

# El impacto ambiental de la digitalización en un escenario global



Por Ernesto de Titto y Atilio Savino\*

Los efectos positivos y negativos del avance de la tecnología en el entorno. Qué son las tierras raras y su importancia. Los nuevos modelos de negocios y

políticas sólidas que propone la UNCTAD para hacer más sostenible el crecimiento digital. Las recomendaciones de los expertos en comercio y desarrollo de la ONU.

**E**l desarrollo de la computación ha ido de la mano con el de un lenguaje compatible con ella que permita la comunicación entre los equipos. Así, hemos asistido al desarrollo de la digitalización, entendida como el proceso por el cual procesos analógicos y objetos físicos, como por ejemplo una imagen, son convertidos a un formato capaz de ser ejecutado a través de los medios digitales, como las computadoras o los teléfonos “inteligentes”.

Esto ha significado un cambio revolucionario en la manera en que las personas gestionamos todo tipo de información, desde la financiera o bancaria hasta los archivos de fotos, y nos vinculamos con

los otros: hoy los teléfonos, las computadoras y la conexión con Internet forman parte indisoluble de nuestra vida cotidiana.

## Impactos ambientales positivos de la digitalización

### 1. Ahorro de recursos

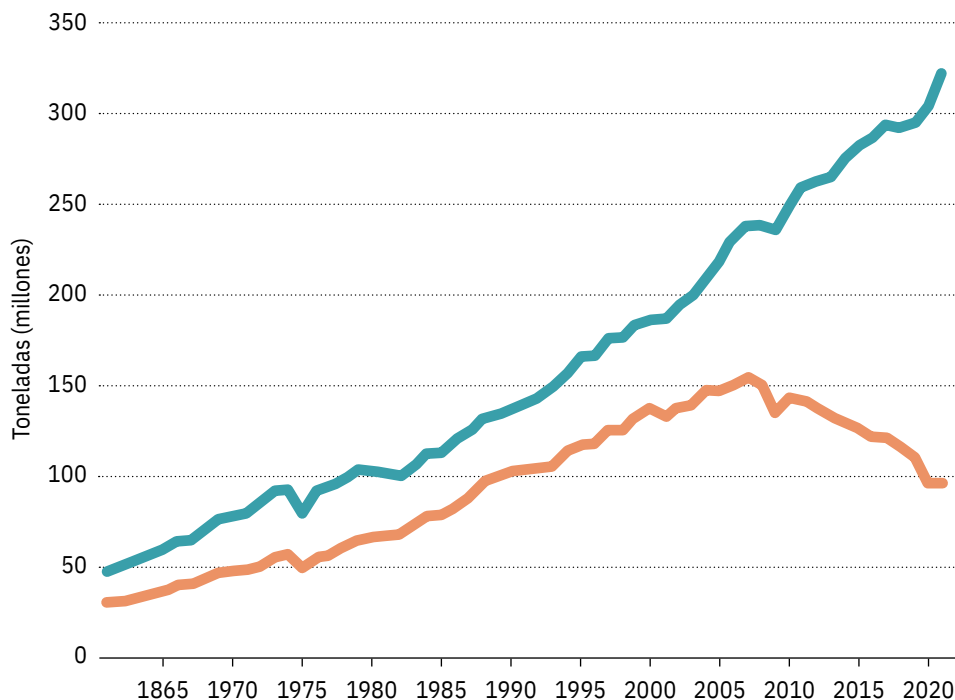
Permite el ahorro en papel y tinta de impresión, pues los documentos se archivan en formato digital. Esto facilita su guardado y, por ende, su búsqueda posterior y la circulación entre usuarios. No obstante, debe señalarse que, como se ilustra en la figura A, si bien se ha reducido significativamente la producción de papel para artes gráficas al mismo

\* **Ernesto De Titto** es doctor en Ciencias Químicas. Consultor en Salud Ambiental. Retirado del CONICET (ex-miembro de la carrera del Investigador Científico 1987-2016). Ex director nacional de Determinantes de la Salud e Investigación del Ministerio de Salud de la Nación. Docente de posgrado de la Universidad ISALUD y la Universidad de Buenos Aires. Ha publicado numerosos trabajos de investigación referidos a salud, ambiente, residuos, entre otras cosas.

**Atilio Savino** es contador y economista, director de la Diplomatura en Gestión Integral de los Residuos Urbanos de ISALUD y presidente de la Asociación para el Estudio de los Residuos Sólidos (ARS). Fue secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2003-2006).

