

Análisis: La transformación digital y la conquista de los polos en el siglo XXI

Leonardo Quijarro Santibáñez, Contraalmirante (R), Armada de Chile, Senior Fellow, MSI²

Instituto de Inteligencia Estratégica de Miami (MSI²) • 29 de octubre de 2026

ESPAÑOL

Resumen

La expansión de la inteligencia artificial generativa ha incrementado significativamente las demandas de electricidad y refrigeración de los centros de datos, mientras que el calentamiento atmosférico y oceánico reduce la eficiencia de la refrigeración en latitudes templadas y cálidas. Este artículo examina si este fenómeno dual está redirigiendo la infraestructura digital hacia latitudes más altas y qué consecuencias tiene para la competencia entre las grandes potencias en el Ártico y, bajo una lógica muy diferente, en la Antártida. Sostiene que el clima es un factor de localización relevante, pero secundario frente a la energía, la latencia y la certeza jurídica, y que la infraestructura digital (centros de datos, cables submarinos y estaciones terrestres satelitales) se ha convertido en un nuevo vector de rivalidad polar, junto con los recursos y las rutas marítimas.

«Quien lidere en Inteligencia Artificial gobernará el mundo».

Vladimir Putin, presidente de la Federación de Rusia, 1 de septiembre de 2017

Introducción

Desde 2022, la aparición de los grandes modelos de lenguaje ha situado a la inteligencia artificial (IA) en el centro de la agenda tecnológica, económica y de seguridad. Sin embargo, detrás de cada consulta a estos modelos existe una infraestructura física que consume electricidad, agua y espacio. Esta dimensión material conecta la IA con dos dinámicas globales: el cambio climático, que altera las condiciones térmicas en las que operan los centros de datos, y la geopolítica polar, que se intensifica a medida que retrocede el hielo, las regiones polares se vuelven más accesibles y crece el interés por ellas (Dodds & Nuttall, 2016).

En este contexto, cabe preguntarse: ¿hasta qué punto la demanda de energía y refrigeración necesaria para las operaciones de IA, combinada con el calentamiento global, fomenta el traslado de la infraestructura digital hacia latitudes más frías, y cómo se relaciona esto con la competencia de las grandes potencias por los espacios y las rutas polares?

Es necesaria una aclaración inicial. La premisa de que el calentamiento oceánico ha «obligado» a las empresas a migrar hacia el norte va más allá de las pruebas disponibles. Las decisiones de localización están impulsadas principalmente por los costos de electricidad, la disponibilidad de energía renovable, los incentivos fiscales y la conectividad (Lei & Masanet, 2022; International Energy Agency [IEA], 2025). Por consiguiente, este artículo trata el clima como una variable que debe analizarse, no como una premisa.

Así, este análisis propone una combinación de tres enfoques. El primero es la geopolítica crítica de los espacios comunes, que concibe el Ártico y la Antártida como áreas de gobernanza especial y de disputas por el acceso (Dodds & Nuttall, 2016). El segundo se refiere a la estrategia marítima clásica y contemporánea, que destaca el control de rutas, puntos de estrangulamiento y puntos de acceso como fundamento del poder naval y comercial (Mahan, 1890/1987; Till, 2018). Por último, el tercero es el nexo entre clima, energía y computación, que examina las huellas energética, hídrica y de carbono de la IA (Strubell et al., 2019; Luccioni et al., 2023; Li et al., 2023).

La demanda energética de la IA

Los primeros estudios que alertaron sobre el costo ambiental del entrenamiento de modelos estimaron que entrenar ciertos modelos de procesamiento del lenguaje natural, incluida la búsqueda de arquitecturas, podía emitir una cantidad de CO_2 equivalente a la generada por un automóvil promedio durante varias vidas útiles (Strubell et al., 2019). Estudios posteriores matizaron estas cifras y mostraron que la eficiencia del hardware, la arquitectura del modelo y la matriz eléctrica del lugar de entrenamiento podían reducir las emisiones en varios órdenes de magnitud (Patterson et al., 2021), y estimaron asimismo que la huella de carbono depende de manera decisiva de la red eléctrica que lo abastece (Luccioni et al., 2023).

Estudios preliminares calcularon que, entre 2010 y 2018, la capacidad informática de los centros de datos de todo el mundo aumentó más de cinco veces, mientras que su consumo eléctrico creció apenas alrededor de un 6 % (Masanet et al., 2020). Sin embargo, estudios más recientes advierten que la incorporación generalizada de la IA generativa a servicios cotidianos, como los motores de búsqueda, podría aumentar significativamente la demanda eléctrica del sector (De Vries, 2023). El informe del Lawrence Berkeley National Laboratory estima que los centros de datos de Estados Unidos consumieron aproximadamente el 4,4 % de la electricidad del país en 2023 y proyecta un rango del 6,7 % al 12 % para 2028 (Shehabi et al., 2024). A escala mundial, la IEA (2025) proyecta que el consumo eléctrico de los centros de datos se más que duplicará para 2030, con la IA como principal motor de este crecimiento.

