



Bruselas, 29.6.2022
COM(2022) 289 final

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

Informe de prospectiva estratégica 2022

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

I. Introducción

El mundo está experimentando cambios geopolíticos tectónicos que refuerzan las megatendencias que ya afectan a la UE¹. Las consecuencias a largo plazo de la agresión militar de Rusia contra Ucrania, en particular para la energía, la alimentación, la economía, la seguridad, la defensa y la geopolítica, afectarán claramente a la senda de Europa hacia unas transiciones ecológica y digital justas. 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 diversos ámbitos, desde la energía, los alimentos, 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 basándose en un ejercicio de prospectiva completo², el informe de prospectiva estratégica de 2022 presenta una reflexión estratégica prospectiva sobre las interacciones entre las transiciones ecológica y digital. Ambas 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 su naturaleza es diferente y cada una de ellas está sujeta a dinámicas específicas, su **hermanamiento**, es decir, su capacidad para reforzarse mutuamente, merece un análisis más detenido. La transición ecológica no se producirá sin los objetivos y las políticas establecidos en el Pacto Verde Europeo, una estrategia transversal para alcanzar la neutralidad climática y reducir la degradación del medio ambiente de aquí a 2050. Hasta hace poco, la transición digital avanzó con consideraciones de sostenibilidad limitadas. Para reducir los efectos secundarios adversos y aprovechar todo su potencial para lograr la sostenibilidad medioambiental, social y económica, la transición digital requiere un marco político y una gobernanza adecuados, tal como se presenta en la Brújula Digital y el paquete «Objetivo 55»³.

En el camino hacia 2050, el Hermanamiento dependerá de la capacidad de desplegar tecnologías nuevas y existentes a gran escala, así como de diversos factores geopolíticos, sociales, económicos y reglamentarios. Sobre la base de su análisis, la presente Comunicación determina diez ámbitos clave en los que será necesario actuar. Es necesario un enfoque global, orientado al futuro y estratégico para la doble transición, que reconozca

¹ El informe de prospectiva estratégica de 2021 citó 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 principales megatendencias que afectarán a la autonomía estratégica abierta de la UE en las próximas décadas. [COM(2021) 750 final].

² La presente Comunicación se basa en el informe de la serie de la ciencia al servicio de la política («Science for Policy») del Centro Común de Investigación titulado *Towards a green and digital future. Key requirements for successful twin transitions in the European Union* [«Hacia un futuro ecológico y digital. Requisitos clave para el éxito de la doble transición en la Unión Europea», documento en inglés] [<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>]. El proceso de preparación incluyó consultas con expertos y partes interesadas, la publicación de una convocatoria de datos, debates con socios del sistema europeo para el análisis estratégico y político y con los Estados miembros en la Red de prospectiva a escala de la UE.

³ «Objetivo 55»: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática, COM(2021) 550 final.

su naturaleza intrínsecamente geopolítica, a fin de reforzar aún más sus sinergias y hacer frente a las tensiones.

II. Sinergias y tensiones entre las transiciones ecológica y digital

Las tecnologías digitales podrían desempeñar un papel clave en la consecución de la neutralidad climática, la reducción de la contaminación y la recuperación de la biodiversidad. Al medir y controlar los insumos, y con una mayor automatización, tecnologías como la robótica y la internet de las cosas podrían mejorar la eficiencia de los recursos y reforzar la flexibilidad de los sistemas y las redes. Una gestión de datos basada en la cadena de bloques y eficiente desde el punto de vista energético a lo largo de todo el ciclo de vida, y la cadena de valor de los productos y servicios podrían impulsar el progreso hacia una economía más circular y una sostenibilidad competitiva⁴. Las tecnologías digitales también podrían apoyar el seguimiento, la notificación y la verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero para la tarificación del carbono. Los pasaportes digitales de productos permiten una trazabilidad mejorada del material, de los componentes y de extremo a extremo y hacen que los datos sean más accesibles, lo que es esencial para modelos empresariales circulares viables. Los gemelos digitales⁵ podrían facilitar la innovación y el diseño de procesos, productos o edificios más sostenibles. La computación cuántica facilitará las simulaciones demasiado complejas para los ordenadores clásicos. Las tecnologías de datos espaciales que proporcionan información mundial en tiempo real supervisan los avances hacia la sostenibilidad. El intercambio de datos o la ludificación pueden aumentar la participación pública en la dirección de las transiciones y la cocreación de innovaciones.

Proseguir 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 fusión⁶ nuclear serán importantes en el contexto de las crecientes necesidades energéticas en el sector digital. El fomento de políticas orientadas a la neutralidad climática y la eficiencia energética de los centros de datos y las infraestructuras en la nube de aquí a 2030, en particular mediante la satisfacción de su demanda de electricidad con energía solar o eólica, apoyará la ecologización de las tecnologías basadas

⁴ 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, propiciado por las tecnologías digitales y limpias, que haga de Europa un líder transformador y un pionero competitivo a escala mundial. [COM(2019) 650 final].