## Producción mundial de papel para artes gráficas y de otros tipos de papel y cartón

— Papel para artes gráficas  
— Otros tipos de papel y cartón



Fuente de los datos: FAO, 2023. Forestal Producción y Comercio. En: FAOSTAT, Roma. Citado el 15 de agosto de 2021. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/F0doi.org/10.4060/CC7561EN-fig03>

tiempo se ha incrementado la producción de papel para embalaje. También es necesario mencionar que los archivos digitales tienen mucho menor requerimiento de espacio que los archivos analógicos y son menos corruptibles permitiendo maximizar su transmisibilidad.

### Para ponerlo en números

En el mundo hay actualmente más de...

**8.000** millones de personas

**7.200** millones de teléfonos inteligentes.<sup>20</sup>

**35.000** millones de dispositivos conectados a Internet.<sup>21</sup>

**78%** de la población mundial con más de diez años de edad tiene un teléfono celular.\*

**67%** de la población mundial es usuaria de internet.\*

\* Considerando todas las regiones y grupos de ingresos, según los datos correspondientes a 2023 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).<sup>22</sup>

## 2. Ahorro de energía

El empleo de tecnologías digitales favorece el aprovechamiento de las energías renovables, es decir, aquellas derivadas de fuentes naturales no limitadas, como la radiación solar, el viento, la biomasa, la geotermia y la energía hidroeléctrica, en detrimento de las energías fósiles. Así, contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero con la ventaja adicional de que su explotación no produce residuos peligrosos. Ejemplifican el uso de las nuevas tecnologías su aplicación a la movilidad sostenible de las ciudades o a los consumos en edificios inteligentes, ajustando en tiempo real la oferta en función de una demanda exacta.

Por otro lado, el crecimiento del comercio digital reduce la necesidad de espacio de exhibición y almacenamiento de bienes al permitir espacios centralizados y optimización de la logística, así como la no necesidad de traslado por parte de los consumidores que resulta en la reducción del consumo de combustibles y de las emisiones generadas por el transporte.

Frente a ello, otros desarrollos del sector digital se expanden en sentido opuesto: tanto el desarrollo de la inteligencia artificial como la minería de criptomonedas tienen elevadas demandas de energía, tal como lo

señaló la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) en un reciente informe<sup>1</sup>

### 3. Protección de la vida silvestre

El desarrollo de sensores remotos automatizados ha permitido mejorar significativamente el seguimiento de muchos procesos y fenómenos naturales para contribuir a la protección de la vida silvestre.

Así, es posible anticipar la detección de incendios forestales con sistemas de alerta temprano<sup>2</sup>, o “vigilar” una zona boscosa para prevenir la tala ilegal. La Organización No Gubernamental Rainforest Connection utiliza sensores acústicos en los árboles que “escuchan” lo que ocurre en el bosque y lo transmiten en tiempo real a la “nube” donde un sistema de Inteligencia Artificial (IA) reconoce sonidos específicos, como los de una motosierra o un camión, y envía alertas a las autoridades locales permitiendo evitar la tala ilegal. Casi 600 dispositivos “guardianes”, han sido ya instalados en 35 países, como Brasil, Indonesia, Congo, Filipinas, Reino Unido, Chile, Italia o Polonia<sup>3</sup>.

También se emplean sensores digitalizados para el seguimiento de especies animales en peligro de extinción. Datos e imágenes digitalizadas recogidas por drones permiten una monitorización más eficiente y precisa de las poblaciones de animales, hábitats y amenazas potenciales, capacidad mejorada por su facilidad para acceder a áreas remotas y de difícil acceso físico, como selvas tropicales, montañas o humedales, y por su desplazamiento silencioso que no perturba el hábitat ni asusta a los animales<sup>4, 5, 6</sup>.

Los drones han sido empleados exitosamente en reservas naturales de África para monitorear el comportamiento de elefantes y rinocerontes<sup>7</sup>, en Sudamérica para estudiar la migración de aves en zonas inaccesibles de la Amazonía, en Australia para monitorear poblaciones de canguros en zonas remotas<sup>8</sup>, en las islas Galápagos para registrar la posición y hábitos de las tortugas adultas<sup>9</sup>.

