



Bruselas, 29.6.2022  
COM(2022) 289 final

**COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO Y AL  
CONSEJO**

**Informe sobre prospectiva estratégica de 2022**

**Hermanamiento de las transiciones digital y ecológica en el nuevo contexto  
geopolítico**

(Versión traducida por la Secretaría de Políticas Europeas de UGT)

## I. Introducción

**El mundo está experimentando cambios geopolíticos tectónicos, reforzando las megatendencias que ya afectan a la UE.**<sup>1</sup> Las implicaciones a largo plazo de la agresión militar de Rusia contra Ucrania, incluidas la energía, la alimentación, la economía, la seguridad, la defensa y la geopolítica, afectarán claramente el camino de Europa hacia una transición digital y ecológica justa. Sin embargo, estos y otros retos futuros no desviarán a la Unión Europea de sus objetivos a largo plazo. Con el conjunto adecuado de políticas, pueden servir de catalizador para acelerar su consecución. En última instancia, esto podría fomentar nuestra resiliencia y nuestra autonomía estratégica abierta en diversas áreas, desde la energía, la alimentación, la seguridad y los suministros críticos - incluidas las materias primas necesarias para las transiciones - hasta las tecnologías de vanguardia.

**En este nuevo contexto geopolítico, y sobre la base de un completo ejercicio de previsión<sup>2</sup>, el Informe sobre Prospectiva Estratégica de 2022 presenta una reflexión estratégica prospectiva sobre las interacciones entre las transiciones digital y ecológica.** Ambos ocupan un lugar destacado en la agenda política de la UE y su interacción tendrá enormes consecuencias para el futuro. Su éxito también será clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Aunque son de naturaleza diferente y cada una está sujeta a una dinámica específica, su **hermanamiento** -es decir, su capacidad para reforzarse mutuamente- merece un examen más detenido. La transición ecológica no se producirá sin los objetivos y políticas establecidos en el Pacto Verde Europeo, una estrategia transversal para alcanzar la neutralidad climática y reducir la degradación del medio ambiente para 2050. Hasta hace poco, la transición digital avanzaba con escasas consideraciones de sostenibilidad. Para reducir los efectos secundarios adversos y aprovechar todo su potencial para hacer posible la sostenibilidad medioambiental, social y económica, la transición digital requiere un marco político y una gobernanza adecuados, como se presenta en la Brújula Digital y en Objetivo 55<sup>3</sup>.

**En el camino hacia 2050, el Hermanamiento dependerá de la capacidad de desplegar las tecnologías existentes y nuevas a escala, así como de diversos factores geopolíticos, sociales, económicos y normativos.** Basándose en su análisis, la presente Comunicación identifica diez ámbitos clave en los que será necesaria una acción. Para reforzar aún más sus sinergias y hacer frente a las tensiones, es necesario adoptar un enfoque global, estratégico y orientado al futuro de las transiciones paralelas, reconociendo su naturaleza geopolítica intrínseca.

---

<sup>1</sup> El Informe sobre Prospectiva Estratégica 2021 identificó el cambio climático y la degradación del medio ambiente, la hiperconectividad digital y la transformación tecnológica, junto con la presión sobre la democracia y los valores, así como los cambios en el orden mundial y la demografía, entre las megatendencias clave que afectarán a la autonomía estratégica abierta de la UE en las próximas décadas. (COM (2021) 750 final).

<sup>2</sup> Esta Comunicación se basa en el informe político del Centro Común de Investigación ‘Towards a green and digital future. Key requirements for successful twin transitions in the European Union’ [<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>]. El proceso de preparación incluyó consultas con expertos y partes interesadas, publicación de una convocatoria de pruebas, debates con socios del Sistema Europeo de Estrategia y Análisis de Políticas y con Estados miembros de la Red Europea de Prospectiva.

<sup>3</sup> Objetivo 55: Cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática, COM(2021) 550 final.

## II. Sinergias y tensiones entre las transiciones digital y ecológica

**Las tecnologías digitales podrían desempeñar un papel clave en el logro de la neutralidad climática, la reducción de la contaminación y la restauración de la biodiversidad.** Mediante la medición y el control de las entradas, y con una mayor automatización, tecnologías como la robótica y la Internet de las cosas podrían mejorar la eficiencia de los recursos y fortalecer la flexibilidad de los sistemas y las redes. La gestión de datos basada en *blockchain* y energéticamente eficiente a lo largo del ciclo de vida y la cadena de valor de los productos y servicios podría impulsar el avance hacia una economía más circular y una sostenibilidad competitiva.<sup>4</sup> Las tecnologías digitales también podrían apoyar la vigilancia, la presentación de informes y la verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero para la fijación de los precios del carbono. Los pasaportes digitales de productos permiten mejorar la trazabilidad de materiales, componentes y de extremo a extremo y hacen que los datos sean más accesibles, lo cual es esencial para los modelos de negocio circulares viables. Los gemelos digitales<sup>5</sup> podrían facilitar la innovación y el diseño de procesos, productos o edificios más sostenibles. La computación cuántica facilitará simulaciones demasiado complejas para los ordenadores clásicos. Las tecnologías de datos basados en el espacio que proporcionan información global en tiempo real controlan el progreso hacia la sostenibilidad. El intercambio de datos o la gamificación pueden aumentar la participación del público en la dirección de las transiciones y la cocreación de innovaciones.

**La continuación de la transición ecológica también transformará el sector digital.** Las energías renovables, el hidrógeno renovable, la energía nuclear (incluidos los pequeños reactores modulares) y la tecnología de fusión nuclear<sup>6</sup> serán importantes en el contexto de las crecientes necesidades energéticas en el sector digital. El fomento de políticas que tengan como objetivo la neutralidad climática y la eficiencia energética para los centros de datos y las infraestructuras en la nube de aquí a 2030, incluso satisfaciendo su demanda de electricidad con energía solar o eólica, apoyará la ecologización de las tecnologías basadas en datos, como el análisis de big data, el *blockchain* y el internet de las cosas. Sin embargo, los retrasos en el despliegue de la capacidad de generación renovable y la infraestructura pueden suponer un reto. Una mejor planificación de la ubicación y el uso de tecnologías adecuadas podrían permitir la reutilización del calor producido por los centros de datos en sectores terciarios. La financiación sostenible ayudará a movilizar inversiones neutras para el clima en el sector digital. Un mejor diseño, modelos empresariales más circulares y modelos de producción pueden ayudar a reducir los residuos electrónicos. Por el lado de la demanda, el consumo y las prácticas de las empresas y los ciudadanos serán importantes para reducir el consumo de energía cuando se utilicen tecnologías digitales.

---

<sup>4</sup> La capacidad de la economía, los ecosistemas industriales y las empresas de la UE para avanzar hacia un modelo macroeconómico sostenible, productivo, justo y estable, posibilitado por las tecnologías digitales y limpias, haciendo de Europa un pionero transformador y un pionero competitivo a nivel mundial. (COM(2019) 650 final).

<sup>5</sup> Un gemelo digital es una representación virtual de un objeto o sistema que abarca su ciclo de vida, se actualiza a partir de datos en tiempo real y utiliza la simulación, el aprendizaje automático y el razonamiento para ayudar a la toma de decisiones. El desarrollo del Destino Tierra de la UE (*Destination Earth* o DestinE) y sus gemelos digitales es clave para predecir los efectos y crear resiliencia al cambio climático. Además, el Gemelo Digital del Océano (*Digital Twin of the Ocean*) ayudará a diseñar las formas más efectivas de restaurar los hábitats marinos y costeros, apoyar una economía azul sostenible, mitigar y adaptarse al cambio climático.

<sup>6</sup> 35 países están colaborando para construir el dispositivo de fusión magnética más grande del mundo, para demostrar la viabilidad de la fusión como una fuente de energía a gran escala y libre de carbono basada en el mismo principio que impulsa a las estrellas.