⁵ 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 simulación, aprendizaje automático y razonamiento para ayudar a la toma de decisiones. El desarrollo de la iniciativa Destino Tierra de la UE (DestinE) y sus gemelos digitales de la tierra es fundamental para predecir los efectos y reforzar la resiliencia frente al cambio climático. Además, el gemelo digital del océano ayudará a diseñar las maneras más eficaces de restaurar los hábitats marinos y costeros, apoyar una economía azul sostenible, mitigar el cambio climático y adaptarse a él.

⁶ Treinta y cinco países están colaborando para construir el mayor dispositivo de fusión magnética del mundo, a fin de demostrar la viabilidad de la fusión como fuente de energía a gran escala y sin emisiones de carbono, sobre la base del mismo principio que alimenta las estrellas.

en datos, como el análisis de macrodatos, la cadena de bloques y la internet de las cosas. Sin embargo, los retrasos en el despliegue de la capacidad y las infraestructuras de generación de energías renovables pueden plantear 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 los sectores terciarios. Las finanzas sostenibles contribuirán a movilizar inversiones climáticamente neutras en el sector digital. Un mejor diseño, modelos de negocio y modelos de producción más circulares 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 al utilizar las tecnologías digitales.

A menos que las tecnologías digitales sean más eficientes desde el punto de vista energético, su uso generalizado aumentará el consumo de energía. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son responsables del 5-9 % del consumo mundial de electricidad y alrededor del 3 % de las emisiones de gases de efecto invernadero⁷. La falta de un marco consensuado para medir el impacto medioambiental de la digitalización, incluidos los posibles efectos de rebote⁸, provoca notables variaciones en estas estimaciones. Sin embargo, los estudios muestran que el consumo eléctrico de las TIC seguirá creciendo⁹, impulsado por el aumento del uso y la producción de dispositivos de consumo, la demanda de las redes, los centros de datos y los criptoactivos. El consumo de energía también aumentará debido al mayor uso de las plataformas en línea, los motores de búsqueda, los conceptos de realidad virtual, como el metaverso¹⁰, y las plataformas de transmisión de música o vídeo. Por otra parte, el despliegue de las próximas generaciones de chips de bajo consumo¹¹ y las tecnologías de conectividad más eficientes (5G y 6G, redes impulsadas por inteligencia artificial) podría reducir la huella global de las TIC.

Surgirán nuevas tensiones en relación con los residuos electrónicos y las huellas medioambientales de las tecnologías digitales. Una mayor dependencia de la electrónica, los teléfonos y los equipos informáticos está acelerando la producción mundial de residuos electrónicos, que podrían alcanzar los 75 millones de toneladas de aquí a 2030¹². En la UE, actualmente solo el 17,4 % de esta cantidad se trata y recicla adecuadamente¹³, mientras que la producción de residuos electrónicos aumenta anualmente en 2,5 millones de toneladas¹⁴. Sin unas políticas adecuadas, todo cambio a nuevas normas o tecnologías requerirá una sustitución masiva de los equipos. Por ejemplo, la 5G y la 6G obligarán a los usuarios a

⁷ Freitag, C. et al. (2021). *The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations* [«El clima real y el impacto transformador de las TIC: Una crítica a las estimaciones, las tendencias y la normativa», documento en inglés], Patterns 2.

⁸ Respuestas conductuales a la mejora de la eficiencia que contrarresten los ahorros potenciales.

⁹ Por ejemplo, según Andrae, A. (2022), *Net global effect of digital - power and carbon* [«Efecto global neto de lo digital - energía y carbono», documento en inglés], la huella eléctrica de las TIC podría crecer de 1988 teravatios-hora en 2020 a 3200 en 2030.

¹⁰ Consejo de la Unión Europea (2022). *Metaverso - Mundo virtual, retos reales*.

¹¹ Con la Ley de Chips para Europa [COM (2022) 45 final], la UE pretende hacer frente a la escasez de semiconductores y reforzar su liderazgo tecnológico, entre otras cosas, mediante el aumento de la capacidad de producción hasta el 20 % del mercado mundial de aquí a 2030.

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

¹³ WEEE Forum (2021): https://weee-forum.org/ws_news/international-e-waste-day-2021/.

¹⁴ UIT (2020). *The Global E-waste monitor* (Observatorio mundial de los residuos electrónicos).

sustituir los equipos para aprovechar plenamente sus beneficios, ya que la mayoría de los teléfonos inteligentes, tabletas y ordenadores existentes solo serían compatibles retroactivamente¹⁵. Los avances en la digitalización también incrementarán el uso del agua, por ejemplo, para la refrigeración de los centros de datos o la fabricación de chips. La minería y la transformación de las materias primas necesarias para las transiciones plantean problemas medioambientales y éticos. Por último, los riesgos climáticos y medioambientales afectarán a la vida útil y al funcionamiento de las infraestructuras digitales críticas. En los próximos treinta años, el coste de los daños causados por fenómenos meteorológicos extremos en toda la UE podría aumentar un 60 %¹⁶.

En general, si se gobiernan adecuadamente, las tecnologías digitales pueden contribuir a crear una economía y una sociedad climáticamente neutras y eficientes en el uso de los recursos, reduciendo el uso de la energía y los recursos en sectores económicos clave y haciéndose más eficientes en el uso de los recursos.