En 2024, las Naciones Unidas acordaron que el foco de la efeméride del Día Mundial de la Vida Silvestre, que se celebra todos los 3 de marzo, se centrara en conectar a las personas y el planeta a través de soluciones digitales. La combinación de la tecnología, que ha permitido avances significativos dentro de los áreas de comunicación, investigación y seguimiento, herramientas indispensables para el cuidado de la vida silvestre, con los esfuerzos de conservación, suma al impulso de la protección efectiva de la vida silvestre, el comercio sostenible y una coexistencia armoniosa entre humanos y naturaleza<sup>10</sup>.

No está de más recordar que el ser humano depende completamente de la vida silvestre y de los recursos que esta provee. Su diversidad es la que

satisface sus necesidades, ya sea como alimento, medicamentos, combustible o ropa.

**El empleo de tecnologías digitales favorece el aprovechamiento de las energías renovables. Así, contribuyen a la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero con la ventaja adicional de que no producen residuos peligrosos**

### 4. Mejoría de la eficiencia en la producción agrícola y ganadera

Los sensores de humedad, temperatura y fertilización permiten detectar problemas en los cultivos en fases tempranas, así como conocer con mayor exactitud el momento óptimo de sembrado, riego

y fertilización, anticipando las necesidades de los cultivos. Además, el uso de drones facilita la vigilancia de los agricultores, mientras el análisis de la imagen hiperespectral permite el control exhaustivo de plagas<sup>11</sup>.

Por su parte, la digitalización también llegó a la explotación ganadera. Por ejemplo, en Australia -uno de los países más afectados por el cambio climático ya que una sequía crónica cubre en los últimos 5/10 años más de la mitad de la isla- la respuesta de los ganaderos ha consistido en volcarse a la digitalización completa de su sistema productivo. Hoy, todos y cada uno de sus animales está digitalmente identificado y ello permite el seguimiento permanente de su peso y capacidad de alimentación mediante una “app” de la Internet móvil de cada uno

de los productores<sup>12</sup>. Otro ejemplo, es la balanza “inteligente” originalmente creada en la Universidad de Australia y desarrollada luego por el INTA Anguil de La Pampa, que obtiene la información a partir de una balanza que se estimula cuando la vaca entra en un bebedero con corral<sup>13</sup> y facilita el seguimiento de todos los animales de un rodeo.

Los beneficios y las oportunidades de esta revolución digital son innegables pero también presentan problemas evidentes y otros que no lo son tanto. Temas de privacidad, seguridad y confidencialidad. Además, se es poco consciente del impacto ambiental de esta tecnología.

## Impactos ambientales negativos de la digitalización

Podemos clasificar los diferentes impactos según los riesgos asociados a la **fabricación de productos con tecnología digital**, al **uso de los mismos** y a su **disposición final cuando terminan su vida útil**.

## 1. Fabricación de dispositivos con tecnología digital: obtención de las materias primas

Teléfonos móviles, computadoras, baterías y todo tipo de *gadgets* tecnológicos contienen elementos como zinc, cobre, hierro o aluminio; metales preciosos como oro, platino o plata; compuestos minerales como coltán; y diferentes tipos de plásticos y de vidrio.

La industria minera es la principal proveedora de las materias primas metálicas necesarias para la fabricación de aparatos electrónicos. Extraer materia prima y refinarlas es una actividad con un impacto ambiental y paisajístico muy grande.

Entre las materias primas más deseadas destaca especialmente el coltán, denominado “oro negro”, que es un mineral metalífero que contiene tantalio, un elemento químico muy requerido para la fabricación de componentes electrónicos de pequeño tamaño. La mayor parte de este material procede de Ruanda y la República Democrática del Congo, donde muchas minas son explotadas por grupos armados que “emplean”

## ¿Qué son las tierras raras?

**N**i son tierras ni son raras. Bajo esta denominación se agrupan 17 elementos químicos que encontramos en la naturaleza y que se caracterizan por tener propiedades similares: lantano (La), cerio (Ce), praseodimio (Pr), neodimio (Nd), prometio (Pm), samario (Sm), europio (Eu), gadolinio (Gd), terbio (Tb), disprosio (Dy), holmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), iterbio (Yb), lutecio (Lu), escandio (Sc) e itrio (Y).

Su denominación como “tierras” es un término heredado. En la historia de la química, a los “óxidos” se les conocía como “tierras” y a este grupo de elementos se les atribuyó este nombre. Tampoco son tan “raros” o escasos, incluso algunos son bastantes comunes, como el cerio tan abundante como el cobre.

### ¿Por qué son importantes las tierras raras?

El boom de las tierras raras se ha producido en los últimos 15 años, debido a que sus propiedades fisicoquímicas son únicas y resultaron vitales para la fabricación de productos de “alta tecnología” como teléfonos móviles, discos duros, vehículos eléctricos e híbridos y monitores, entre otros.