**A menos que las tecnologías digitales sean más eficientes energéticamente, su uso generalizado aumentará el consumo de energía.** La tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) es responsable del 5-9% del consumo mundial de electricidad y alrededor del 3% de las emisiones de gases de efecto invernadero.<sup>7</sup> La falta de un marco acordado para medir el impacto medioambiental de la digitalización, incluidos los posibles efectos de rebote<sup>8</sup>, da lugar a marcadas variaciones en estas estimaciones. Sin embargo, los estudios muestran que el consumo de energía de las TIC seguirá creciendo<sup>9</sup>, impulsado por el aumento del uso y la producción de dispositivos de consumo, la demanda de redes, centros de datos y activos criptográficos. El consumo de energía también aumentará debido al mayor uso de plataformas en línea, motores de búsqueda, conceptos de realidad virtual como el metaverso<sup>10</sup> y plataformas de transmisión de música o video. Por otro lado, el despliegue de las próximas generaciones de chips de baja potencia<sup>11</sup> y tecnologías de conectividad más eficientes (5G y 6G, redes alimentadas por inteligencia artificial) podría reducir la huella global de las TIC.

**Surgirán nuevas tensiones en relación con los desechos electrónicos y las huellas ambientales de las tecnologías digitales.** La mayor dependencia de la electrónica, los teléfonos y los equipos informáticos está acelerando la producción mundial de desechos electrónicos, que podría alcanzar los 75 millones de toneladas para 2030.<sup>12</sup> En la UE, actualmente solo el 17,4 % de esta cantidad se trata y recicla adecuadamente<sup>13</sup>, mientras que la producción de residuos electrónicos aumenta anualmente en 2,5 millones de toneladas.<sup>14</sup> Sin políticas apropiadas, cada cambio a nuevas normas o tecnologías requerirá un reemplazo masivo de equipos. Por ejemplo, 5G y 6G requerirán que los usuarios reemplacen el equipo para aprovechar plenamente sus beneficios, ya que la mayoría de los teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras existentes solo serían compatibles con versiones anteriores.<sup>15</sup> Los avances en la digitalización también aumentarán el consumo de agua, p. ej., para los centros de datos de refrigeración o la fabricación de chips. La minería y el procesamiento de las materias primas necesarias para las transiciones plantea preocupaciones ambientales y éticas. Por último, los riesgos climáticos y medioambientales afectarán a la vida útil y al funcionamiento de las infraestructuras digitales críticas. En los próximos 30 años, el coste de los daños causados por fenómenos meteorológicos extremos en toda la UE podría aumentar en un 60 %.<sup>16</sup>

En general, si se gobiernan adecuadamente, las tecnologías digitales pueden ayudar a crear una economía y una sociedad neutrales desde el punto de vista climático y eficientes desde el punto de vista de los recursos, reduciendo el uso de la energía y los recursos en sectores económicos clave y haciéndose más eficientes desde el punto de vista de los recursos.

---

<sup>7</sup> Freitag, C, et al (2021). *The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations*, Patterns 2.

<sup>8</sup> Respuestas conductuales a la mejora de la eficiencia que contrarresten el ahorro potencial.

<sup>9</sup> Ej. de acuerdo con Andrae, A. (2022), *Net global effect of digital - power and carbon*, la huella eléctrica de las TIC podría crecer desde 1988 teravatios-hora en 2020 a 3200 en 2030.

<sup>10</sup> Consejo de la Unión Europea (2022). *Metaverse- virtual world, real challenges*.

<sup>11</sup> Con la Ley Europea de Chips (COM(2022) 45 final), la UE se propone abordar la escasez de semiconductores y reforzar su liderazgo tecnológico, es decir, aumentando la capacidad de producción hasta el 20 % del mercado mundial para 2030. La Comisión Europea ha publicado un informe anual sobre la situación de los semiconductores en Europa.

<sup>12</sup> Productos desechados con batería o enchufe (Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones <https://ewastemonitor.info/gem-2020/>).

<sup>13</sup> WEEE Forum (2021): [https://weee-forum.org/ws\\_news/international-e-waste-day-2021/](https://weee-forum.org/ws_news/international-e-waste-day-2021/).

<sup>14</sup> ITU (2020). *The Global E-waster monitor*.

<sup>15</sup> EIT Digital (2022). *Digital Technologies and the Green Economy report*.

<sup>16</sup> EEA (2022). *Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe*.

### III. Tecnologías críticas para el hermanamiento

**La energía, el transporte, la industria, los edificios y la agricultura son los sectores con mayor emisión de gases de efecto invernadero de la UE.**<sup>17</sup> La reducción de su huella, como también se prevé en el paquete Objetivo 55, y el fortalecimiento de su resiliencia es, por lo tanto, fundamental para el éxito del hermanamiento. Sin embargo, sin tecnologías y políticas apropiadas, los efectos ambientales adversos de esos sectores podrían ser más difíciles de mitigar. A nivel mundial, esto es especialmente cierto, ya que una población prevista de 9,7 billones de personas para 2050 con un ingreso medio más alto requerirá más alimentos, productos industriales, energía, vivienda, movilidad y agua.

Hasta 2030, la mayoría de las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> procederán de las tecnologías disponibles en la actualidad. Sin embargo, la neutralidad climática y la circularidad para 2050 estarán habilitadas por el desarrollo de nuevas tecnologías, actualmente en fase experimental, de demostración o prototipo.<sup>18</sup> Esto incluye varias tecnologías digitales que podrían fomentar el hermanamiento en todos los sectores.

#### 1. Digitalización de la energía

**La agresión militar de Rusia contra Ucrania ha aumentado la importancia de los aspectos geopolíticos de la transición a energías limpias, destacando la necesidad de acelerarla y unir fuerzas para lograr un sistema energético más resistente y una verdadera Unión de la Energía.**<sup>19</sup> La UE ha presentado opciones ambiciosas para mitigar el impacto de los altos precios de la energía en los consumidores (especialmente vulnerables y en riesgo de pobreza energética) y en la industria y para reforzar la seguridad del suministro energético de la UE. A medio plazo, un sistema integrado de la UE basado en gran medida en la producción de energía limpia, la diversificación del suministro de energía, así como el aumento del ahorro de energía y la eficiencia energética en todos los sectores, es la solución más rentable para reducir la dependencia de la UE de los combustibles fósiles. Por ejemplo, la plena aplicación del paquete Objetivo 55 reduciría el consumo de gas de la UE en un 30 % para 2030<sup>20</sup>. Esto es aún más relevante ya que el progreso de las transiciones gemelas aumentará la demanda de electricidad.

**La digitalización puede reforzar la seguridad energética de la UE.** Las tecnologías digitales pueden apoyar flujos más eficientes de portadores de energía y aumentar la interconectividad entre los mercados. Pueden proporcionar los datos necesarios para ajustar la oferta y la demanda a un nivel más desagregado y cercano al tiempo real. La previsión de la producción y la demanda de energía puede mejorarse mediante tecnologías digitales, nuevos sensores, datos satelitales y *blockchain*. Esto permitiría a las redes inteligentes ajustar el consumo a las condiciones meteorológicas que afectan a la producción de energía renovable variable. Ello permitirá una gestión y distribución eficaces de la energía renovable, facilitará el intercambio transfronterizo y evitará interrupciones. La digitalización empoderará a las personas y las empresas, permitiéndoles cambiar el consumo a fuentes de energía verde, ajustar el consumo

---

<sup>17</sup> En 2019 representaron la siguiente parte de las emisiones de gases de efecto invernadero por sector en la UE: suministro de energía 27%; transporte doméstico 23%; industria 21%; residencial y comercial 12%; agricultura 11%. (Visor de datos de gases de efecto invernadero de la Agencia Europea del Medio Ambiente 2021).

<sup>18</sup> Agencia Internacional de la Energía (2021).

<sup>19</sup> Plan REPowerEU, COM(2022) 230 final

<sup>20</sup> COM(2022) 230 final.

o incluso comercializar la energía. La "energía como servicio" (*Energy as a service* o ESaaS)<sup>21</sup> y los servicios energéticos innovadores basados en datos pueden cambiar la forma en que interactúan los proveedores y los consumidores de energía. Además, las microrredes y las redes autoorganizadas pueden convertirse en una forma ascendente de gestionar el sistema energético.. Para aumentar la resiliencia frente a las amenazas híbridas, la digitalización de los sistemas de energía requerirá capacidades de ciberseguridad mejoradas y sistemas de comunicaciones seguros, autónomos y ubicuos, como la conectividad segura basada en el espacio.