III. Tecnologías críticas para el hermanamiento

La energía, el transporte, la industria, la construcción y la agricultura son los sectores que más gases de efecto invernadero emiten de la UE¹⁷. Reducir su huella, como también prevé el paquete «Objetivo 55», y reforzar su resiliencia es, por tanto, fundamental para el éxito del hermanamiento. No obstante, sin las tecnologías y políticas adecuadas, el impacto medioambiental negativo de estos sectores podría ser más difícil de reducir. A escala mundial, esto es especialmente cierto, ya que una población prevista de 9 700 millones de habitantes para 2050, con ingresos medios más elevados, necesitará más alimentos, productos industriales, energía, vivienda, movilidad y agua.

Hasta 2030, la mayor parte de las reducciones de las emisiones de CO₂ procederán de las tecnologías disponibles en la actualidad. Sin embargo, la neutralidad climática y la circularidad de aquí a 2050 se verán favorecidas por el desarrollo de nuevas tecnologías, actualmente en fase experimental, de demostración o de prototipo¹⁸. Esto incluye diversas 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 hacia una energía limpia, destacando la necesidad de acelerarla y aunar fuerzas para lograr un sistema energético más resiliente y una verdadera Unión de la Energía¹⁹. La UE ha presentado opciones ambiciosas para mitigar

¹⁵ EIT Digital (2022). Informe *Digital Technologies and the Green Economy* [«tecnologías digitales y la economía ecológica», documento en inglés].

¹⁶ AEMA (2022). *Economic losses and fatalities from weather-and climate-related events in Europe* [«Pérdidas económicas y muertes por fenómenos meteorológicos y climáticos en Europa», documento en inglés].

¹⁷ En 2019 representaban la siguiente parte de las emisiones de gases de efecto invernadero por sector en la UE: suministro de energía 27 %; transporte nacional 23 %; industria 21 %; residencial y comercial 12 %; agricultura 11 %. (Visualizador de datos sobre gases de efecto invernadero de la Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021).

¹⁸ Agencia Internacional de la Energía (2021).

¹⁹ Plan REPowerEU, COM (2022) 230 final.

el impacto de los elevados 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 y el aumento del ahorro energético 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 % de aquí a 2030²⁰. Esto es aún más pertinente, ya que los avances de la doble transición aumentarán la demanda de electricidad.

La digitalización puede reforzar la seguridad energética de la UE. Las tecnologías digitales pueden apoyar flujos más eficientes de vectores energéticos 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, sensores novedosos, datos por satélite y cadenas de bloques. Esto permitiría a las redes inteligentes ajustar el consumo a las condiciones meteorológicas que afectan a la producción de energías renovables variables. Eso permitirá la gestión y distribución eficaces de las energías renovables, facilitará el intercambio transfronterizo y evitará interrupciones. La digitalización empoderará a las personas y las empresas, permitiéndoles cambiar el consumo a fuentes de energía ecológicas, ajustar el consumo o incluso comerciar con energía. La «Energía como servicio»²¹ y los servicios energéticos innovadores basados en datos pueden cambiar la manera en que interactúan los proveedores de energía y los consumidores. 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 energéticos requerirá mayores capacidades de ciberseguridad y sistemas de comunicaciones seguros, autónomos y ubicuos, tales como una conectividad espacial segura.

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 escala mundial, el transporte de pasajeros podría casi triplicarse entre 2015 y 2050. En la UE, se espera que el transporte de pasajeros por carretera crezca alrededor de un 21 % y el transporte de mercancías un 45 % de aquí a 2050, a pesar de los esfuerzos por transferir más tráfico a otros modos de transporte, como el ferrocarril o el transporte acuático²². La urbanización, la creciente sensibilización de los consumidores, la evolución de los costes de las opciones de transporte sostenibles (todavía relativamente elevados en la actualidad) y los nuevos modelos de negocio (también en lo que respecta a la gestión de la cadena de suministro) también afectarán al sector. Además, la digitalización

²⁰ COM(2022) 230 final.

²¹ Modelo de negocio en el que los proveedores de servicios energéticos no solo ofrecen una forma de energía, sino más bien un «producto energético llave en mano», como mantener la temperatura de un edificio en un determinado rango objetivo.

²² En comparación con 2015, sobre la base del escenario MIX de «Objetivo 55». Comisión Europea, 2021, *Policy scenarios for delivering the European Green Deal* [«Escenarios políticos para la consecución del Pacto Verde Europeo», documento en inglés].

puede acelerar aún más la hibridación del lugar de trabajo, lo que afecta a la movilidad local y transfronteriza de los trabajadores.