El sector energético también se beneficia de estos preciados elementos: es el caso del

gadolinio y el terbio que se emplean en las células fotovoltaicas o el del lantano y el neodimio, necesarios para las baterías que dotan de autonomía a los coches eléctricos. Incluso para la iluminación, como el caso de las lámparas LED que a menudo contienen europio y cerio, esenciales para la producción de luz de alta calidad y eficiencia<sup>23, 24</sup>.

La Agencia Internacional de Energía estima que la demanda de minerales críticos para las tecnologías de energía renovable probablemente se triplique para 2030<sup>25</sup>.

### ¿Cómo se explotan las tierras raras?

Aunque relativamente abundantes, su dispersión en pequeñas cantidades y la dificultad de su extracción los convierte en materiales caros. China alberga los mayores yacimientos (37 % de las reservas globales) y está sobrerrepresentada en el mercado mundial -en ciertos momentos ha llegado a acaparar casi un 90 % de la producción-. Vietnam (19% de las reservas), Brasil (18%), EEUU, India, Birmania, Australia, Noruega, Suecia, España y Sudáfrica también tienen grandes yacimientos pero tienen mayores reparos ambientales para su explotación.

a trabajadores, incluyendo niños, en condiciones lamentables repetida pero inútilmente denunciadas por instituciones internacionales como UNICEF<sup>14</sup>. Las violaciones de los derechos humanos se unen, en este caso, al impacto ambiental provocado por una actividad minera que no cumple con las normas básicas de prevención, seguridad y respeto al ambiente.

## 2. Uso de dispositivos con tecnología digital: consumo de datos y el calentamiento global

La popularización de la tecnología digital y la mejora de las redes de comunicación provocan un incremento exponencial del número de dispositivos conectados a Internet. Mediante nuestros teléfonos móviles solicitamos servicios, enviamos mensajes, sacamos fotos y descargamos música, en definitiva, promovemos el tráfico de datos por la red. Y todos estos datos contribuyen a la contaminación tecnológica, ya que necesitan lugares seguros donde almacenarse y ser tratados: los llamados *data centers* o centros de datos.

A medida que aumenta el volumen de datos, crece el número de centros de datos para almacenarlos y con ellos la necesidad de electricidad para mantener servidores, sistemas de almacenamiento, dispositivos de redes (aproximadamente el 60% del consumo) y también sistemas de refrigeración e iluminación (el restante 40%). El consumo es tan elevado, un 2% de la producción eléctrica mundial, que las emisiones de gases de efecto invernadero de los data centers ya son similares al de las aerolíneas<sup>15</sup>.

Impulsado en parte por la explosión de la IA, el número de centros de datos ha aumentado de 500.000 en 2012 a 8 millones en 2024, y los expertos esperan que la demanda siga creciendo<sup>16</sup>.

Grandes empresas como Google, Microsoft o Amazon trabajan para mitigar la contaminación ambiental de sus productos, buscando reducir el consumo energético de sus centros de datos, optimizando los sistemas y los algoritmos y también ubicando muchos de ellos en zonas de bajas temperaturas,

como el ártico o debajo del mar donde es más sencillo refrigerar los servidores sin consumir energía.

## 3. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

En la actualidad casi cualquier dispositivo tecnológico es reemplazado mucho antes de llegar al final de su vida útil. Algunas prácticas deshonestas por parte de la industria, como la obsolescencia programada, suponen uno de los ejemplos más claros de contaminación tecnológica, ya que reducen expreso la vida media de un aparato electrónico para forzar al consumidor a comprar uno nuevo.

Además, todos estos aparatos contienen metales y compuestos químicos tóxicos, como plomo, mercurio y arsénico, que pueden filtrarse en el subsuelo y afectar al agua si no se disponen adecuadamente.

La solución a este tipo de polución pasa por la reutilización y el reciclaje. Mediante la reutilización los aparatos eléctricos y electrónicos pueden tener

una segunda vida, extendiendo su vida útil; mientras que mediante el reciclaje se reduce la necesidad de extracción de materias primas del subsuelo, evitando que acaben dañando nuestro entorno o exportados a vertederos en los que recicladores informales trabajan en condiciones insalubres. Además, puede ser una buena línea de negocio; según el Global e-waste monitor 2024, se proyecta que la recuperación de metales de

residuos electrónicos puede generar un valor de 42 millones de dólares<sup>17</sup>.