## 2. Permitir un transporte más ecológico con tecnologías digitales

**Junto con el crecimiento de la población y el aumento del nivel de vida, la demanda de transporte seguirá creciendo.** A nivel mundial, el transporte de pasajeros podría triplicarse entre 2015 y 2050. En la UE, se espera que el transporte de pasajeros por carretera crezca en torno al 21 % y el transporte de mercancías en un 45 % para 2050, a pesar de los esfuerzos por trasladar más tráfico a otros modos como el ferrocarril o el transporte por agua.<sup>22</sup> La urbanización, la creciente conciencia de los consumidores, la evolución de los costos de las opciones de transporte sostenible (todavía relativamente altos hoy en día) y los nuevos modelos de negocio (incluso cuando se trata de la gestión de la cadena de suministro) también afectarán al sector. Además, la digitalización puede acelerar aún más la hibridación del lugar de trabajo, afectando a la movilidad local y transfronteriza de los trabajadores.

**Combinadas con tecnologías digitales, las aplicaciones más amplias para baterías de próxima generación<sup>23</sup> permitirán un cambio importante de la movilidad hacia la sostenibilidad.** Esto se aplica a varios modos de transporte, incluyendo pasajeros y carga, camiones pesados o aviación. Por ejemplo, los aviones eléctricos podrían conectar potencialmente pequeños aeropuertos regionales en toda la UE. La gestión de la demanda adicional de electricidad procedente del transporte, tanto para la electrificación directa como para la producción en masa de combustibles renovables y con bajas emisiones de carbono para sectores de difícil descarbonización como la aviación y el transporte por agua, debe ir acompañada de una mejora de la eficiencia de los vehículos eléctricos. También requiere un enfoque a nivel de sistema para integrar sensores, potencia informática y software avanzado. El uso de los datos de los vehículos y su entorno puede optimizar la carga. La carga bidireccional podría proporcionar flexibilidad a las redes eléctricas inteligentes, apoyando la integración de la energía renovable y maximizando su uso. Además, en combinación con los servicios basados en el espacio, la digitalización puede respaldar soluciones fiables para buques y vehículos conectados y automatizados (incluidos los autónomos), lo que contribuye a una mayor eficiencia de la gestión del tráfico y a un menor consumo de combustible. Los diseños experimentales, como bancos de pruebas o laboratorios vivos, que permiten probar soluciones de movilidad en un entorno real, pueden ayudar a comprender mejor las necesidades de los usuarios finales. Los gemelos digitales de vehículos pueden proporcionar datos completos sobre el rendimiento en tiempo real, el historial de servicio, la configuración, el reemplazo de piezas o la garantía. La movilidad inteligente requerirá grandes inversiones para desarrollar nuevas tecnologías e infraestructuras, y el acceso a diversas tecnologías digitales como la inteligencia artificial, la

---

<sup>21</sup> Modelo de negocio en el que los proveedores de servicios energéticos no se limitan a ofrecer una forma de energía, sino un "producto energético llave en mano", como mantener la temperatura de un edificio en un rango determinado.

<sup>22</sup> Comparado con 2015, basado en el escenario Objetivo 55 MIX. Comisión Europea (2021), Escenarios políticos para la consecución del Acuerdo Verde Europeo.

<sup>23</sup> Por ejemplo, de estado sólido, iones de litio sin cobalto, o aquellos que utilizan materiales DRX (sales de roca desordenadas con exceso de litio, que permiten que los cátodos de la batería se fabriquen sin níquel o cobalto).

nube o los semiconductores. Además, para alcanzar una masa crítica y evitar la dependencia de los grandes actores dominantes, los actores del sector tendrán que crear asociaciones, mancomunar inversiones y acordar normas comunes, infraestructuras, plataformas y marcos de gobernanza. También será clave la aceptación social de los vehículos autónomos y la accesibilidad relacionada con los costes.

**La digitalización y la inteligencia artificial también impulsarán la aparición de soluciones de movilidad multimodal más eficientes, al combinar todos los modos en una plataforma única e interoperable, como la "movilidad como servicio" (*Mobility as a Service* o MaaS) o el "transporte como servicio" (*Transportation as a Service* o TaaS).** Esto podría aumentar la eficiencia, la elección de los consumidores, la accesibilidad y la asequibilidad, especialmente del transporte público. Además, las plataformas digitales impulsarán otras opciones como la puesta en común y el intercambio. La tecnología digital también es clave para garantizar que los servicios de movilidad multimodal conectados surjan en las ciudades, así como en las regiones remotas y rurales, permitiendo a los ciudadanos y las empresas acceder y elegir entre diferentes opciones para el transporte de pasajeros y mercancías. Además, las nuevas tecnologías y soluciones de bajas emisiones, digitales y basadas en la inteligencia artificial, como los drones, tienen el potencial de ofrecer un amplio espectro de nuevas aplicaciones y servicios, desde la entrega de mercancías hasta la asistencia médica. Esto requerirá una mayor interoperabilidad entre los diferentes modos, operadores y plataformas, y una conectividad ubicua. En particular, un mejor y más amplio acceso a los datos sobre movilidad ayudará a las autoridades públicas a supervisar y planificar las actividades de transporte, las infraestructuras y los servicios y a adaptar mejor la oferta y la demanda a un menor coste y un impacto medioambiental. El acceso a los datos también es clave para mejorar la gestión del tráfico y ofrecer a los clientes y las empresas una gama más amplia de soluciones de movilidad sostenible.

### **3. Galvanizar la neutralidad climática de la industria a través de tecnologías digitales**

**Para alcanzar la neutralidad climática en 2050, ya para 2030 la industria de la UE tendrá que reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 23 % en comparación con 2015.<sup>24</sup>** La industria es responsable a nivel mundial de alrededor del 37% del consumo total de energía final<sup>25</sup> y alrededor del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>26</sup>. Cuatro industrias de alto consumo energético - acero, cemento, productos químicos, pulpa y papel - representan alrededor del 70% de sus emisiones globales totales de CO<sub>2</sub>. También son los mayores usuarios de energía industrial de la UE.

**Las tecnologías digitales serán importantes para gestionar la oferta y la demanda de los grandes usuarios de energía industrial en un sistema con diversas fuentes y materias primas.** Los medidores inteligentes, incluidos los submedidores y los sensores, podrían aumentar la eficiencia energética, al proporcionar información en tiempo real sobre su consumo e incorporarla a las herramientas de gestión de la energía. El control de supervisión, el análisis de big data y los sistemas de adquisición de datos<sup>27</sup> mejorarán la eficiencia de los procesos industriales, así como los datos de procesos para permitir decisiones más

---

<sup>24</sup> SWD(2021) 601 final.

<sup>25</sup> Agencia Internacional de la Energía (2020).

<sup>26</sup> Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2021).

<sup>27</sup> Sistema informatizado de recogida y tratamiento de datos y aplicación de controles operativos a largas distancias.

inteligentes. Los gemelos digitales ayudarán a mejorar los diseños de los sistemas, probar nuevos productos, supervisar y garantizar el mantenimiento preventivo, evaluar el ciclo de vida del producto y seleccionar materiales óptimos. La optimización basada en datos ayudará a mejorar los materiales existentes, desarrollar alternativas más ecológicas y prolongar su vida útil. El monitoreo y el seguimiento proporcionan información sobre los materiales o las piezas utilizadas en los productos, lo que podría impulsar la circularidad a través de un mejor mantenimiento y un reciclaje de circuito cerrado de alta calidad. La integración de la fabricación, las tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas, como la robótica o la impresión 3D y 4D<sup>28</sup>, también tendrá un papel importante que desempeñar. La adopción de soluciones digitales por el sector industrial requiere mayores niveles de preparación tecnológica y ciberseguridad para proteger los datos de los procesos industriales y la integridad de su funcionamiento.