Junto con las tecnologías digitales, unas aplicaciones más amplias para las baterías de próxima generación²³ permitirán un cambio importante de la movilidad hacia la sostenibilidad. Esto se aplica a diversos modos de transporte, en particular los de pasajeros y mercancías, los camiones pesados o la aviación. Por ejemplo, las aeronaves eléctricas podrían conectar pequeños aeropuertos regionales de toda la UE. La gestión de la demanda adicional de electricidad procedente del transporte, tanto para la electrificación directa como para la producción masiva de combustibles renovables y con bajas emisiones de carbono para sectores difíciles de descarbonizar, como la aviación y el transporte acuático, debe ir acompañada de una mejora de la eficiencia energética de los vehículos eléctricos. También requiere un enfoque a nivel de sistema para integrar sensores, potencia informática y software avanzado. El uso de datos de los vehículos y su entorno pueden optimizar la carga. La recarga bidireccional podría ofrecer flexibilidad a las redes eléctricas inteligentes, apoyando la integración de las energías renovables y maximizando su uso. Además, en combinación con los servicios espaciales, la digitalización puede apoyar soluciones fiables para buques y vehículos conectados y automatizados (incluidos los autónomos), contribuyendo 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 vivientes, 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 los vehículos pueden proporcionar datos completos sobre el rendimiento en tiempo real, el historial de servicio, la configuración, la sustitución de piezas o la garantía. La movilidad inteligente requerirá importantes inversiones para desarrollar nuevas tecnologías e infraestructuras, así como el acceso a diversas tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, la nube o los semiconductores. Además, para alcanzar una masa crítica y evitar la dependencia de grandes actores dominantes, los agentes del sector tendrán que crear asociaciones, poner en común inversiones y acordar normas, infraestructuras, plataformas y marcos de gobernanza comunes. También será fundamental 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, combinando todos los modos de transporte en una plataforma única e interoperable, como «movilidad como servicio» o «transporte como servicio». Esto podría aumentar la eficiencia, las elecciones de los consumidores, la accesibilidad y la asequibilidad, en particular del transporte público. Además, las plataformas digitales impulsarán otras opciones, como la puesta en común y el uso compartido. La tecnología digital también es fundamental para garantizar la aparición de servicios de movilidad multimodal conectada en las ciudades, así como en las regiones remotas y rurales, permitiendo a los ciudadanos y a las empresas acceder y elegir entre diferentes opciones tanto para el transporte de pasajeros como para el transporte de mercancías. Además, las nuevas tecnologías y soluciones basadas en la inteligencia artificial, digitales y de bajas emisiones, como los drones, tienen el potencial de ofrecer un amplio espectro de nuevas aplicaciones y servicios, desde la entrega de bienes hasta la asistencia

²³ Por ejemplo, el ion-litio de estado sólido sin cobalto o los que utilizan materiales DRX (sales de roca desordenadas con exceso de litio, que permiten fabricar cátodos de batería sin níquel ni cobalto).

médica. Esto requerirá una mayor interoperabilidad entre los diferentes modos, operadores y plataformas, y una conectividad ubicua. En particular, un acceso mejor y más amplio 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 ajustar mejor la oferta y la demanda a un coste y un impacto medioambiental menores. El acceso a los datos también es fundamental para mejorar la gestión del tráfico y ofrecer a los clientes y a las empresas una mayor variedad de soluciones de movilidad sostenible.

3. Impulsar la neutralidad climática de la industria a través de las tecnologías digitales

Para avanzar hacia la neutralidad climática en 2050, ya en 2030 la industria de la UE tendrá que reducir sus emisiones de CO₂ en un 23 % con respecto a 2015²⁴. La industria es responsable a nivel mundial de aproximadamente el 37 % del consumo final de energía²⁵ y de aproximadamente el 20 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero²⁶. Cuatro industrias de gran consumo de energía (acero, cemento, productos químicos, pasta de papel y papel) representan alrededor del 70 % de sus emisiones totales de CO₂. También son los mayores usuarios industriales de energía de la UE.

Las tecnologías digitales serán importantes para gestionar la oferta y la demanda de los grandes usuarios industriales de energía en un sistema con diversas fuentes y materias primas. Los contadores inteligentes, incluidos los subcontadores, y los sensores podrían aumentar la eficiencia energética, proporcionando información en tiempo real sobre su consumo y contribuyendo a las herramientas de gestión de la energía. El control de supervisión, el análisis de macrodatos y los sistemas de adquisición de datos²⁷ mejorarán la eficiencia de los procesos industriales, así como los datos de los procesos para posibilitar decisiones más inteligentes. Los gemelos digitales ayudarán a mejorar el diseño de los sistemas, ensayarán nuevos productos, supervisarán y garantizarán el mantenimiento preventivo, evaluarán el ciclo de vida de los productos y seleccionarán materiales óptimos. La optimización basada en los datos ayudará a mejorar los materiales existentes, a desarrollar alternativas más ecológicas y a prolongar su vida útil. La supervisión y el seguimiento proporcionan información sobre los materiales o piezas utilizados en los productos, lo que podría impulsar la circularidad mediante un mejor mantenimiento y un reciclado en 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 4D²⁸, también tendrán un papel importante que desempeñar. La adopción de soluciones digitales por parte del 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. Ecologización de los edificios con la digitalización

²⁴ Documento SWD(2021) 601 final.

²⁵ International Energy Agency (2020).

²⁶ United States Environmental Protection Agency (2021).

²⁷ Sistema informatizado de recogida y tratamiento de datos y aplicación de controles operativos a larga distancia.

