

Más allá del carbono:

La huella hídrica y territorial que la infraestructura de IA impone al planeta

De cara al horizonte del 2030, la red de instalaciones computacionales que sustenta la inteligencia artificial demandará un volumen eléctrico de 945 teravatios-hora de electricidad, cifra que triplica el consumo energético anual acumulado por Pakistán, Bangladés y Nigeria, naciones que albergan a más de 650 millones de habitantes. En paralelo, la exigencia hídrica de estas infraestructuras igualaría el abastecimiento esencial requerido por la totalidad de la población subsahariana (1.300 millones de personas), mientras que la extensión territorial ocupada rebasaría los 14.500 kilómetros cuadrados, duplicando la superficie metropolitana de Yakarta.

Tales proyecciones constituyen el eje central del documento titulado "Coste Ambiental del uso energético de la IA: huellas de carbono, agua y suelo", divulgado en junio por el Instituto de la Universidad de la ONU para el Agua, el Medio Ambiente y la Salud (UNU-INWEH). Los investigadores subrayan que, hasta la fecha, el escrutinio se ha limitado exclusivamente a la emisión de gases, omitiendo de forma sistemática tanto el volumen de agua necesario para los sistemas de refrigeración y la producción eléctrica, como la superficie terrestre destinada a las redes de suministro y las plantas generadoras.

«Este documento no constituye una postura contraria al desarrollo tecnológico», precisa el catedrático Kaveh Madani, titular de UNU-INWEH y coordinador del estudio. «Se trata más bien de una invitación a integrar criterios de responsabilidad en su implementación y a anticipar los efectos colaterales, garantizando que su evolución se ajuste a parámetros de sostenibilidad y equidad».

La dificultad central reside en la divergencia de trayectorias entre estas tres métricas ambientales. Optar por la bioenergía en lugar del carbón, por ejemplo, recorta las emisiones de carbono en un 70%, pero incrementa treinta veces la demanda hídrica y multiplica por cien la extensión territorial requerida. En consecuencia, una estrategia de bajas emisiones dista mucho de garantizar un consumo reducido de agua o una ocupación mínima del suelo.

Durante el 2025, estas instalaciones a escala global consumieron 448 teravatios-hora de energía. De equipararse dicha magnitud a una entidad nacional, se posicionaría como el undécimo mayor demandante de electricidad a nivel mundial, superando a Arabia Saudí y quedando inmediatamente por debajo de Francia.

Aunque la discusión mediática ha priorizado el gasto energético asociado al entrenamiento de grandes modelos —cifras que alcanzaron 1,3 gigavatios-hora para GPT-3 y oscilaron entre 50 y 70 para GPT-4—, el análisis demuestra que tal enfoque ha quedado desactualizado. Una vez activado el sistema, la fase de inferencia, correspondiente al procesamiento ininterrumpido de las solicitudes de los usuarios, acapara entre el 80% y el 90% del consumo eléctrico total generado por estas tecnologías.

Exclusivamente la plataforma ChatGPT gestiona aproximadamente 2.500 millones de interacciones diarias, volumen que se traduce en un consumo anual cercano a los 383 gigavatios-hora. Neutralizar la huella de carbono derivada de esta operación exigiría la plantación de 2,6 millones de ejemplares arbóreos durante una década, ocupando una extensión equivalente a la de Manhattan. En el ámbito hídrico, la demanda generada iguala el consumo básico anual de medio millón de habitantes en la región subsahariana.

No obstante, la intensidad energética varía sustancialmente según la naturaleza de la solicitud. Un intercambio conversacional estándar con un asistente virtual o chatbot requiere 200 veces más potencia que una tarea básica de categorización textual. La generación de una única imagen multiplica dicho gasto por 1.450, mientras que la creación de un clip audiovisual breve puede demandar un volumen eléctrico comparable al procesamiento de 200 mil detecciones de correo no deseado.