En este aspecto es necesaria la implementación de soluciones innovadoras, como el desarrollo de sistemas de clasificación automatizada y separación de residuos y la implementación de sensores y tecnologías de seguimiento que posibilite un monitoreo más preciso de los flujos de residuos.

## 4. Basura digital (e-waste)

La basura digital incluye todos aquellos datos y archivos (correos electrónicos almacenados, no leídos o spam, documentos no utilizados, aplicaciones que

**“Impulsado en parte por la explosión de la IA, el número de centros de datos ha aumentado de 500.000 en 2012 a 8 millones en 2024, y los expertos esperan que la demanda siga creciendo”**

## Recomendaciones

La UNCTAD propone nuevos modelos de negocio y políticas sólidas para hacer más sostenible el crecimiento digital. Las recomendaciones de los expertos en comercio y desarrollo de la ONU son:

- Utilizar modelos de economía circular, centrándose en el reciclaje, la reutilización y la recuperación de materiales digitales para reducir los residuos y los daños ambientales
- Optimizar los recursos creando planes para utilizar las materias primas de forma más eficiente y reducir el uso total

- Reforzar la normativa, aplicar normas y reglas ambientales más estrictas para disminuir el impacto ecológico de las tecnologías digitales
- Invertir en energías renovables, apoyar la investigación y el desarrollo de tecnologías energéticamente eficientes y prácticas digitales sostenibles
- Promover la cooperación internacional, animar a los países a trabajar juntos para garantizar un acceso justo a las tecnologías y recursos digitales, y abordar los problemas mundiales de los residuos digitales y la extracción de recursos

ya no se utilizan) que no son útiles, pero siguen consumiendo recursos, tanto en términos digitales como físicos. Se estima que, en el año 2025, el volumen de datos digitales pueda alcanzar los 175 zettabits (1000 terabits), frente a los 33 de 2018<sup>18</sup>. Según el Informe Databerg 2015, el 31% de los datos empresariales almacenados no tienen ninguna utilidad<sup>19</sup>, algo que aumenta el consumo de energía e incrementa la huella de carbono digital.

## Conclusiones

La digitalización de la sociedad y de sus modos de producción de bienes y servicios es un fenómeno creciente e irreversible. Si bien todos somos alcanzados por su extensión, su desarrollo está por encima de la práctica cotidiana y del poder de los ciudadanos aislados, mientras que depende fuertemente de las decisiones de ejecutivos y líderes políticos y empresariales del mundo. A ellos corresponde entender que



Atendiendo a las nuevas necesidades de la Comunidad, Fecliba propone espacios de formación continua con tecnología de punta a través del Campus Virtual ISS (Instituto Superior en Salud), generando posibilidades de capacitación profesional, independientemente de la localización geográfica y la administración del tiempo de los participantes implicados.

Además, Fecliba invita a los interesados en ampliar su oferta de formación profesional en el ámbito de la Salud, sumándose a esta nueva forma de educación en línea. Como beneficio se brindará asesoramiento y seguimiento continuo, garantizando una prestación de excelencia y calidad.



Visite nuestro Campus virtual y conozca nuestros servicios:

[cursos.fecliba.org.ar](https://cursos.fecliba.org.ar)


una de sus prioridades debe ser el cuidado del ambiente y de la sociedad. No se trata de altruismo, sino de tomar conciencia sobre el impacto de la transformación digital en el escenario de negocios global.

El uso de prácticamente cualquier bien de consumo tiene algún tipo de impacto sobre el ambiente. La utilización de nuevas tecnologías y desarrollos debe ser positiva en el ambiente ya que no se trata sólo de dejar de hacer daño al planeta, tal como proponían las políticas de responsabilidad social empresarial hasta hace apenas unos pocos años, sino de generar un beneficio para el ambiente.

La transformación digital debe entenderse como un nexo entre un pasado tecnológicamente primitivo que hace uso de combustibles fósiles y un futuro descarbonizado, eficiente y circular. La digitalización forma parte de las prácticas sustentables que deben integrar el ADN organizacional y estar presentes en cada proyecto e iniciativa que surja; las organizaciones no solo deben preocuparse por sus acciones indi-

viduales, sino también por lo que ocurre a lo largo de toda su cadena de valor.

Aunque las ventajas de la transformación digital son evidentes, no hay que olvidar que la tecnología digital es responsable de alrededor del 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de nuestro planeta procedentes de procesos industriales.