La refrigeración añade una segunda dimensión: el agua. La huella hídrica de la IA, incluido el enfriamiento directo y el agua consumida en la generación de electricidad, se considera una limitación emergente, especialmente en regiones con estrés hídrico (Li et al., 2023). Esta necesidad creciente ofrece una primera explicación del atractivo de las zonas geográficas con temperaturas más bajas y abundantes recursos hídricos y energéticos.

Calentamiento, refrigeración y ubicación de los centros de datos

Los océanos y la atmósfera continúan calentándose. La Oficina Meteorológica del Reino Unido y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) proyectan que 2026 será el cuarto año consecutivo en superar el umbral de 1,4 °C (con un promedio estimado de alrededor de 1,46 °C). Asimismo, el mes de agosto recién concluido fue el más cálido registrado (igualando a julio de 2023), con una temperatura media superficial mundial de 16,96 °C (aproximadamente +1,65 °C por encima de la era preindustrial) (UN News, 2026). Además, los océanos han mantenido temperaturas superficiales históricamente elevadas, y las olas de calor marinas afectaron a más del 80 % de las superficies oceánicas durante el primer semestre del año (Vilela, 2026). En esta línea, informes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y de la OMM advierten que el planeta se encamina a superar temporalmente en los próximos años el límite crítico de 1,5 °C establecido por el Acuerdo de París, impulsado además por la transición hacia un nuevo fenómeno de El Niño (UN News et al., 2026).

Para los centros de datos, esto implica una mayor demanda de refrigeración mecánica y una menor disponibilidad de refrigeración gratuita en regiones templadas y cálidas (Masanet et al., 2020).

No obstante, las pruebas no respaldan la afirmación de que el clima sea el principal factor que determina la futura ubicación de la infraestructura digital. La IEA (2025) destaca la disponibilidad de energía, la capacidad de la red y los plazos de conexión como factores limitantes para el despliegue de centros de datos. En el norte de Europa, el predominio de energía hidroeléctrica y eólica a precios competitivos, junto con los incentivos fiscales, suele ser tan decisivo como la temperatura ambiente.

Un Ártico que se abre

El Ártico es una de las regiones donde los cambios respecto de los registros climáticos históricos han mostrado las mayores variaciones. Los estudios indican que, desde 1979, esta región se ha calentado casi cuatro veces más rápido que el promedio mundial. El retroceso del hielo marino está modificando los cálculos estratégicos y comerciales de la región (Rantanen et al., 2022).

En consecuencia, los estudios proyectan que, a mediados de este siglo, las rutas transárticas serán navegables por buques reforzados para el hielo durante el verano y por buques sin refuerzo para el hielo en escenarios de altas emisiones (Smith and Stephenson, 2013).

Estos acontecimientos abren el debate sobre tres rutas. La Ruta del Mar del Norte, que sigue la costa rusa y está sujeta al régimen regulatorio de Moscú. El Paso del Noroeste, que atraviesa el archipiélago ártico canadiense y es objeto de una controversia jurídica: Canadá lo considera aguas interiores, mientras que Estados Unidos y otros actores lo consideran un estrecho utilizado para la navegación internacional (Byers, 2013). La Ruta Transpolar, todavía teórica, cruzaría el océano Ártico central y quedaría fuera de las jurisdicciones costeras, lo que le conferiría un valor geopolítico particular (Melia et al., 2016).

La infraestructura digital se superpone con esta geografía, ya que existen cables submarinos de fibra óptica y estaciones terrestres de comunicaciones satelitales de alta latitud, como las de Svalbard o Groenlandia.

Esta nueva realidad geográfica, resultado de períodos más prolongados sin hielo o de un menor espesor de este, que permite abrir nuevas rutas navegables para buques que antes no podían acceder, lleva a examinar cómo las grandes potencias y las naciones costeras se están posicionando frente a estos cambios.

Rusia considera el Ártico una región central para su economía y seguridad, y vincula el desarrollo de la Ruta del Mar del Norte con la explotación de hidrocarburos y el fortalecimiento de su presencia militar y de su flota de rompehielos (Dodds & Nuttall, 2016; Government of the Russian Federation, 2020).