²⁸ Los objetos impresos en 4D pueden cambiar de forma o automontarse a lo largo del tiempo si están expuestos a un estímulo como el calor, la luz, el agua, el campo magnético u otra forma de energía que active el proceso de cambio.

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 de aquí a 2060. En la UE, el número de personas que viven en regiones predominantemente urbanas e intermedias podría alcanzar el 80 % de aquí a 2050²⁹. También habrá más hogares pequeños, que probablemente consumirán más energía por persona que aquellos 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 energético³⁰.

Para lograr la neutralidad climática y obtener beneficios significativos desde una perspectiva de contaminación cero, los edificios nuevos tendrán que ser de cero emisiones de aquí a 2030 y será necesario renovar una quinta parte de los ya existentes³¹. Alcanzar la neutralidad climática en el sector exigirá sustituir la calefacción con combustibles fósiles por alternativas sostenibles como las bombas de calor, reducir la huella de carbono derivada del uso del agua y mejorar el rendimiento energético global, garantizando al mismo tiempo que las soluciones estén al alcance de todas las personas. Esto contribuirá al objetivo de la UE de renovar 35 millones de edificios ineficientes desde el punto de vista energético de aquí a 2030³². Los edificios y contadores inteligentes podrían contribuir a alcanzar estos objetivos y a luchar contra la pobreza energética. De aquí a 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 anonimizados, los aparatos inteligentes y el comportamiento de los consumidores permitirán inversiones específicas en renovaciones. Los registros digitales y el análisis del ciclo de vida serán necesarios para evaluar, notificar, almacenar y rastrear la información sobre las emisiones de todo el ciclo de vida, y contribuirán a reducir el impacto medioambiental de los materiales y a evitar el uso de materiales tóxicos. Los gemelos digitales podrían cambiar la manera 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 inmobiliario y una mayor resiliencia de los edificios frente a acontecimientos peligrosos.

5. Agricultura más inteligente y ecológica

Las crisis climáticas y medioambientales, los cambios demográficos y la inestabilidad geopolítica pondrán en peligro la resiliencia de la agricultura de la UE y su camino hacia la sostenibilidad. Si no se toman medidas políticas, las emisiones agrícolas mundiales podrían aumentar entre un 15 y un 20 % de aquí a 2050. Para entonces, se prevé que el 10 %

²⁹ Fuente: Eurostat. La pandemia de COVID-19 mostró un creciente interés por trasladarse a las zonas rurales. El que se trate de una tendencia efímera o pueda seguir siendo una tendencia a más largo plazo dependerá, entre otras cosas, de la conectividad de las zonas rurales. Para más información: 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 en 2040, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/29388>.

³⁰ COM(2021) 802 final.

³¹ COM(2021) 558 final; COM(2021) 802 final.

³² COM(2020) 662 final.

de la superficie mundial actualmente apta para los cultivos y el ganado sea inapropiada desde el punto de vista climático³³. Aparecerán otras amenazas para la biosfera, el agua, el suelo o la biodiversidad. En el nuevo contexto geopolítico, la UE debe reducir su dependencia de la importación de piensos, fertilizantes y otros insumos. Esto debe hacerse sin socavar la productividad, la seguridad alimentaria o la ecologización del sector, abordando al mismo tiempo la inseguridad alimentaria en los países socios de renta baja.

Si se despliegan adecuadamente, las tecnologías digitales pueden posibilitar una agricultura inteligente y más ecológica. El mayor uso de la detección digital *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 redundará en beneficio de la salud humana y animal. Los gemelos digitales proporcionarán datos para gestionar la diversificación de los 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 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 por satélite, los sensores, la cadena de bloques 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 y servicios digitales seguros y fiables, como la agricultura de precisión, podrían reforzar la colaboración justa en la cadena de valor y crear mercados eficientes. Una mayor adopción de estas tecnologías requerirá unos costes de instalación y mantenimiento más bajos y una mayor conectividad en las zonas periféricas y rurales. Además, las soluciones digitales desarrolladas para procesos normalizados tendrán que apoyar modelos agrícolas más diversificados. La confianza, los altos niveles de seguridad y las capacidades adecuadas determinarán la adopción de tecnologías relacionadas con el hermanamiento.

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

Los cambios geopolíticos actuales confirman la necesidad de acelerar la doble transición, reforzando la resiliencia y la autonomía estratégica abierta de la UE. Las repercusiones de la agresión militar rusa contra Ucrania ya han cambiado las realidades geopolíticas y económicas. Esto incluye varios factores relevantes para el hermanamiento: el aumento de los precios de la energía y los alimentos y las implicaciones sociales relacionadas, la posible necesidad de aumentar temporalmente el uso del carbón, una mayor presión sobre las finanzas públicas, el aumento de las tasas de inflación, el aumento de los riesgos cibernéticos, los problemas con las cadenas de suministro y el deterioro del acceso a las materias primas y tecnologías críticas. La nueva urgencia por acelerar la transición hacia el abandono 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 consecuencia de los cambios en los costes laborales y de producción mundiales, así como de las repercusiones de la pandemia de COVID-19. Aumentará la

³³ GIECC (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.

presión para pasar a unas cadenas de suministro menos vulnerables, más diversificadas y más fiables y, posiblemente, al *friend-shoring* (deslocalización en países socios)³⁴. 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 también han puesto en marcha o han empezado recientemente a crear, por ejemplo, sistemas de supervisión de la cadena de suministro y capacidades nacionales.