#### **4. Edificios verdes con digitalización**

**Las tendencias demográficas y la urbanización impulsarán cambios en la demanda de edificios.** El crecimiento de la población urbana duplicará el tamaño del parque inmobiliario mundial para 2060. En la UE, el número de personas que viven en regiones predominantemente urbanas e intermedias podría alcanzar el 80 % para 2050.<sup>29</sup> También habrá más hogares pequeños, que probablemente consuman más energía por persona que los de mayor tamaño. Estas tendencias, junto con el uso de aparatos digitales para el trabajo a distancia, la educación, la vida inteligente o independiente, intensificarán el consumo de energía de los edificios. En la UE, este sector representa actualmente el 40 % del consumo de energía, mientras que el 75 % del parque inmobiliario es ineficiente desde el punto de vista energético.<sup>30</sup>

**Para lograr la neutralidad climática y beneficios significativos desde una perspectiva de cero contaminación, los nuevos edificios tendrán que ser de cero emisiones para 2030 y una quinta parte de los edificios existentes tendrán que ser reacondicionados.**<sup>31</sup> Alcanzar la neutralidad climática en el sector requeriría reemplazar la calefacción de combustibles fósiles con alternativas sostenibles, como bombas de calor, reducir la huella de carbono del uso del agua y mejorar el rendimiento energético general, asegurando al mismo tiempo que las soluciones estén disponibles para todos. Esto contribuirá al objetivo de la UE de renovar 35 millones de edificios ineficientes desde el punto de vista energético para 2030.<sup>32</sup> Los edificios y contadores inteligentes podrían ayudar a alcanzar estos objetivos y abordar la pobreza energética. Para 2030, la modelización de la información sobre edificios podría aumentar aún más la eficiencia energética e hídrica del sector, proporcionando un análisis a largo plazo de las opciones de diseño en la construcción y el uso de edificios. La disponibilidad de datos anónimos, dispositivos inteligentes y comportamiento de los consumidores permitirá realizar inversiones específicas en renovaciones. Los cuadernos de

---

<sup>28</sup> Los objetos impresos en 4D pueden cambiar de forma o autoensamblarse con el tiempo si se exponen a un estímulo como el calor, la luz, el agua, el campo magnético u otra forma de energía que activa el proceso de cambio.

<sup>29</sup> Fuente: Eurostat. La pandemia COVID-19 mostró un interés creciente en trasladarse a las zonas rurales. Si esto es de corta duración o podría seguir siendo una tendencia a largo plazo dependerá, entre otras cosas, de la conectividad de las zonas rurales. Ver más: Una visión a largo plazo para las zonas rurales de la UE (COM(2021) 345 final) y Escenarios para las zonas rurales de la UE 2040, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/29388>.

<sup>30</sup> COM(2021) 802 final.

<sup>31</sup> COM(2021) 558 final; COM(2021) 802 final.

<sup>32</sup> COM(2020) 662 final.



bitácora digitales y el análisis del ciclo de vida serán necesarios para evaluar, reportar, almacenar y rastrear la información sobre las emisiones de toda la vida, y ayudarán a reducir el impacto ambiental de los materiales y a prevenir el uso de tóxicos. Los gemelos digitales podrían cambiar la forma en que se planifican, supervisan y gestionan los espacios urbanos. Esto podría traducirse en una reducción de las emisiones urbanas, un aumento de la eficiencia de los recursos y de la calidad de vida, un mejor uso del espacio de los edificios y una mayor resiliencia de los edificios ante sucesos peligrosos.

## 5. Agricultura más inteligente y ecológica

**Las crisis climáticas y medioambientales, los cambios demográficos y la inestabilidad geopolítica pondrán a prueba la resiliencia de la agricultura de la UE y su camino hacia la sostenibilidad.** Sin medidas políticas, las emisiones agrícolas mundiales podrían aumentar entre un 15% y un 20% para 2050. Para entonces, se prevé que el 10% de la superficie mundial actualmente apta para cultivos y ganado sea inadecuada desde el punto de vista climático.<sup>33</sup> Aparecerán otras amenazas para la biosfera, el agua, el suelo o la biodiversidad. En el nuevo contexto geopolítico, la UE necesita reducir su dependencia de la importación de piensos, fertilizantes y otros insumos. Esto tiene que suceder sin socavar la productividad, la seguridad alimentaria o la ecologización del sector, y al mismo tiempo abordar la inseguridad alimentaria en los países socios de bajos ingresos.

**Si se implementan adecuadamente, las tecnologías digitales pueden permitir una agricultura inteligente y más ecológica.** El aumento del uso de sensores digitales in situ (para adaptar los tratamientos a condiciones específicas) y de los servicios espaciales de la UE podría reducir el uso de agua, plaguicidas, fertilizantes y energía, lo que también beneficiará a la salud humana y animal. Los gemelos digitales proporcionarán datos para gestionar la diversificación de productos y utilizar la biodiversidad funcional para rediseñar el control de plagas. La computación cuántica, en combinación con la bioinformática y la genómica vegetal, puede mejorar la comprensión de los procesos biológicos y químicos necesarios para reducir los plaguicidas y los fertilizantes. Las plataformas digitales que facilitan la distribución local y evitan el desperdicio de alimentos podrían impulsar la producción local y acortar los circuitos de consumo. Los datos satelitales, los sensores, el *blockchain* y los datos de toda la cadena de valor podrían aumentar la trazabilidad y la transparencia. Las plataformas digitales agrícolas abiertas que proporcionan una base para el intercambio de datos seguro y confiable y los servicios digitales, como la agricultura de precisión, podrían fortalecer la colaboración justa en la cadena de valor y crear mercados eficientes. Una mayor utilización de estas tecnologías exigirá menores costes de instalación y mantenimiento y una mayor conectividad en las zonas periféricas y rurales. Además, las soluciones digitales desarrolladas para procesos estandarizados tendrán que apoyar modelos agrícolas más diversificados. La confianza, los altos niveles de seguridad y las competencias adecuadas determinarán la aceptación de las tecnologías relacionadas con el hermanamiento.

## IV. Factores geopolíticos, económicos, sociales y reguladores que determinan el hermanamiento

**Los cambios geopolíticos actuales confirman la necesidad de acelerar las transiciones gemelas, reforzando la resiliencia de la UE y la autonomía estratégica abierta.** Las

---

<sup>33</sup> IPCC (2022). Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

repercusiones de la agresión militar de Rusia contra Ucrania ya han cambiado las realidades geopolíticas y económicas. Esto incluye varios factores relevantes para el hermanamiento: el alza de los precios de la energía y los alimentos y las implicaciones sociales relacionadas, la necesidad potencial de aumentar temporalmente el uso del carbón, una mayor presión sobre las finanzas públicas, mayores tasas de inflación, mayores riesgos cibernéticos, problemas con las cadenas de suministro y acceso limitado a materias primas y tecnologías críticas. El nuevo sentido de urgencia para acelerar la transición lejos de los combustibles fósiles podría ser un punto de inflexión para la transición ecológica. La situación geopolítica también impulsará la transformación de las cadenas de suministro, como resultado de los cambios en los costes laborales y de producción mundiales, así como las repercusiones de la pandemia COVID-19. Aumentará la presión para pasar a cadenas de suministro menos vulnerables, más diversificadas y más fiables y, posiblemente, al "friend-shoring"<sup>34</sup>. En algunos casos, esto también podría reducir la huella de carbono y fomentar la economía circular. En este contexto, socios de la UE como Corea del Sur, Estados Unidos y Japón, por ejemplo, también han puesto en marcha o han comenzado recientemente a crear sistemas de seguimiento de la cadena de suministro y capacidades nacionales.

**Garantizar el acceso a materias primas críticas será primordial para las transiciones gemelas de la UE.** En la actualidad, la dependencia de la UE de terceros países, incluida China, para una serie de materias primas críticas es incluso mayor que la de Rusia para los combustibles fósiles<sup>35</sup>. La producción propia de la UE representa solo el 4% de la cadena de suministro mundial de materias primas críticas utilizadas en la producción de equipos digitales, como paladio, tantalio o neodimio.<sup>36</sup> La UE también carece de una industria de extracción, transformación y reciclado a escala adecuada. Los avances en el desarrollo de los depósitos nacionales, incluidos los de importancia estratégica para la economía, han sido insuficientes hasta la fecha, especialmente a medida que los proyectos siguen tropezando con importantes obstáculos. Al mismo tiempo, alcanzar nuestros objetivos de energía limpia requerirá aumentar las cantidades de diversas materias primas, p. ej., un aumento del uso de litio del 3500%, un componente clave para la movilidad eléctrica. Chile posee actualmente el 40% de los depósitos de litio, mientras que China alberga el 45% de sus instalaciones de refinación en todo el mundo.<sup>37</sup> Además, se espera un aumento del 330% en el uso del cobalto y del 30-35% en el uso del aluminio y el cobre.<sup>38</sup> El comercio, la cooperación y las asociaciones con una gama diversificada de países ricos en minerales y de ideas afines siguen siendo de particular importancia. El aumento de la demanda mundial aumenta la competencia por los recursos y es probable que empeore la concentración de la producción, creando así riesgos geopolíticos adicionales para la oferta. Más allá del acceso a materias primas críticas, la capacidad de establecer normas ambientales y sociales para garantizar la sostenibilidad de la minería, el

---

<sup>34</sup> Abastecerse deliberadamente de materiales, bienes o servicios críticos con aliados que compartan los mismos valores.

