenibilidad funciona como un mecanismo para la obtención de legitimidad frente a la sociedad. Estaríamos entonces frente a estrategias retóricas que buscan persuadir y atender a expectativas, consolidando mecanismos de legitimación al servicio de las corporaciones.

Dicho esto, los resultados permiten identificar formas concretas que se ajustan a las definiciones operativas de *greenwashing*, término que Delmas y Burbano conceptualizaron como la confluencia de un desempeño ambiental deficiente y una comunicación positiva sobre dicho desempeño (Delmas y Burbano, 2011). En el análisis reconocemos estos rasgos en al menos tres prácticas: (i) la sustitución reiterada del indicador absoluto por el indicador de intensidad cuando aquel crece; (ii) el uso de la contabilidad *market-based* para reportar reducciones que solo se sostienen mediante instrumentos contractuales, reducciones que el propio informe de Meta cuantifica en un 48 % de diferencia respecto a la realidad física de la red eléctrica (Meta, 2025, p. 17); (iii) y, el énfasis en métricas que pueden mostrar mejora (PUE, porcentaje de igualación o contenido reciclado), acompañado del silencio sobre las magnitudes que crecen (consumo absoluto de electricidad, alcance 3, residuos electrónicos, impactos sociales...etc.).

En mayor medida, el contradiscurso de la “IA como solución” añade una capa específica a esta dinámica. Cuando Google sostiene que sus productos permitieron a terceros reducir 26 millones de toneladas de CO₂e en 2024 (Google, 2025, p. 4) y los contrasta con sus 11,5 millones de tCO₂e propias, está realizando una operación discursiva sofisticada, presentando como balance neto positivo dos magnitudes calculadas con metodologías distintas, las propias, conservadoras y estandarizadas, y las evitadas, prospectivas y atribuidas. Recordemos como la literatura especializada subrayaba que el efecto neto de la IA sobre el clima no es automático, sino que depende de cómo se despliegue y se gobierne (Kaack et al., 2022), y que la “IA para la sostenibilidad” y la “sostenibilidad de la propia IA” son cuestiones distintas que conviene no confundir (Van Wynsberghe, 2021). Ello, evidencia en última instancia, cómo lo que en el plano técnico es una posibilidad legítima se convierte, en el plano discursivo, en un contrapeso retórico que relativiza los costes ambientales y refuerza la legitimación. Además, la intensidad con que cada compañía recurre a este relato no es casual, ya que es mayor allí donde mayor es la huella ambiental que se pretende contrapesar.

Como breve apunte, el caso de la retirada por parte de Apple de las etiquetas “carbono neutral” de algunos de sus productos resulta, en este marco, particularmente revelador. Una afirmación que durante años funcionó como pieza central del relato ambiental dejó de poder sostenerse cuando una norma pública, la Directiva (UE) 2024/825, sobre empoderamiento de los consumidores para la transición ecológica, elevó el listón probatorio. El episodio es, a la vez, ilustración del *greenwashing* detectable en el sector y anticipo del papel que la regulación pública está llamada a desempeñar para corregirlo, cuestión que se aborda en el apartado siguiente.

En síntesis, el discurso ambiental de las grandes tecnológicas, examinado en su conjunto, es técnicamente solvente y retóricamente eficaz, pero su correspondencia con el desempeño real es parcial y selectiva. Reúne rasgos típicos de la legitimación organizativa descrita por la teoría y, en algunos casos, también caracteres identificables como prácticas de *greenwashing*, todo ello en una dinámica que el sector autorregula con creciente sofisticación mediante patrones compartidos.

3.3.3. Implicaciones para la gobernanza pública del sector

Los hallazgos del trabajo cobran pleno significado al vincularse al contexto de la gobernanza pública del sector descrita en el apartado 2.5 del marco teórico, donde se

expuso el actual marco regulatorio internacional y europeo de la IA, articulado en torno a la UNESCO (2021), los Principios de la OCDE (2024), las Resoluciones 78/265 y 79/325 de la Asamblea General de las Naciones Unidas (de 2024 y 2025) y el Reglamento (UE) 2024/1689 (*AI Act*). A pesar de constituir el marco normativo más seguro y transparente hasta el momento, el mismo presenta una laguna significativa en el plano ambiental, al no encontrarse regulado de forma detallada. A ello, se le añade la rebaja de las exigencias de la CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*) por parte del paquete Ómnibus. Esta norma, conocida como la Directiva (UE) 2022/2464, sobre información corporativa en materia de sostenibilidad, fue aprobada por la UE para reforzar y estandarizar la información que las empresas debían divulgar sobre sus impactos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG). Este doble vacío es aquella laguna o espacio gris que las empresas aprovechan para dotar a sus actuaciones de un amplio margen de autorregulación y para fijar los términos de su rendición de cuentas.