Por su parte, Estados Unidos es un Estado ártico a través de Alaska y mantiene presencia en Groenlandia mediante la Base Espacial Pituffik. Su estrategia de 2022 hace hincapié en la seguridad, la adaptación al cambio climático, el desarrollo económico sostenible y la cooperación internacional (The White House, 2022). Estas prioridades se reforzaron con la reciente firma del Acuerdo Trilateral de Seguridad del Ártico en septiembre entre Estados Unidos, Dinamarca y Groenlandia.

China se define como un «Estado cercano al Ártico» y propone una «Ruta de la Seda Polar» integrada en su iniciativa global de conectividad (State Council Information Office of the People's Republic of China, 2018). Esto podría entenderse como parte de una estrategia que refleja su ambición de convertirse en una gran potencia polar, respaldada por la ciencia, la inversión y la diplomacia (Brady, 2017).

Por último, los Estados nórdicos, Canadá y la OTAN completan el panorama analítico del Ártico. La adhesión de Finlandia y Suecia a la Alianza Atlántica en 2023 y 2024, respectivamente, reconfiguró el equilibrio de seguridad. En materia de gobernanza, el Alto Norte se rige por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) (United Nations, 1982) y por mecanismos como el Consejo Ártico (Natenadze, 2024).

La Declaración de Ilulissat de 2008 reafirmó el compromiso de los cinco Estados costeros de resolver las controversias de conformidad con el derecho internacional (Arctic Ocean Conference, 2008). Sin embargo, la cooperación se ha visto tensionada por la rivalidad geopolítica reciente, lo que aumenta la importancia de proteger infraestructuras críticas como los cables y los centros de datos.

La Antártida: una lógica diferente

La Antártida no sigue las mismas dinámicas que el Ártico. El Tratado Antártico (1959) congela las reclamaciones territoriales, reserva el continente para fines pacíficos y promueve la cooperación científica, mientras que el Protocolo de Madrid (1991) prohíbe las actividades mineras y establece un régimen de protección ambiental (Secretariat of the Antarctic Treaty, 1959, 1991). No obstante, las decisiones que se adopten durante las próximas décadas determinarán el futuro del continente en medio de las presiones climáticas y del creciente interés por sus recursos (Rintoul et al., 2018).

En este marco, un centro de datos en la Antártida parece jurídicamente y logísticamente inviable, a pesar de su clima extremadamente frío. Por tanto, el interés estratégico estaría en otra parte: la presencia científica, la logística y la proyección desde lugares de acceso. Ciudades como Punta Arenas, Ushuaia, Hobart, Christchurch y Ciudad del Cabo sirven como plataformas de acceso,

mientras que los pasos australes (estrecho de Magallanes, canal Beagle y paso Drake) adquieren relevancia estratégica como rutas de conectividad interoceánica y de acceso al continente (Till, 2018).

Desde una perspectiva sudamericana, Chile ocupa una posición particular como país de acceso a la Antártida, con una presencia creciente de infraestructura digital en su territorio continental. Esto sugiere que la relación entre la IA y los polos en el hemisferio sur opera menos mediante la instalación de centros de datos sobre el hielo y más a través del posicionamiento logístico, científico y de conectividad en las latitudes australes.

Conclusiones

La demanda energética generada por la infraestructura asociada a los centros de datos que hacen posible la IA es real y creciente, y las mejoras de eficiencia que contuvieron el consumo durante la década anterior ya no bastan para compensar el aumento de la carga de trabajo.

El calentamiento global y las limitaciones hídricas aumentan el atractivo de los climas fríos, pero el principal factor de localización sigue siendo el acceso a energía abundante, limpia y económica, junto con la certeza jurídica y la conectividad.

La apertura del Ártico está creando una convergencia de rutas, recursos y conectividad en la que las grandes potencias compiten por la presencia, las reglas y el control de la infraestructura.

Como resultado del Tratado Antártico y del Protocolo de Madrid, la Antártida ha logrado una contención relativa frente al avance hacia la explotación de sus territorios. Por ello, al menos a corto plazo, el establecimiento de infraestructura de datos parece poco probable, aunque no puede decirse lo mismo de la infraestructura de conectividad digital, como los cables submarinos. En consecuencia, la proyección estratégica hacia la Antártida y los pasos australes también debe considerarse en términos de infraestructura digital y energética.

Una agenda futura requiere analizar la ubicación de las nuevas inversiones, evaluar la seguridad de los cables submarinos polares y estudiar el papel de las puertas de acceso australes en la proyección antártica.

Autor

El Contraalmirante (R) Leonardo Quijarro Santibáñez es estratega naval y experto en logística de defensa, con más de 38 años de servicio en la Armada de Chile. Ingeniero en Electrónica Naval y especialista de Estado Mayor, ocupó altos cargos de liderazgo, entre ellos Subjefe del Estado Mayor General de la Armada, Director de Ingeniería y Sistemas Navales, Director General de Logística de la Armada y Presidente del Directorio de los Astilleros y Maestranzas de la Armada (ASMAR).