<sup>35</sup> Dependencias y capacidades estratégicas, SWD(2021) 352 final; Dependencias y capacidades estratégicas de la UE: segunda fase de las revisiones en profundidad, SWD(2022) 41 final.

<sup>36</sup> Solo China representa el 86% de la oferta mundial de neodimio. El paladio es principalmente proporcionado por Rusia (40%), y el tántalo por la República Democrática del Congo (33%). Comisión Europea (2020). Materias primas para las tecnologías y los sectores estratégicos en la UE: un estudio prospectivo.

<sup>37</sup> Comisión Europea (2020). Materias primas para las tecnologías y los sectores estratégicos en la UE: un estudio prospectivo.

<sup>38</sup> *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, KU Leuven and Eurometaux, 2022.

refinamiento y las actividades de reciclaje y producción de energía serán fundamentales en el nuevo contexto geopolítico.<sup>39</sup>

**Junto con una inversión suficiente, una mayor circularidad<sup>40</sup> y precisión en la producción podría ayudar a reducir estas dependencias estratégicas.** La digitalización podría acelerar aún más la circularidad, mejorando el diseño, aumentando la precisión en la producción y mejorando los procesos de reparación, renovación y reciclaje. Por ejemplo, después de 2040, el reciclado podría ser la principal fuente de suministro de la UE para la mayoría de los metales de transición, junto con la continua necesidad de metales primarios.<sup>41</sup> El reciclado será aún más importante, ya que, por ejemplo, la producción de acero o aluminio a partir de chatarra consume mucha menos energía que la de materias primas<sup>42</sup>. Por ejemplo, la contaminación por cobre del acero y el aluminio provoca importantes pérdidas de valor y, por consiguiente, un mayor consumo de energía y emisiones.

**La geopolítica de las tecnologías ganará en importancia.** El acceso a tecnologías críticas proporcionará una ventaja competitiva y reducirá las dependencias estratégicas. La capacidad actualmente limitada de la UE en algunas tecnologías horizontales debilita su posición.<sup>43</sup> La competencia tecnológica podría aumentar rápidamente, lo que llevaría a la fragmentación de los ecosistemas mundiales de innovación. Esto puede aumentar los costes y los riesgos de ciberseguridad, especialmente para las tecnologías de doble uso, p. ej., la infraestructura 5G y 6G o las tecnologías digitales en la agricultura.<sup>44</sup> Esto es aún más relevante, ya que la cantidad de datos recopilados, incluidos los hábitos y patrones de comportamiento de los consumidores, y el número de aparatos conectados aumentará enormemente. Además, también se espera que aumenten las rivalidades basadas en valores y modelos sociales. Esto ya es visible en diferentes enfoques de internet. Por ejemplo, limitar el acceso a contenidos específicos (p. ej., China, Rusia), aplicar un enfoque basado en valores (p. ej., la UE se centra en la privacidad de los datos y la inteligencia artificial fiable) o promover modelos específicos de gobernanza (p. ej., privatizado en gran parte, como en los Estados Unidos, o impulsado por el Estado, como en la cibersoberanía china).<sup>45</sup> Existe una creciente preocupación por los vínculos entre las actividades cibernéticas maliciosas y la desinformación, que amenazan la democracia, agravan las divisiones y dificultan el acceso a información precisa. Esto es relevante, ya que se han erradicado los últimos 30 años de

---

<sup>39</sup> Danino-Perraud R. (2021), *Géoéconomie des chaînes de valeur: les matières premières minérales de la filière batterie*, Études de l'Ifri, Ifri.

<sup>40</sup> P. ej., la UE podría satisfacer el 52% de la demanda de litio, el 49% de níquel y el 58% de cobalto en 2050 para la movilidad eléctrica reciclando las baterías al final de su vida útil. Rizos, V., Righetti, E., (2022) *Low-carbon technologies and Russian imports: How far can recycling reduce the EU's raw material dependency?*, CEPS Policy Insight

<sup>41</sup> *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, KU Leuven and Eurometaux, 2022

<sup>42</sup> El reciclaje puede reducir enormemente el consumo de energía por un factor teórico de 27 para el acero y un factor práctico de 30 para el aluminio. (Komiya, H. (2014), *Beyond the Limits to Growth: New Ideas for Sustainability from Japan, Science for Sustainable Societies*).

<sup>43</sup> Por ejemplo, en computación cuántica el 50% de las principales empresas están en Estados Unidos, el 40% en China y ninguna en la UE. En 5G, China capta casi el 60% de la financiación externa, Estados Unidos el 27%, Europa el 11%. En inteligencia artificial, Estados Unidos capturó el 40%, Europa el 12% y Asia (incluida China) el 32%. En biotecnología en 2018 -20, Estados Unidos gastó 260 billones de dólares, Europa 42 billones, China 19 billones. McKinsey Global Institute (2022). Asegurar el futuro de Europa más allá de la energía.

<sup>44</sup> Angyalos, Z. & Botos, S. & Szilagy, R. (2021). *The importance of cybersecurity in modern agriculture*, *Journal of Agricultural Informatics*.

<sup>45</sup> The Economist Intelligence Unit (2022). *Five ways in which the war in Ukraine will change business*.

progreso democrático<sup>46</sup>: el nivel medio de la democracia mundial en 2021 se ha reducido a su nivel de 1989. Además, el contexto geopolítico actual podría afectar a los proyectos relacionados con las transiciones gemelas en los países socios, que ya enfrentan limitaciones financieras y de suministro debido a las consecuencias de la pandemia COVID-19. Este desafío es cada vez más vital, ya que, por primera vez, se ha invertido el progreso a nivel mundial hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.<sup>47</sup>

**Ajustar nuestras políticas hacia un nuevo modelo económico será clave para lograr las transiciones gemelas.** Esto implica reorientar la visión tradicional del progreso económico hacia una más cualitativa que evolucione en torno al bienestar, la eficiencia de los recursos, la circularidad y la regeneración. En última instancia, alcanzar la neutralidad climática, el uso sostenible de los recursos, la contaminación cero y detener el declive de la biodiversidad, implica un profundo cambio de las políticas económicas y sociales, impulsado por una combinación adecuada de instrumentos basados en el mercado (por ejemplo, el precio del carbono) e inversiones en proyectos sostenibles, tanto del sector público como del privado. El crecimiento de las empresas sociales y de las inversiones para el impacto es también un factor galvanizador de este cambio.

**Las transiciones gemelas serán justas o no lo serán: la inclusión y la asequibilidad condicionarán su éxito.** Las personas con ingresos bajos y medios son más vulnerables a los impactos y costos de las transiciones gemelas, p. ej., la automatización del empleo, el acceso a soluciones digitales y servicios públicos digitales, el aumento de los precios de la energía y los alimentos, la financiación de mejoras en la eficiencia energética de los edificios, o pobreza del transporte<sup>48</sup>. También existe una brecha entre las empresas con conocimientos tecnológicos y las que se están quedando atrás desde el punto de vista tecnológico. Las disparidades regionales en el nivel de desarrollo económico y prosperidad social pueden exacerbar aún más estas dicotomías. Las fricciones en el mercado laboral y de capitales podrían hacerlas más largas y costosas. En este contexto, lograr la neutralidad climática y la sostenibilidad ambiental solo será posible si va acompañada de medidas que apoyen a estos grupos a soportar las cargas financieras conexas y a reducir las disparidades.<sup>49</sup> Alcanzar los objetivos de la Década Digital de la UE y el Pilar Europeo de Derechos Sociales será crucial para cerrar estas brechas, pero puede ser necesario tomar más medidas. Esto es aún más apremiante en vista del hecho de que aquellos para quienes la transición es más difícil de soportar son los que están en el extremo más bajo de las emisiones. De hecho, actualmente el 10 % más rico de los europeos emite per cápita más del triple que el resto de los ciudadanos europeos.<sup>50</sup>

**Las dos transiciones darán lugar a profundos cambios en el mercado de trabajo de la UE y en las competencias relacionadas.** Se perderán puestos de trabajo en los sectores y regiones que dependen en gran medida de la minería del carbón, la extracción de combustibles fósiles y las cadenas de procesamiento y suministro conexas. Por otra parte, se crearán nuevos puestos de trabajo como resultado de la transición ecológica, p. ej., en energía limpia,

---

<sup>46</sup> Boese, V., et al (2022). *Democracy Report 2022: Autocratization Changing Nature?* Varieties of Democracy Institute, V-DEM

<sup>47</sup> Esto incluye la reducción de la desigualdad, la reducción de las emisiones de carbono y la lucha contra el hambre, donde el progreso se estancó o se invirtió. ONU (2021). Progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible: informe del Secretario General.