En el plano público, la implicación más relevante apunta a la regulación de la divulgación, ya que la normativa pública debería avanzar hacia estándares de divulgación obligatoria que recogieran de forma comparable los datos hoy menos visibles, entre ellos, el desglose territorial de la huella hídrica y eléctrica, el alcance 3 detallado por fases del ciclo de vida del *hardware*, la doble contabilidad *market-based* y *location-based*, y la calidad de los créditos de carbono utilizados para cerrar el balance. Por otro lado, la segunda implicación se vincula a la propia gobernanza de la IA, en la que destaca el *AI Act* como primera norma integral del sector a escala global, la cual incorpora obligaciones de documentación del consumo energético para los modelos de propósito general y prevé estándares de eficiencia. No obstante, estas disposiciones son, como ya se vio, secundarias frente al peso que otorga a los derechos y a la seguridad.

Frente a estos grises, el trabajo aporta evidencia de que la dimensión ambiental no puede tratarse como un mero anexo técnico, pues la huella socioambiental de la IA es estructural a su despliegue y reclama un encaje normativo propio dentro del marco de gobernanza del sector. Sin un desarrollo más sustantivo de esta dimensión, dotado de obligaciones de medición y comparabilidad, criterios para evaluar el contradiscurso de la “IA como solución” y mecanismos de supervisión territorial, existe el riesgo de que el lenguaje normativo refuerce, aun incluso sin pretenderlo, la asimetría discursiva analizada.

Por último, encontramos una tercera dimensión vinculada al caso de que las tendencias documentadas se mantengan en torno a la expansión sostenida de la infraestructura de IA, el crecimiento de las emisiones absolutas, la presión sobre el agua y la red eléctrica de territorios concretos, y los residuos electrónicos en aumento, y que, además, persista el repliegue regulatorio. Si ello sucede, el discurso ambiental corporativo continuará, por tanto, operando con amplios márgenes de autorregulación. De otro modo, si se consolidase la regulación de la divulgación, su extensión al sector de la IA y la incorporación de una dimensión socioambiental al marco de gobernanza pública, podrían crearse las condiciones óptimas para una rendición de cuentas más simétrica y menos sujeta a la elección de métricas favorables por parte de las compañías.

Llegados a este punto, resulta imprescindible precisar que las mayores aportaciones del trabajo pueden observarse tanto desde el punto de vista del conocimiento como desde una perspectiva práctica o material. En relación con este primer punto, se traslada, en primer lugar, información verificable al objeto específico de las cinco grandes tecnológicas, cuyos discursos ambientales no habían sido aún examinados conjuntamente desde un enfoque de análisis crítico de discurso. Además, se integra la dimensión socioambiental en el examen del discurso, evitando una lectura puramente ambiental, y, se identifica y caracteriza un contradiscurso, el de la “IA como solución climática”, como elemento estructural del relato corporativo del sector, complementario al de la “IA como problema”.

Por su parte, desde el punto de vista práctico, las contribuciones se proyectan en tres dimensiones. La primera de ellas, enfocada a los responsables de las políticas públicas, a quienes el trabajo ofrece argumentos basados en evidencia para reforzar la divulgación obligatoria, dotar de dimensión ambiental al marco europeo de gobernanza de la IA y resistir la dinámica de simplificación normativa cuando esta se traduce en menor transparencia. En un segundo momento, a las propias empresas, a las que sugiere oportunidades de mejora en la coherencia entre lo declarado y lo desempeñado, incluyendo contabilidades más simétricas, balances territoriales explícitos y una mayor atención a la dimensión social, que reducirían su exposición legal y reputacional en un contexto regulatorio que, pese al repliegue señalado, tiende a un escrutinio creciente. Y, por último, para la formación universitaria en relaciones internacionales y áreas afines, a las que contribuye a desarrollar una mirada crítica sobre el discurso corporativo en una de las áreas tecnológicas que más está reconfigurando la agenda ambiental global en la actualidad, la inteligencia artificial.