El documento recurre a la denominada paradoja de Jevons, también conocida como efecto rebote, para ilustrar un fenómeno contraintuitivo: al optimizarse los algoritmos y reducirse sus costos operativos, su adopción se expande de manera exponencial. Las mejoras en eficiencia por unidad de consulta quedan anuladas por el incremento desmedido en la frecuencia de uso. «Existe la creencia errónea de que el impacto o huella ambiental decrece a medida que la tecnología avanza», explica Madani.

«Sin embargo, una inteligencia artificial más accesible y eficiente impulsa un consumo masivo, lo que termina elevando la huella total muy por encima de los ahorros individuales logrados».

El crecimiento acelerado de estas infraestructuras está generando presiones territoriales altamente asimétricas. En el caso de Irlanda, los complejos computacionales o centros de datos absorbieron el 21% de la electricidad registrada en el 2023, superando el consumo agregado de todos los domicilios urbanos. Ante esta saturación, la entidad gestora de la red eléctrica ha suspendido la autorización de nuevas instalaciones en Dublín hasta el año 2028.

En la ciudad mexicana de Querétaro, el despliegue de instalaciones de cómputo está mermando las reservas hídricas en un contexto de sequías prolongadas. Situación similar se anticipó en Uruguay, donde la planificación de un centro de datos con alta demanda de líquido coincidió temporalmente con el agotamiento de las fuentes de agua dulce que abastecían a Montevideo.

Adicionalmente, el despliegue de hardware especializado podría originar hasta 2,5 millones de toneladas de chatarra electrónica anualmente hacia el 2030, desechos que mayoritariamente se gestionan en economías en desarrollo con marcos regulatorios laxos, en tanto que la extracción de minerales estratégicos se concentra en territorios con supervisión ambiental insuficiente.

Actualmente, apenas 32 naciones disponen de instalaciones dedicadas al procesamiento de inteligencia artificial. El 90% de dicha capacidad se concentra en dos países, dejando a más de 150 países sin acceso a infraestructura computacional propia. El análisis interpreta esta disparidad no únicamente como una fractura o brecha económica, sino como un asunto de justicia ecológica: los estados marginados asumen la carga de la minería extractiva y la gestión de residuos tecnológicos, mientras las ventajas estratégicas se canalizan hacia otras latitudes.

«El sistema global que está dando forma a la inteligencia artificial debe, asimismo, establecer mecanismos de regulación basados en la sostenibilidad y la equidad», afirma el rector de la Universidad de la ONU, profesor Tshilidzi Marwala. «Garantizar que estas tecnologías impulsen el progreso y el bienestar humano de manera inclusiva ha dejado de ser un desafío técnico para convertirse en un imperativo de gobernanza».

Ante este panorama, el estudio delineó un marco de actuación centrado en la transparencia operativa, la eficiencia integrada desde la concepción, la equidad y la justicia ambiental, la responsabilidad extendida a todo el ciclo de vida, la coordinación internacional y la aplicación de criterios de sostenibilidad. Las directrices o recomendaciones centrales se resumen en los siguientes lineamientos:

Las autoridades públicas deben incorporar la expansión de estas instalaciones dentro de la planificación estratégica de recursos energéticos, hídricos y de ordenamiento territorial.

El sector empresarial debe evaluar la elección de algoritmos o modelos y la configuración de los formatos de respuesta como variables determinantes en el cálculo del impacto ecológico.

Los usuarios finales tienen la responsabilidad de optar por la arquitectura computacional más austera y el formato de salida que demande menor potencia, siempre que cumpla con los objetivos requeridos.

Los administradores de las instalaciones deben priorizar la localización geográfica y el origen de la energía como factores críticos en la minimización de la huella ambiental.

Los inversionistas deben integrar las métricas de emisiones, consumo hídrico y ocupación del suelo como riesgos sustanciales dentro de sus estrategias de inversión.

«Contamos con un margen de tiempo reducido para asegurar que la columna vertebral de esta transformación tecnológica opere dentro de los límites ecológicos del planeta», concluye Madani. «Es fundamental que las poblaciones que suministran los minerales estratégicos, así como aquellas que albergan las instalaciones y gestionan los desechos electrónicos, se encuentren entre las principales beneficiarias de este desarrollo».