<sup>48</sup> Ya sea debido al costo, o porque los servicios no existen.

<sup>49</sup> Esto también incluye tener en cuenta las pautas de consumo e inversión específicas por género.

<sup>50</sup> <https://wir2022.wid.world/chapter-6/>

renovación y economía circular.<sup>51</sup> Del mismo modo, es probable que la transición digital cree nuevas oportunidades de empleo y de negocio, p. ej., en las tecnologías avanzadas, mientras conduce a la pérdida de otros puestos de trabajo, total o parcialmente automatizados. Una mayor digitalización, acelerada por COVID-19, también afectará las condiciones y patrones de trabajo, así como el acceso a la protección social. Estos procesos no serán necesariamente simultáneos, y su impacto en diferentes empresas, sectores y regiones será desigual, lo que implicará posibles desequilibrios económicos y del mercado de trabajo. La transformación del contenido de los puestos de trabajo y la reasignación del empleo exigirán diferentes conjuntos de aptitudes. En general, los efectos de las transiciones gemelas en el mercado de trabajo son potencialmente complementarios, con efectos que se amplifican y anulan que merecen una mayor investigación.

**Las modalidades de producción y consumo evolucionarán.** Tecnologías como la computación en la nube, el Internet de las cosas o el análisis de grandes datos permitirán cada vez más nuevos modelos de negocio, incluida la servitización, es decir, la venta de servicios en lugar de productos. Por ejemplo, la fabricación como servicio permitirá a las empresas más pequeñas utilizar instalaciones de fabricación más eficientes y de vanguardia. Los patrones de consumo, también respaldados por el cambio demográfico, serán de gran importancia, ya que el consumo de los hogares genera hasta el 72% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.<sup>52</sup> Las opciones de los consumidores, como el uso de un vehículo eléctrico, la instalación de una bomba de calor o el reacondicionamiento de una casa, podrían reducir las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> en alrededor del 55% a nivel mundial.<sup>53</sup> Las opciones de comportamiento, p. ej., cambiar la dieta, utilizar el transporte público o el ciclismo, también serán clave, tanto para el medio ambiente como para la salud general de la población. Las tecnologías digitales también afectarán a los patrones de consumo. Con el auge del comercio electrónico, facilitarán el consumo y darán forma a las decisiones de los consumidores, cada vez más basadas en la información digital. También impulsarán las economías sociales, compartidas y circulares, así como los cambios de poseer a producir y comerciar activos, p. ej., energía renovable o artículos de segunda mano, como la moda. La vigilancia personal de la exposición o contribución a la contaminación y el acceso a los datos ambientales a través de redes de microsensores y dispositivos inteligentes permitirán a las personas elegir.

**Las normas serán importantes para permitir el hermanamiento.** Pueden apoyar el desarrollo de métodos de prueba, sistemas de gestión o soluciones de interoperabilidad necesarias para las transiciones gemelas. En muchos casos, constituyen un requisito para acceder al mercado y apoyar la aplicación de la legislación y los objetivos políticos de la UE, como el enfoque armonizado de la UE con respecto a los productos sostenibles. Las normas de datos desempeñarán un papel importante a la hora de garantizar que el aumento exponencial del volumen de datos de diferentes orígenes y datos privados<sup>54</sup> pueda utilizarse de manera eficiente y fiable. Si bien la normalización es vital para la aplicación de nuestros objetivos políticos, muchos países no pertenecientes a la UE la utilizan cada vez más con firmeza para proporcionar a sus industrias un mayor acceso al mercado y un mayor despliegue tecnológico. En ese sentido, el papel de la UE en la elaboración de normas mundiales y la voz de las

---

<sup>51</sup> Comisión Europea (2021). El futuro del empleo es verde.

<sup>52</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). Informe sobre la brecha de emisiones para 2020.

<sup>53</sup> Agencia Internacional de la Energía (2021). *Net zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector*.

<sup>54</sup> Las cifras proyectadas estiman que el volumen de datos globales aumentará 530%, de 33 zettabytes en 2018 a 175 zettabytes en 2025, (COM(2020) 66 final).

empresas de la UE en los organismos regionales de normalización seguirán siendo fundamentales.

**La inversión pública y privada seguirá siendo clave para las transiciones, apoyada también por unos mercados de capitales "favorables al hermanamiento".** El presupuesto a largo plazo de la UE para 2021-2027, junto con NextGenerationEU, asciende a 2.018 billones de euros. Al menos el 30 % se gastará en la lucha contra el cambio climático - la proporción más alta de la historia, con el mayor presupuesto de la UE. Además, en 2026-2027, el 10% del gasto anual del presupuesto a largo plazo apoyará la biodiversidad. 25 planes adoptados hasta ahora en el marco del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia dedican un 40% a objetivos ecológicos y un 26% a objetivos digitales, aunque con un enfoque algo limitado en el uso potencial de soluciones digitales para alcanzar las metas climáticas. También serán importantes los mecanismos de financiación específicos, p. ej., el Fondo para la Innovación<sup>55</sup> o el Fondo para una Transición Justa. No obstante, las necesidades adicionales de inversión privada y pública para las transiciones gemelas podrían ascender a casi 650 billones de euros anuales hasta 2030.<sup>56</sup> En la actual situación geopolítica, es probable que estas estimaciones se encuentren en el extremo inferior de las necesidades reales, especialmente para la transición ecológica.<sup>57</sup> Se necesitan inversiones adicionales, al tiempo que se tienen en cuenta los riesgos del aumento de la deuda pública, el reposicionamiento de las prioridades de las finanzas públicas y unas perspectivas económicas inciertas. Por ejemplo, un posible aumento de los gastos de defensa puede afectar a los presupuestos públicos destinados a las dos transiciones. Esto aumenta la importancia de dar prioridad al gasto, mejorar la calidad y la composición de las finanzas públicas y de las sinergias entre civiles y militares, especialmente en el ámbito de las tecnologías y los sistemas espaciales. Por último, para evitar activos inmovilizados y mecanismos de inmovilización significativos será necesario centrarse más en las decisiones de inversión a prueba de futuro, de modo que, p. ej., los edificios, la energía o la infraestructura industrial no necesiten ser desmantelados antes de que finalice su vida útil, pero en su lugar se puede reutilizar o adaptar. Esto también es importante para no dar a las tecnologías existentes una ventaja sobre los nuevos operadores.

## V. Principales ámbitos de acción

Con un renovado sentido de urgencia vinculado a la rápida evolución de la situación geopolítica, se necesitan políticas adecuadas para fortalecer las oportunidades y minimizar los riesgos potenciales relacionados con la interacción entre las transiciones digital y ecológica hasta 2050.

### **1. En un entorno geopolítico cambiante, la UE necesita seguir reforzando su resiliencia y abriendo su autonomía estratégica en sectores críticos relacionados con las transiciones.**

En el sector de la energía, es necesario intensificar los esfuerzos en relación con las fuentes de energía verde, reemplazando nuestra dependencia de los combustibles fósiles y diversificando las fuentes durante el período de transición. También sería fundamental desarrollar soluciones de almacenamiento y capacidades de almacenamiento para los portadores de energía actuales y futuros, como el hidrógeno renovable. El principio de "la eficiencia energética es lo primero"

---

<sup>55</sup> Uno de los mayores programas de financiación del mundo para la demostración comercial de tecnologías innovadoras con bajas emisiones de carbono. Proporcionará unos 38.000 millones de euros en ayudas hasta 2030, en función del precio del carbono.

<sup>56</sup> COM(2021) 662 final.