Asegurar el acceso a las materias primas fundamentales será primordial para la doble transición de la UE. En la actualidad, la dependencia de la UE respecto de terceros países, en particular China, para una serie de materias primas fundamentales es incluso mayor que la de Rusia para los combustibles fósiles³⁵. La propia producción de la UE solo representa el 4 % de la cadena de suministro mundial de materias primas fundamentales utilizadas en la producción de equipos digitales, como el paladio, el tantalio o el neodimio³⁶. La UE también carece de una industria minera, transformadora y de reciclado adecuadamente proporcionada. Los avances en el desarrollo de depósitos nacionales, en particular los de importancia estratégica para la economía, han sido insuficientes hasta la fecha, especialmente porque los proyectos siguen enfrentándose a obstáculos significativos. Al mismo tiempo, para alcanzar nuestros objetivos en materia de energía limpia será necesario cantidades cada vez mayores de diversas materias primas, por ejemplo, un aumento del 3500 % en el uso del litio, 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 refinado en todo el mundo³⁷. Además, se espera un aumento del 330 % en el uso del cobalto y del 30-35 % en el uso de aluminio y cobre³⁸. El comercio, la cooperación y las asociaciones con un conjunto diversificado de países ricos en minerales y con ideas afines siguen siendo de especial importancia. El aumento global de la demanda 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 las materias primas fundamentales, la capacidad de establecer normas medioambientales y sociales, garantizar la sostenibilidad de las actividades mineras, de refinado y de reciclado, así como la producción de energía, será fundamental en el nuevo contexto geopolítico³⁹.

³⁴ Abastecimiento deliberado de materiales, bienes o servicios críticos con aliados que comparten los mismos valores.

³⁵ *Strategic dependencies and capacities* [«Dependencias y capacidades estratégicas», documento en inglés] SWD(2021) 352 final; *EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews* [«Dependencias y capacidades estratégicas de la UE: segunda fase de las revisiones en profundidad», documento en inglés], SWD(2022) 41 final.

³⁶ China representa por sí sola el 86 % de la oferta mundial de neodimio. El paladio procede principalmente de Rusia (40 %) y el tantalio de la República Democrática del Congo (33 %). Comisión Europea (2020). *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU: a foresight study* [«Materias primas fundamentales para tecnologías y sectores estratégicos en la UE: estudio prospectivo», documento en inglés].

³⁷ Comisión Europea (2020). *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU: a foresight study*.

³⁸ *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge* [«Metales para la energía limpia: Vías para resolver el reto de las materias primas en Europa», documento en inglés], KU Leuven y Eurometaux, 2022.

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

Junto con una inversión suficiente, una mayor circularidad⁴⁰ y precisión de la producción podrían 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 reciclado. 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, además de la persistente necesidad de metales primarios⁴¹. El reciclado será aún más importante, ya que, por ejemplo, la producción de acero o aluminio a partir de chatarra requiere mucha menos energía que a partir de materias primas⁴². Tanto la cantidad como la calidad del reciclado son pertinentes. Por ejemplo, la contaminación por cobre del acero y el aluminio genera importantes pérdidas de valor y, por consiguiente, un mayor consumo de energía y emisiones.

La geopolítica de las tecnologías cobrará 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 posición⁴³. La competencia tecnológica podría aumentar rápidamente, lo que daría lugar 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, como las infraestructuras 5G y 6G o las tecnologías digitales en la agricultura⁴⁴. Esto es aún más pertinente si se tiene en cuenta que la cantidad de datos recogidos, incluidos los hábitos y los 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, la limitación del acceso a contenidos específicos (por ejemplo, China y Rusia), la adopción de un enfoque basado en valores (por ejemplo, la atención de la UE a la privacidad de los datos y la inteligencia artificial fiable) o la promoción de modelos específicos de

⁴⁰ Por ejemplo, la UE podría satisfacer el 52 % de la demanda de litio, el 49 % para el níquel y el 58 % para el cobalto en 2050 para la movilidad eléctrica mediante el reciclado de 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?* [«Tecnologías con bajas emisiones de carbono e importaciones rusas: ¿en qué medida puede el reciclado reducir la dependencia de las materias primas de la UE?»], documento en inglés, CEPS Policy Insight.

⁴¹ *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, KU Leuven y Eurometaux, 2022.

⁴² El reciclado puede reducir enormemente el consumo de energía mediante un factor teórico de 27 para el acero y un factor práctico de 30 para el aluminio. Komiyama, H. (2014), *Beyond the Limits to Growth: New Ideas for Sustainability from Japan, Science for Sustainable Societies* [«Más allá de los límites del crecimiento: nuevas ideas para la sostenibilidad desde Japón»], documento en inglés, Science for Sustainable Societies.