En palabras del secretario general de las Naciones Unidas, Antonio Guterres: “La digitalización sigue avanzando a una velocidad vertiginosa, transformando nuestras vidas y medios de subsistencia. Al mismo tiempo, la digitalización no regulada amenaza con dejar atrás a muchas personas y agravar los problemas climáticos y ambientales. Muchos países en desarrollo siguen enfrentando obstáculos para acceder a las tecnologías digitales necesarias para satisfacer sus necesidades de desarrollo, al tiempo que soportan el peso del empobrecimiento del ambiente, los residuos y el cambio climático. Juntos podemos aprovechar los beneficios de la digitalización y, al mismo tiempo, cerrar la brecha digital y proteger a nuestro planeta”. 

## Notas

- 1 United Nations publication issued by the United Nations Conference on Trade and Development. (2024) Digital Economy Report 2024, 288 págs., Nueva York, EEUU. Disponible en <https://shop.un.org>
- 2 <https://es.newsroom.ibm.com/2019-07-18-La-lucha-contraincendios-mas-eficaz-gracias-a-la-inteligencia-artificial-de-IBM>
- 3 [https://rfcx.org/our\\_work#deforestation](https://rfcx.org/our_work#deforestation)
- 4 <https://idc.apddrones.com/noticias/drones-en-la-proteccion-de-la-vida-silvestre/>
- 5 <https://www.neuvition.com/es/media/lidar-remote-sensing-for-animal-protection.html>
- 6 Pedrazzi L, H Naik, C Sandbrook et al. (2025) *Advancing animal behaviour research using drone technology*, Animal Behaviour, 222: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2025.123147>.
- 7 Rojas M. *Aprende como el uso de drones*, SAP Leonardo, SAP HANA y SAP Fiori salva a los elefantes y rinocerontes en peligro de extinción Disponible en <https://www.epiuselabs.com/es/news/drones-elefantes>
- 8 <https://www.hobbytuxla.com/drones-monitoreo-de-fauna-en-areas-protegidas/>
- 9 <https://www.galapagos.org/noticias/el-uso-de-rastreadores-satelitales-de-animales-en-galapagos/?lang=es>
- 10 <https://www.un.org/es/observances/world-wildlife-day>
- 11 Thomas S, MT Kuska, D Bohnenkamp et al. (2018) *Benefits of hyperspectral imaging for plant disease detection and plant protection: a technical perspective*. Journal of Plant Diseases and Protection -New Series- 125(3):5-20. DOI: 10.1007/s41348-017-0124-6
- 12 Castro J. (2025) *La ganadería australiana es la más golpeada por el “cambio climático”*. Disponible en [https://www.clarin.com/rural/ganaderia-australiana-golpeada-cambio-climatico\\_o\\_nrNki0x4A6.html](https://www.clarin.com/rural/ganaderia-australiana-golpeada-cambio-climatico_o_nrNki0x4A6.html)
- 13 Agrofó news (2021) *Con conocimientos técnicos de Australia, el INTA desarrolló una balanza inteligente para vacas*. Disponible en <https://news.agrofy.com.ar/noticia/192896/conocimientos-tecnicos-australia-inta-desarrollo-balanza-inteligente-vacas>
- 14 <https://www.elindependiente.com/futuro/2018/02/04/coltan-congo-antonio-pampliega/>
- 15 <https://www.expansion.com/economia-digital/companias/2020/03/09/5e628834e5fdea44078b4586.html>
- 16 <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-ia-plantea-problemas-ambientales-esto-es-lo-que-el-mundo-puede>
- 17 <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>
- 18 <https://www.pactomundial.org/noticia/basura-digital-o-e-waste-la-cara-b-de-la-revolucion-tecnologica/>
- 19 <https://www.ituser.es/it-whitepapers/2015/10/informe-databerg>
- 20 <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- 21 <https://www.helpnetsecurity.com/2019/05/23/connected-devices-growth/>
- 22 <https://news.un.org/es/story/2023/12/1526712>
- 23 Dutta T, K-H Kim, M Uchimiya et al. (2016) *Global demand for rare earth resources and strategies for green mining*. Environ Res 150:182-190. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.052>
- 24 Yanes J (2025) *Todo sobre las tierras raras: ¿Qué las hace especiales? ¿Por qué vienen de China?* Disponible en <https://www.agenciasinc.es/Autor/Javier-Yanes>
- 25 IEA. *Global Critical Minerals Outlook 2024*. Disponible en <https://www.iea.org/reports/rare-earth-elements>