4. Conclusiones

El objetivo del presente trabajo se propuso, desde un inicio, analizar cómo las grandes empresas tecnológicas, en concreto, Alphabet (Google), Microsoft, Amazon, Meta y Apple, construyen discursivamente su responsabilidad ambiental frente al impacto de la inteligencia artificial (IA), y en qué medida ese discurso puede llegar a legitimar estrategias corporativas retóricas que no guardan correspondencia con su desempeño real en el ámbito ambiental y, que se encuentran asentadas, en muchos casos, en la falta de rigor presente en el marco de la gobernanza pública del sector.

Con la finalidad de abordarlo de la mejor forma posible, se aplicó un examen crítico de discurso a los diferentes informes ambientales y de sostenibilidad correspondientes al ejercicio fiscal de 2024, contrastado junto con la literatura académica más relevante sobre el impacto socioambiental de la IA, la evidencia disponible de organismos internacionales y el marco regulatorio vigente.

Así, los hallazgos muestran que las cinco compañías de la muestra, conocidas como las *Big Tech*, no se enfrentan a esta presión legitimadora de forma independiente, sino que han desarrollado un género discursivo consolidado, con cuatro rasgos comunes y reconocibles:

- i. Convergencia metodológica en torno a un conjunto reducido de métricas estandarizadas, incluyendo los alcances del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, PUE, WUE, contenido reciclado, y la igualación con renovables.
- ii. Asimetría sistemática entre los alcances que la compañía controla, donde se muestra el progreso, y aquellos donde su huella crece, especialmente el alcance 3.
- iii. El desplazamiento temporal de la rendición de cuentas a horizontes situados en las décadas 2030 y 2040, lo que amortigua la responsabilidad presente o actual.
- iv. Y, un silencio convergente sobre la dimensión socioambiental del impacto, en cuanto a las comunidades afectadas, la asimetría Norte-Sur en la extracción de minerales críticos y los residuos electrónicos.

Asimismo, se observó que las divergencias entre compañías derivadas de sus modelos de negocio no alteraron la lógica del repertorio común, caracterizado por el empleo de discursos homogéneos fundados en unas mismas premisas legitimadoras. A su vez, junto al relato dominante, se identificó y expuso el contradiscurso de la “IA como solución

climática”, frente a la concepción generalizada de la “IA como problema climático”, que opera como contrapeso de los costes propios generados por las corporaciones.

De todo lo expuesto, podemos obtener una respuesta definitiva a la pregunta de investigación planteada al inicio del trabajo, la cual consiste en que, efectivamente, las *Big Tech* construyen su responsabilidad ambiental mediante un discurso técnicamente solvente y retóricamente sofisticado, pero cuya correspondencia con el desempeño real es parcial y selectiva. En estos términos, se constituyen prácticas esperables de legitimación organizativa y rasgos identificables que derivan del fenómeno *greenwashing*, aplicables a varios indicadores y métricas que definen mejoras aparentemente no homogéneas frente a sus impactos materiales en el ecosistema. Por otro lado, en cuanto al marco de gobernanza pública del sector, este discurso opera en un espacio definido por la laguna ambiental de la regulación pública de la IA y por el repliegue de la divulgación corporativa iniciado en 2025 y 2026 con el paquete Ómnibus, contexto que otorga a las compañías un amplio margen para autorregularse. El desajuste identificado, en definitiva, no es atribuible a cada casuística individual, sino más bien al patrón sectorial que se presenta en el ámbito discursivo de estas corporaciones tecnológicas.

Finalmente, a modo de reflexión personal, considero que a lo largo de la elaboración del trabajo se ha hecho patente una paradoja que recorre la era digital contemporánea, que consiste en que las mismas compañías que dotan a millones de personas de las herramientas con las que buscar, leer y producir conocimiento, también sobre el cambio climático, son, simultáneamente, agentes ambientales de primera magnitud cuya rendición de cuentas opera en condiciones de notable asimetría. No obstante, no se trata, a mi juicio, de un asunto que pueda resolverse en el plano de la voluntad corporativa, por sólida que esta sea, ya que requiere, sobre todo, una arquitectura pública, ya sea de carácter nacional, europeo o global, capaz de imponer una mayor transparencia simétrica y un escrutinio independiente.