Posee una Maestría en Ciencias Navales y Marítimas y diplomas de posgrado en Ingeniería Industrial y Gestión Empresarial, Asuntos Antárticos y Alta Dirección Ejecutiva. Actualmente se desempeña como Profesor Residente en la Academia de Guerra Naval de Chile, donde imparte docencia en logística, economía de defensa, desarrollo de fuerzas y planificación operacional, y como Investigador Asociado del Centro de Estudios Navales y Marítimos. Es coautor de Emerging Technologies and Their Impact on Naval Warfare (2023).

Las opiniones expresadas en este artículo pertenecen al autor y no reflejan necesariamente las opiniones del Miami Strategic Intelligence Institute (MSI²).

Bibliografía

Arctic Ocean Conference. (2008). The Ilulissat Declaration. Ilulissat, Greenland, May 27–29, 2008.

Brady, A.-M. (2017). China as a polar great power. Cambridge University Press.

Byers, M. (2013). International law and the Arctic. Cambridge University Press.

de Vries, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. Joule, 7(10), 2191–2194. https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004

Dodds, K., & Nuttall, M. (2016). The scramble for the poles: The geopolitics of the Arctic and Antarctic. Polity Press.

Government of the Russian Federation. (2020). Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period up to 2035 [Presidential Decree No. 164].

International Energy Agency. (2025). Energy and AI. https://www.iea.org/reports/energy-and-ai

Lei, N., & Masanet, E. (2022). Climate- and technology-specific PUE and WUE estimations for U.S. data centers using a hybrid statistical and thermodynamics-based approach. Resources, Conservation and Recycling, 182, Article 106323. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106323

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:2304.03271). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.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.

Mahan, A. T. (1987). The influence of sea power upon history, 1660–1783. Dover. (Original work published in 1890)

Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. Science, 367(6481), 984–986. https://doi.org/10.1126/science.aba3758

Melia, N., Haines, K., & Hawkins, E. (2016). Sea ice decline and 21st-century trans-Arctic shipping routes. Geophysical Research Letters, 43(18), 9720–9728. https://doi.org/10.1002/2016GL069315

United Nations. (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea. https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_s.pdf

Natenadze, V. (2024). High North. Caucasus Journal of Social Sciences, 17(1), 221–236. https://doi.org/10.62343/cjss.2024.249

UN News. (2026, September 11). Earth experiences its hottest August since records began. https://news.un.org/es/story/2026/09/1541896

UN News. (2026, May 28). The planet is heading toward a period of unprecedented extreme heat. https://news.un.org/es/story/2026/05/1541496

Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L.-M., Rothchild, D., So, D., Texier, M., & Dean, J. (2021). Carbon emissions and large neural network training (arXiv:2104.10350). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10350

Rantanen, M., Karpechko, A. Y., Lipponen, A., Nordling, K., Hyvärinen, O., Ruosteenoja, K., Vihma, T., & Laaksonen, A. (2022). The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979. Communications Earth & Environment, 3, Article 168. https://doi.org/10.1038/s43247-022-00498-3

Rintoul, S. R., Chown, S. L., DeConto, R. M., England, M. H., Fricker, H. A., Masson-Delmotte, V., Naish, T. R., Siegert, M., & Xavier, J. C. (2018). Choosing the future of Antarctica. Nature, 558(7709), 233–241. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0173-4

Secretariat of the Antarctic Treaty. (1959). The Antarctic Treaty. https://www.ats.aq

Secretariat of the Antarctic Treaty. (1991). Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty. https://www.ats.aq

Shehabi, A., Smith, S. J., Hubbard, A., Newkirk, A., Lei, N., Siddik, M. A. B., Holecek, B., Koomey, J., Masanet, E., & Sartor, D. (2024). 2024 United States data center energy usage report (LBNL-2001637). Lawrence Berkeley National Laboratory. https://doi.org/10.71468/P1WC7Q

Smith, L. C., & Stephenson, S. R. (2013). New Trans-Arctic shipping routes navigable by midcentury? Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(13), E1191–E1195. https://doi.org/10.1073/pnas.1214212110

State Council Information Office of the People’s Republic of China. (2018). China’s Arctic policy. https://english.www.gov.cn/archive/white_paper/2018/01/26/content_281476026660336.htm

Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 3645–3650). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/P19-1355

The White House. (2022). National strategy for the Arctic region.

Till, G. (2018). Seapower: A guide for the twenty-first century (4th ed.). Routledge.

Vilela, A. (2026). The world approaches a new climate threshold: 1.4°C of global warming in 2026. https://latam-green.com/nuevo-umbral-climatico-calentamiento-global-2026/