⁴³ Por ejemplo, en el ámbito de la computación cuántica, el 50 % de las principales empresas están en los Estados Unidos, el 40 % en China y ninguna en la UE. En el ámbito de la 5G, China capta casi el 60 % de la financiación externa, los Estados Unidos el 27 % y Europa el 11 %. En el ámbito de la inteligencia artificial, los Estados Unidos captaron el 40 %, Europa el 12 % y Asia (incluida China) el 32 %. En el ámbito de la biotecnología en el período 2018-2020, los Estados Unidos gastaron 260 000 millones USD, Europa 42 000 millones USD y China 19 000 millones USD. McKinsey Global Institute (2022). *Securing Europe's future beyond energy* [«Garantizar el futuro de Europa más allá de la energía»], documento en inglés].

⁴⁴ Angyalos, Z. EU Botos, S., Szilagy, R. (2021). *The importance of cybersecurity in modern agriculture* [«La importancia de la ciberseguridad en la agricultura moderna»], documento en inglés], Journal of Agricultural Informatics.

gobernanza (por ejemplo, privatizados en gran medida, como en los Estados Unidos, o impulsados por el Estado, como en la cibersoberanía china)⁴⁵. Cada vez hay más preocupación por los vínculos entre las actividades informáticas malintencionadas y la desinformación, que amenazan la democracia, agravan las divisiones y dificultan el acceso a información rigurosa. Esto es relevante, ya que se han hecho desaparecer los últimos 30 años de progreso democrático⁴⁶: el nivel medio de la democracia mundial en 2021 está por debajo de su nivel de 1989. Además, el contexto geopolítico actual podría afectar a proyectos de la doble transición en países socios, que ya se enfrentan a limitaciones financieras y de suministro debido a las consecuencias de la pandemia de COVID-19. Este reto adquiere una importancia aún mayor, ya que, por primera vez, se han invertido los avances a escala mundial hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas⁴⁷.

Ajustar nuestras políticas hacia un nuevo modelo económico será clave para lograr la doble transición. Esto implica reorientar la visión tradicional del progreso económico hacia una visión más cualitativa que evolucione en torno al bienestar, la eficiencia en el uso 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 cambio profundo de las políticas económicas y sociales, impulsado por una combinación adecuada de instrumentos basados en el mercado (por ejemplo, la tarificación del carbono) y las inversiones en proyectos sostenibles, tanto por parte del sector público como del privado. El crecimiento de las empresas sociales y las inversiones en favor del impacto también constituyen un factor de impulso para este cambio.

La doble transición será justa o no será: la inclusividad y la asequibilidad condicionarán su éxito. Las personas con ingresos bajos y medios son más vulnerables a las repercusiones y los costes de la doble transición, por ejemplo, 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 la pobreza en el transporte⁴⁸. También existe una brecha entre las empresas que dominan la tecnología y las que se han quedado rezagadas desde el punto de vista tecnológico. Las disparidades regionales en el nivel de desarrollo económico y prosperidad social pueden agravar aún más estas dicotomías. Las fricciones en el mercado laboral y de capitales podrían hacerlas más largas y costosas. En este contexto, solo será posible lograr la neutralidad climática y la sostenibilidad medioambiental si van acompañadas de medidas de apoyo a estos grupos para soportar las cargas financieras correspondientes y reducir las disparidades⁴⁹. Alcanzar los objetivos de la Década Digital de la UE y el pilar europeo de derechos sociales será crucial para colmar estas lagunas, pero puede ser necesario adoptar más medidas. Esto cobra aún más fuerza si se tiene en cuenta que las personas para las que la transición es más difícil de soportar son las que se encuentran en el extremo más bajo de las

⁴⁵ The Economist Intelligence Unit (2022). *Five ways in which the war in Ukraine will change business* [«Cinco formas en las que la guerra en Ucrania cambiará la actividad empresarial», documento en inglés].

⁴⁶ Boese, V., et al. (2022). *Democracy Report 2022: Autocratization Changing Nature?* [Informe sobre la democracia 2022: ¿La autocratización cambia de naturaleza?». Varieties of Democracy Institute, V-DEM.

⁴⁷ Esto incluye la reducción de la desigualdad, la reducción de las emisiones de carbono y la lucha contra el hambre, ámbitos en los que los avances se estancaron o se invirtieron. Naciones Unidas (2021). *Progresos realizados para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe del Secretario General*.

⁴⁸ Bien por el coste, bien porque los servicios no existen.

⁴⁹ Esto incluye también tener en cuenta las pautas de consumo e inversión específicas de cada género.

emisiones. De hecho, actualmente el 10 % más rico de los europeos emite per cápita más del triple que el resto de los ciudadanos europeos⁵⁰.