<sup>57</sup> COM(2022) 600 final.

aplicado a toda la sociedad y a todos los sectores de la economía reduciría considerablemente el consumo de energía. La apertura y la cooperación internacional serán cruciales como motores para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico, asegurando al mismo tiempo el respeto de la reciprocidad y la igualdad de condiciones. Un entorno propicio para el desarrollo de las plataformas de la UE de empresa a empresa industrial digital y de empresa a consumidor y la facilitación de la colaboración estratégica entre ecosistemas industriales contribuirán a reforzar nuestra posición en la competitividad tecnológica. También apoyará la aparición de innovadores de la UE en nuevos mercados en sectores cruciales. El trabajo del Observatorio de Tecnologías Críticas de la UE y un proceso de revisión periódica serán importantes en el contexto de los riesgos actuales y futuros de las dependencias estratégicas (tecnológicas). Basándose en los esfuerzos de modernización en curso, el conjunto de instrumentos de la política aduanera, de competencia<sup>58</sup> y de ayudas estatales también deberá mantenerse actualizado para responder a los retos derivados de las transiciones paralelas y otras evoluciones del mercado, resultado, en particular, de la situación geopolítica. Esto protegería a la UE contra los productos y procesos insostenibles de terceros países, al tiempo que amortiguaría los efectos de los inevitables costes a corto plazo tanto dentro como fuera de Europa. Del mismo modo, la contribución de la Política Agrícola Común a la seguridad alimentaria, así como otras acciones para reforzar la resiliencia de los sistemas alimentarios, se considerará más estratégicamente con vistas al hermanamiento y a la autonomía estratégica abierta de Europa en el nuevo contexto geopolítico.

**2. La UE debe redoblar sus esfuerzos para impulsar las transiciones gemelas a nivel mundial.** Debe darse prioridad al multilateralismo basado en normas y a la cooperación internacional basada en valores. La cooperación global, incluso a través de una agenda proactiva de investigación e innovación con socios afines, será importante para acelerar el desarrollo de las tecnologías de hermanamiento y abordar las preocupaciones relacionadas con la digitalización. Los costos y beneficios de las transiciones paralelas deben transmitirse claramente a los países asociados, especialmente a los que probablemente se verán más afectados. Deben intensificarse la diplomacia digital y ecológica y la divulgación, aprovechando el poder de la regulación y la normalización y promoviendo los valores de la UE. La experiencia de la UE en el comercio de derechos de emisión limitándolos, fijando los precios de la contaminación y generando ingresos para acelerar la descarbonización y apoyar a los más vulnerables podría inspirar a otros países a utilizar sistemas similares. Se deben establecer asociaciones estratégicas mutuamente beneficiosas, en particular con los países vecinos y los países africanos. Esto incluye el apoyo financiero para proyectos relacionados con las transiciones gemelas, basadas en el comercio y la inversión sin distorsiones, también en consonancia con el Portal Mundial de la UE. Para ello será necesario desarrollar una infraestructura física ecológica y digital (5G y 6G seguras, corredores de transporte limpios, fuentes de energía alternativas, líneas de transmisión de energía limpia) y proporcionar un entorno propicio para los proyectos. Los bonos verdes podrían ser un instrumento eficaz para financiar proyectos gemelos de infraestructura a fin de asegurar beneficios para todos.

**3. La UE necesita gestionar estratégicamente sus suministros de productos básicos críticos para lograr las transiciones gemelas, al tiempo que refuerza sus capacidades de defensa y preserva la competitividad de su economía.** El desarrollo de las capacidades nacionales y la diversificación de las fuentes de suministro a lo largo de la cadena de valor serán fundamentales para reducir significativamente las dependencias estratégicas existentes y evitar el riesgo de reemplazarlas por otras nuevas. Esto reviste particular importancia en la

---

<sup>58</sup> De conformidad con la Comunicación "A competition policy fit for new challenges", COM(2021) 713 final.

esfera de las materias primas críticas, que requiere un enfoque sistémico y a largo plazo.<sup>59</sup> La UE debería mejorar su capacidad para supervisar los mercados mundiales de productos básicos a fin de anticipar y mitigar las interrupciones de la cadena de suministro y equiparse, cuando proceda, con instrumentos como el almacenamiento y las opciones de adquisición conjunta para la próxima interrupción del suministro. Para asegurar su abastecimiento se requerirá la creación de asociaciones estratégicas con los países socios ricos en minerales, especialmente con países afines, así como el desarrollo de proyectos nacionales de minería y procesamiento, garantizando al mismo tiempo un alto nivel de protección del medio ambiente. La UE también debe apoyar y acelerar el desarrollo de los proyectos estratégicos europeos más valiosos, entre otras cosas mediante la racionalización y la agilización de los procedimientos de concesión de permisos, respetando plenamente el acervo medioambiental y las normas armonizadas para la participación pública. Esto debe complementarse con inversiones en innovación y transición a la economía circular, desarrollo de minas urbanas y creación de un mercado de materias primas secundarias mediante la introducción de objetivos de recogida, eficiencia de reciclado y contenido reciclado: productos más duraderos y niveles más altos de reciclaje de calidad disminuirán la dependencia en el abastecimiento de recursos primarios después de 2035. Son necesarios esfuerzos para promover los más altos estándares de sostenibilidad e innovación, minimizar la huella medioambiental y social de la cadena de valor de las materias primas, así como movilizar la red de acuerdos comerciales y de inversión y la potencia financiera del *Team Europe* para atraer inversiones en toda la cadena de valor de las materias primas en la UE y en terceros países.

#### **4. La UE necesita reforzar la cohesión social y económica a lo largo de las transiciones.**

Los trabajadores, las empresas, los sectores y las regiones en transición necesitan apoyo e incentivos adaptados para adaptarse. El diálogo social, las inversiones para la creación de empleo de calidad y el desarrollo oportuno de asociaciones entre los servicios públicos de empleo, los sindicatos, la industria y las instituciones educativas son fundamentales. Esto también exige reforzar la protección social y el estado del bienestar, incluyendo mecanismos para prevenir o abordar de manera específica los impactos negativos en las comunidades y hogares de ingresos bajos y medios y luchar contra la pobreza, así como facilidades de rescate de empleo y políticas que ayuden a las transiciones del mercado laboral para hacer frente a las crisis. Las estrategias de desarrollo regional y las inversiones, apoyadas por la política de cohesión, deberían apuntalar las transiciones paralelas, reduciendo al mismo tiempo las disparidades económicas, sociales y tecnológicas, incluida la injusticia medioambiental. Una conectividad fluida y segura, incluso en las zonas rurales y remotas, en combinación con el desarrollo de capacidades y competencias, será clave para garantizar que todos los ciudadanos y las empresas puedan beneficiarse del hermanamiento.

**5. Los sistemas de educación y formación deben adaptarse a la nueva realidad socioeconómica.** Esto implica tanto el aprendizaje de habilidades para adaptarse a una realidad tecnológica y a un mercado laboral en rápida transformación, como habilidades verdes y conciencia climática para apoyar la creación de valor en la transición ecológica y la ciudadanía responsable. Garantizar que las transiciones gemelas sean justas para todos depende de que se incremente sustancialmente el gasto social relacionado con el hermanamiento, por ejemplo, en educación y aprendizaje permanente, dentro de un marco de transición justa. Es necesario aumentar la movilidad laboral entre sectores y la migración legal selectiva. También será

---

<sup>59</sup> La Comunicación RePowerEU subraya que la UE debe proporcionar urgentemente un marco adecuado que apoye los esfuerzos de los Estados miembros y de la industria en este ámbito, incluso mediante una propuesta legislativa.



esencial apoyar estilos de vida sostenibles de "1,5 grados", implicando a los ciudadanos y a las empresas, garantizando la asequibilidad, configurando políticas e infraestructuras que los animen.