En conclusión, el análisis del discurso, lejos de ser un ejercicio meramente académico, se revela en este contexto como una herramienta para mantener visibles las distancias entre lo que se promete y lo que efectivamente se cumple. En estos términos, preveo que la próxima década pueda verse marcada por una expansión sin precedentes de la inteligencia artificial, que decidirá si el sector se somete a esa arquitectura pública o si la sustituye por

su propia autorregulación privativa. La probabilidad de que predomine una u otra opción dependerá no solo de la sostenibilidad del despliegue tecnológico, sino también de la calidad democrática de los términos en los que, como sociedad, lo discutimos.

5. Bibliografía

- Agencia Internacional de la Energía. (2025). *Energy and AI*. IEA. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>
- Alphabet Inc. (2025). *Annual report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2024*. U.S. Securities and Exchange Commission. Recuperado de <https://abc.xyz/investor/>
- Amazon. (2025). *2024 Amazon sustainability report*. Amazon. Recuperado de <https://sustainability.aboutamazon.com/2024-amazon-sustainability-report.pdf>
- Amazon.com, Inc. (2025). *Annual report on Form 10-K for the fiscal year ended December 31, 2024*. U.S. Securities and Exchange Commission. Recuperado de <https://ir.aboutamazon.com/sec-filings/>
- Apple. (2025). *Environmental progress report 2025*. Apple Inc. Recuperado de https://www.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2025.pdf
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2024). *Resolución 78/265: Aprovechar las oportunidades de unos sistemas de inteligencia artificial seguros y fiables para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas. Recuperado de <https://docs.un.org/es/A/RES/78/265>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2025). *Resolución 79/325: Panel Científico Internacional Independiente sobre la IA y Diálogo Mundial sobre la Gobernanza de la IA*. Naciones Unidas. Recuperado de <https://docs.un.org/es/A/RES/79/325>
- Bashir, N., Donti, P., Cuff, J., Sroka, S., Ilic, M., Sze, V., Delimitrou, C., & Olivetti, E. (2024). The climate and sustainability implications of generative AI. *An MIT Exploration of Generative AI*. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://mit-genai.pubpub.org/pub/8ulgrckx>
- Boston Consulting Group & Google. (2023). *Accelerating climate action with AI*. Google y BCG. Recuperado de <https://blog.google/company-news/outreach-and-initiatives/sustainability/report-ai-sustainability-google-cop28/>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. Recuperado de <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

- Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 2(1), 53–82. Recuperado de <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol2-Issue1-fulltext-3>
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, 34(4), 39–48. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(91\)90005-G](https://doi.org/10.1016/0007-6813(91)90005-G)
- Comisión Europea & Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre IA. (2019). *A definition of AI: Main capabilities and disciplines*. Comisión Europea. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>
- Comisión Europea. (2011). *Estrategia renovada de la UE para 2011-2014 sobre la responsabilidad social de las empresas* [COM (2011) 681 final]. Comisión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52011DC0681>
- Comisión Europea. (s. f.). *Destination Earth (DestinE)*. Comisión Europea. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/destination-earth>
- Comisión Europea. (s. f.). *Green claims*. Comisión Europea. Recuperado de https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy-topics/green-claims_en
- Comisión Europea. (s. f.). *GreenData4All*. Comisión Europea. Recuperado de https://environment.ec.europa.eu/news/greendata4all-public-consultation-launches-2025-02-11_en
- Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.
- De Vries, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. *Joule*, 7(10), 2191–2194. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>
- De Vries-Gao, A. (2025). The carbon and water footprints of data centers and what this could mean for artificial intelligence. *Patterns*. Recuperado de [https://www.cell.com/patterns/fulltext/S2666-3899\(25\)00278-8](https://www.cell.com/patterns/fulltext/S2666-3899(25)00278-8)
- Deegan, C. (2002). The legitimising effect of social and environmental disclosures: A theoretical foundation. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 15(3), 282–311. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/09513570210435852>

- Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The drivers of *greenwashing*. *California Management Review*, 54(1), 64–87. Recuperado de <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>
- Euronews. (2025, 14 de abril). *Inteligencia artificial y cambio climático: ¿solución o nuevo problema ambiental?* Euronews. Recuperado de <https://es.euronews.com/green/2025/04/14/inteligencia-artificial-y-cambio-climatico-solucion-o-nuevo-problema-ambiental>
- Fairclough, N. (1995). *Critical discourse analysis: The critical study of language*. Longman.
- Foro Económico Mundial. (2021). *Harnessing artificial intelligence to accelerate the energy transition*. World Economic Forum. Recuperado de <https://www.weforum.org/publications/harnessing-artificial-intelligence-to-accelerate-the-energy-transition/>
- Global Reporting Initiative. (2021). *GRI Standards*. GRI. Recuperado de <https://www.globalreporting.org/standards/>
- Google. (2025). *Environmental report 2025*. Google LLC. Recuperado de <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/google-2025-environmental-report.pdf>
- Häubi, R. B. (2025, 13 de julio). «*Las empresas gigantes de la IA ocultan su huella medioambiental*». SWI swissinfo.ch. Recuperado de <https://www.swissinfo.ch/spa/ginebra-internacional/las-empresas-gigantes-de-la-ia-ocultan-su-huella-medioambiental/89666217>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Higgins, C., & Walker, R. (2012). Ethos, logos, pathos: Strategies of persuasion in social/environmental reports. *Accounting Forum*, 36(3), 194–208. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.accfor.2012.02.003>
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan.
- Kaack, L. H., Donti, P. L., Strubell, E., Kamiya, G., Creutzig, F., & Rolnick, D. (2022). Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate*

- Change*, 12(6), 518–527. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01377-7>
- León XIV. (2026). *Magnifica humanitas: Carta encíclica sobre la custodia de la persona humana en el tiempo de la inteligencia artificial*. La Santa Sede. Recuperado de <https://www.vatican.va/content/leo-xiv/es/encyclicals/documents/20260515-magnifica-humanitas.html>
- Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2023). *Making AI less “thirsty”: Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models*. arXiv. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2304.03271>
- Luccioni, A. S., Viguier, S., & Ligozat, A.-L. (2023). Estimating the carbon footprint of BLOOM, a 176B parameter language model. *Journal of Machine Learning Research*, 24(253), 1–15. Recuperado de <https://jmlr.org/papers/v24/23-0069.html>
- Luccioni, S., Jernite, Y., & Strubell, E. (2024). Power hungry processing: Watts driving the cost of AI deployment? *Proceedings of the 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '24)* (pp. 85–99). ACM. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/3630106.3658542>
- Lyon, T. P., & Montgomery, A. W. (2015). The means and end of *greenwash*. *Organization & Environment*, 28(2), 223–249. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/1086026615575332>
- Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science*, 367(6481), 984–986. Recuperado de <https://doi.org/10.1126/science.aba3758>
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). Recuperado de <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C. (1955). *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Recuperado de <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>
- Meta. (2025). 2025 *Sustainability report*. Meta Platforms. Recuperado de https://sustainability.atmeta.com/wp-content/uploads/2025/08/Meta_2025-Sustainability-Report_.pdf

- Microsoft Corporation. (2024). *Annual report on Form 10-K for the fiscal year ended June 30, 2024*. U.S. Securities and Exchange Commission. Recuperado de <https://www.microsoft.com/en-us/investor/sec-filings>
- Microsoft. (2025). *2025 Environmental sustainability report*. Microsoft Corporation. Recuperado de <https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/msc/documents/presentation/CSR/2025-Microsoft-Environmental-Sustainability-Report-PDF.pdf>
- Moodaley, W., & Telukdarie, A. (2023). *Greenwashing, sustainability reporting, and artificial intelligence: A systematic literature review*. *Sustainability*, *15*(2), 1481. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/su15021481>
- Mytton, D. (2021). Data centre water consumption. *npj Clean Water*, *4*(11). Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41545-021-00101-w>
- NewClimate Institute & Carbon Market Watch. (2025). *Corporate Climate Responsibility Monitor 2025*. Recuperado de <https://newclimate.org/resources/publications/corporate-climate-responsibility-monitor-2025>
- OCDE. (2023). *Principios de Gobierno Corporativo del G20 y la OCDE*. OECD Publishing. Recuperado de <https://www.oecd.org/corporate/principles-corporate-governance/>
- OCDE. (2024). *Recomendación del Consejo sobre Inteligencia Artificial [OECD/LEGAL/0449]*. OCDE. Recuperado de <https://legalinstruments.oecd.org/es/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Children and digital dumpsites: E-waste exposure and child health*. OMS. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789240023901>
- Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguía, L.-M., Rothchild, D., So, D., Texier, M., & Dean, J. (2021). *Carbon emissions and large neural network training*. arXiv. Recuperado de <https://arxiv.org/abs/2104.10350>
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... Bengio, Y. (2022). Tackling climate change with machine learning. *ACM Computing Surveys*, *55*(2), 1–96. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/3485128>

- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer análisis de discurso. *Cinta de Moebio*, 41, 207–224. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2011000200006>
- Sayago, S. (2014). El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales. *Cinta de Moebio*, 49, 1–10. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2014000100001>
- Siddik, M. A. B., Shehabi, A., & Marston, L. (2021). The environmental footprint of data centers in the United States. *Environmental Research Letters*, 16(6), 064017. Recuperado de <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfba1>
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the ACL* (pp. 3645–3650). Association for Computational Linguistics. Recuperado de <https://aclanthology.org/P19-1355/>
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, 20(3), 571–610. Recuperado de <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9508080331>
- The Climate Pledge. (s. f.). *About the pledge*. Recuperado de <https://www.theclimatepledge.com/>
- Tregidga, H., Milne, M., & Kearins, K. (2014). (Re)presenting ‘sustainable organizations’. *Accounting, Organizations and Society*, 39(6), 477–494. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.aos.2013.10.006>
- UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
- Unión Europea. (2022). *Directiva (UE) 2022/2464 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la presentación de información sobre sostenibilidad por parte de las empresas (CSRD)*. Diario Oficial de la Unión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32022L2464>
- Unión Europea. (2024a). *Directiva (UE) 2024/825 sobre el empoderamiento de los consumidores para la transición ecológica*. Diario Oficial de la Unión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024L0825>

- Unión Europea. (2024b). *Reglamento (UE) 2024/1252 por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales*. Diario Oficial de la Unión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024R1252>
- Unión Europea. (2024c). *Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (Reglamento de Inteligencia Artificial)*. Diario Oficial de la Unión Europea. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32024R1689>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones & UNITAR. (2024). *The Global E-waste Monitor 2024*. UIT y UNITAR. Recuperado de <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones & World Benchmarking Alliance. (2025). *Greening digital companies 2025: Monitoring emissions and climate commitments*. UIT y WBA. Recuperado de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Publications/GDC-25.aspx>
- Van Dijk, T. A. (2008). *Discourse and power*. Palgrave Macmillan.
- Van Wynsberghe, A. (2021). Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI. *AI and Ethics*, 1(3), 213–218. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00043-6>
- Wang, P., Zhang, L.-Y., Tzachor, A., & Chen, W.-Q. (2024). E-waste challenges of generative artificial intelligence. *Nature Computational Science*, 4. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s43588-024-00712-6>
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of ‘carbon footprint’. En C. C. Pertsova (Ed.), *Ecological economics research trends* (pp. 1–11). Nova Science Publishers.
- Wodak, R., & Meyer, M. (Eds.). (2016). *Methods of critical discourse studies* (3.^a ed.). Sage.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6.^a ed.). Sage.
- Zewe, A. (2025, 17 de enero). *Explained: Generative AI's environmental impact*. MIT News. Recuperado de <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117>

6. Anexo

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Lucía Olmos Alcaide, estudiante de Derecho y Relaciones Internacionales (E-5) de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Gobernanza ambiental de la Inteligencia Artificial (IA): responsabilidad corporativa de las *Big Tech* y regulación del sector", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
3. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
4. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
5. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
6. **Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
7. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

8. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
9. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.
10. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 15/06/2026.

Firma: **LUCIA OLMOS ALCAIDE**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Lucia Olmos Alcaide', written in a cursive style.