**6. Las inversiones adicionales deben destinarse a tecnologías e infraestructuras de apoyo al hermanamiento.** Para reforzar la resiliencia de la UE y facilitar las transiciones paralelas, las reformas e inversiones específicas deben abordar las vulnerabilidades a nivel nacional y de la UE. Es preciso coordinar estrechamente las políticas macroeconómicas y sectoriales pertinentes. Se requiere un cambio adicional en las inversiones hacia el largo plazo, y activos sostenibles. La UE tendrá que aprovechar las inversiones privadas y públicas adicionales a largo plazo en hermanamientos, especialmente en I+i a través de tecnologías y sectores críticos, captación y sinergias entre tecnologías, capital humano e infraestructuras. Esto requiere un marco propicio. Completar la Unión Bancaria y la Unión de los Mercados de Capitales será esencial para aumentar la solidez de los mercados financieros, mitigar los posibles riesgos futuros para la estabilidad financiera y garantizar unos mercados financieros profundos y líquidos. Esto incluye la promoción de marcos financieros sostenibles para aumentar las inversiones privadas en proyectos sostenibles. La taxonomía de la UE y el principio subyacente de "no hacer daño significativo" son un paso importante en esta dirección. Las inversiones adicionales requerirán instrumentos de financiación que combinen recursos privados y públicos. Los proyectos multinacionales podrían facilitar la puesta en común de recursos comunitarios, nacionales y privados. La contratación pública y privada ecológica debería ampliarse a las tecnologías digitales sostenibles. Deberían considerarse las subvenciones para la producción y el consumo sostenibles. El emprendimiento social y la inversión de impacto por parte de los agentes privados serán importantes. Las políticas fiscales y los impuestos deben adaptarse a las transiciones gemelas, ahorrar inversiones adicionales hacia proyectos que las promuevan<sup>60</sup> y proporcionar las señales de precios e incentivos adecuados a los productores, usuarios y consumidores.

**7. La conducción de las transiciones requiere marcos de monitoreo robustos y confiables.** Las cuatro dimensiones de la sostenibilidad competitiva, es decir, la equidad. La sostenibilidad ambiental, la estabilidad económica y la productividad requieren un diseño de políticas ambicioso e integrado que preste atención tanto a las sinergias como a las tensiones. El necesario cambio hacia un nuevo modelo económico exige un enfoque integrado para medir y supervisar el bienestar más allá del PIB, teniendo en cuenta las generaciones actuales y futuras, tanto en la UE como fuera de ella. Orientar las decisiones políticas que permitan aprovechar plenamente su potencial sostenible y beneficiarse de una financiación sostenible, Se necesita un marco nuevo y sólido a escala de la UE para medir tanto los efectos facilitadores de la digitalización como su huella global en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y uso de la energía y los recursos, incluidos los minerales y las tierras raras.<sup>61</sup> Disponer de información precisa y fiable y de estadísticas oficiales puede ayudar a los ciudadanos, las empresas y las autoridades públicas a tomar decisiones informadas. En última instancia, el seguimiento de los datos puede ayudar a la UE a evaluar si son necesarias medidas adicionales.

**8. Un marco regulador de la UE ágil y preparado para el futuro, centrado en el mercado único, propiciará modelos empresariales y patrones de consumo sostenibles.** El mercado

---

<sup>60</sup> La reciente propuesta de introducir una reducción de la deuda y de limitar la deducibilidad de intereses a efectos del impuesto de sociedades (COM(2022) 216) desempeñará un papel importante en el fomento de las transiciones gemelas.

<sup>61</sup> La Coalición Digital Verde Europea está realizando algunos esfuerzos en este sentido.

único y sus diversas dimensiones, p. ej., datos o energía, necesitan evolucionar continuamente para acompañar las transiciones gemelas. Se necesita un marco regulador mejor, con incentivos para la innovación, para promover la circularidad, crear mercados propicios, fortalecer los ecosistemas industriales y garantizar la diversidad de los agentes del mercado. Deben eliminarse sistemáticamente los obstáculos administrativos para facilitar los proyectos e infraestructuras relacionados con el hermanamiento. El creciente papel de los activos intangibles exigirá un marco de propiedad intelectual adecuado. La formulación de políticas de la UE debería aprovechar mejor el uso de soluciones digitales, como los gemelos digitales, la inteligencia artificial para la previsión o la modelización en las evaluaciones de impacto. El hermanamiento podría analizarse mejor en las evaluaciones de la legislación existente, examinando los efectos combinados.<sup>62</sup> Los consumidores deben estar protegidos contra prácticas engañosas, como el lavado ecológico o la obsolescencia planificada. Los beneficios y desafíos de las transiciones deben ser discutidos con el público. La participación en la toma de decisiones podría mejorarse con tecnologías digitales o laboratorios vivos. El uso de la inteligencia artificial para apoyar el compromiso de los ciudadanos en la formulación de políticas, como ha sido el caso de la plataforma digital desarrollada para la Conferencia sobre el Futuro de Europa, debe estudiarse más a fondo.

**9. El establecimiento de normas será clave para el hermanamiento y para garantizar la ventaja de la UE como primer motor de la sostenibilidad competitiva.** El diseño de los productos, basado en el principio de "reducir, reparar, reutilizar y reciclar", debe convertirse en algo habitual. Las medidas actuales para garantizar la sostenibilidad de los bienes físicos en la UE deben ir acompañadas de normas para todos los sectores, con el fin de invertir el exceso de consumo y la obsolescencia programada. Las recientes propuestas de la Comisión<sup>63</sup> para obligar a los comerciantes a proporcionar a los consumidores información sobre la durabilidad y la reparabilidad de los productos podrían proporcionar una base sólida para ello. La UE debe desarrollar un enfoque más estratégico de las actividades internacionales de normalización en los formatos globales pertinentes.<sup>64</sup> Para garantizar su aplicación, las normas internacionales deben ir acompañadas de seguimiento y trazabilidad. Por ejemplo, el establecimiento de una norma mundial para las baterías podría requerir un pasaporte digital para rastrear la huella ética y ambiental de sus componentes. La utilización de normas para garantizar la interoperabilidad de las tecnologías y las infraestructuras de hermanamiento también permitirá la integración de los socios de la UE en el proceso de aplicación.

**10. Se necesitará un marco de seguridad cibernética y de intercambio de datos más sólido para aprovechar el potencial de las tecnologías de hermanamiento.** La mejora de la interoperabilidad entre los diferentes propietarios, productores y usuarios de datos de la UE, incluidos los sistemas de información nacionales y subnacionales, facilitará el intercambio de datos por parte de diferentes agentes: autoridades públicas, empresas, sociedad civil e investigadores. Un marco de intercambio de datos reforzado y más seguro que aclare la ambigüedad sobre la responsabilidad y la propiedad a la hora de transferir datos protegerá a las personas y las empresas; también ayudará a fomentar la confianza y la aceptación en las tecnologías de hermanamiento. Será importante contar con enfoques comunes para los parámetros de ciberseguridad de los productos y servicios, incluidos conjuntos amplios de normas, requisitos técnicos, normas y procedimientos. Además, la resiliencia de las entidades

---

<sup>62</sup> Recomendación del proyecto de dictamen de la plataforma *Fit for Future* sobre "How to favour interconnectivity between the digital and green transition, including through simplification".

<sup>63</sup> COM(2022) 143 final.

<sup>64</sup> De conformidad con la Estrategia de la UE sobre normalización, COM(2022) 31 final.

e infraestructuras críticas debe reforzarse con un marco de la UE que abarque todos los peligros para ayudar a los Estados miembros a garantizar que las entidades críticas puedan prevenir, resistir y recuperarse de las perturbaciones. La asequibilidad de las tecnologías de ciberseguridad también será clave.



## VI. Conclusiones

Una mejor comprensión de las interacciones entre las transiciones digital y ecológica es clave para el éxito del hermanamiento, en medio de varias megatendencias futuras y eventos imprevistos. Los ámbitos de acción presentados en la presente Comunicación (véase más arriba) responden a la necesidad de maximizar las sinergias y abordar las tensiones entre las transiciones gemelas. Esto requiere un enfoque dinámico para anticipar el cambio y adaptar las respuestas políticas, al tiempo que se mantiene firmemente el rumbo hacia los objetivos a largo plazo. De esta manera, para 2050 un hermanamiento exitoso apoyará una economía nueva, regenerativa y climáticamente neutral, reduciendo los niveles de contaminación, restaurando la biodiversidad y el capital natural, gracias a tecnologías digitales y otras tecnologías sostenibles. Contribuirá a posicionar a la UE como defensora de la sostenibilidad competitiva y a reforzar su resiliencia y

su autonomía estratégica abierta. Esto irá de la mano con una transición justa que beneficie a todas las personas, comunidades y territorios, en Europa y más allá.

El próximo Informe anual sobre Prospectiva Estratégica se centrará en los principales retos y oportunidades a los que se enfrentará Europa en las próximas décadas, proporcionando una visión estratégica relevante para reforzar el papel global de la UE.