La doble transición dará lugar a profundos cambios en el mercado laboral de la UE y en las capacidades conexas. Los sectores y regiones con una fuerte dependencia de la minería del carbón, la extracción de combustibles fósiles y las cadenas conexas de transformación y suministro sufrirán pérdidas de puestos de trabajo. En cambio, se crearán nuevos puestos de trabajo como resultado de la transición ecológica, por ejemplo, en los ámbitos de la energía limpia, la renovación y la economía circular⁵¹. Del mismo modo, es probable que la transición digital cree nuevas oportunidades de empleo y de negocio, por ejemplo, en tecnologías avanzadas, y que a la vez provoque la pérdida de otros puestos de trabajo, total o parcialmente automatizados. Una mayor digitalización, acelerada por la COVID-19, también afectará a las condiciones y los patrones de trabajo, así como al acceso a la protección social. Estos procesos no serán necesariamente simultáneos y su impacto en las diferentes empresas, sectores y regiones será desigual, lo que implicará posibles desequilibrios económicos y del mercado laboral. La transformación del contenido de los puestos de trabajo y la reasignación del empleo requerirán diferentes conjuntos de capacidades. En general, los efectos de la doble transición en el mercado laboral son potencialmente complementarios, con efectos de amplificación y anulación que merecen ser investigados más a fondo.

Las pautas de producción y consumo evolucionarán. Las tecnologías como la computación en nube, la internet de las cosas o el análisis de macrodatos posibilitarán cada vez más nuevos modelos de negocio, incluida la terciarización, servicios de venta, en lugar de productos. Por ejemplo, el sector manufacturero como servicio permitirá a las empresas más pequeñas utilizar instalaciones de fabricación punteras más eficientes. Las pautas de consumo, respaldadas también 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 invernadero⁵². Las opciones de los consumidores, como el uso de un vehículo eléctrico, la instalación de una bomba de calor o la renovación de una casa, podrían reducir las emisiones acumuladas de CO₂ en aproximadamente un 55 % a nivel mundial⁵³. Las opciones de comportamiento, por ejemplo, el cambio de la dieta, el uso del transporte público o la bicicleta, también serán fundamentales, 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 conformarán las decisiones de los consumidores, cada vez más basadas en la información digital. También impulsarán las economías sociales, compartidas y circulares, así como el paso de la propiedad a la producción y el comercio de activos, por ejemplo, energías renovables o artículos de segunda mano, como la moda. El seguimiento personal de la exposición o

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

⁵¹ Comisión Europea (2021). *The Future of Jobs is Green* [«El futuro del empleo es ecológico», documento en inglés].

⁵² Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). Informe sobre la disparidad en las emisiones 2020.

⁵³ Agencia Internacional de la Energía (2021). *Net zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector* [«Cero emisiones netas de aquí a 2050: una hoja de ruta para el sector energético mundial», documento en inglés].

contribución a la contaminación y el acceso a los datos medioambientales a través de redes de microsensores y dispositivos inteligentes empoderarán a las personas en sus decisiones.

Las normas serán importantes para permitir el hermanamiento. Pueden apoyar el desarrollo de métodos de ensayo, sistemas de gestión o soluciones de interoperabilidad necesarios para la doble transición. En muchos casos son 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 en materia de datos desempeñarán un papel importante a la hora de garantizar que el aumento exponencial del volumen de diferentes orígenes y datos privados⁵⁴ pueda utilizarse de manera eficiente y fiable. Si bien la normalización es vital para el cumplimiento de nuestros objetivos políticos, muchos países no pertenecientes a la UE la utilizan cada vez más con firmeza, a fin de proporcionar a sus industrias un mayor acceso al mercado y un mayor despliegue tecnológico. En este sentido, el papel de la UE en la configuración de las normas mundiales y la voz de las empresas de la UE en los organismos regionales de normalización, seguirán siendo fundamentales.

La inversión pública y privada seguirá siendo clave para las transiciones, también respaldada por 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 EUR. Al menos el 30 % se destinará a la lucha contra el cambio climático, el mayor porcentaje que jamás se haya destinado, con cargo al mayor presupuesto de la UE de la historia. Además, en el período 2026-2027, el 10 % del gasto anual con cargo al presupuesto a largo plazo se destinará a la biodiversidad. Los 25 planes adoptados hasta la fecha en el marco del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia dedican el 40 % a objetivos ecológicos y el 26 % a objetivos digitales, aunque con una atención algo limitada al posible uso de soluciones digitales para alcanzar los objetivos climáticos. También serán importantes mecanismos de financiación específicos, como el Fondo de Innovación⁵⁵ o el Fondo de Transición Justa. No obstante, las necesidades adicionales de inversión privada y pública para la doble transición podrían ascender a casi 650 000 millones EUR al año hasta 2030⁵⁶. En la actual situación geopolítica, es probable que estas estimaciones se sitúen en el extremo inferior de las necesidades reales, especialmente para la transición ecológica⁵⁷. Se necesitan inversiones adicionales, teniendo en cuenta al mismo tiempo los riesgos de aumento de la deuda pública, la reorientación de las prioridades de las finanzas públicas y las perspectivas económicas inciertas. Por ejemplo, un posible aumento del gasto en defensa puede afectar a los presupuestos públicos destinados a la doble transición. Esto aumenta la importancia de priorizar el gasto, mejorar la calidad y la composición de las finanzas públicas y de las sinergias entre los sectores civil y militar, especialmente en el ámbito de las tecnologías y los sistemas espaciales. Por último, para evitar activos bloqueados significativos y mecanismos de bloqueo será necesario prestar mayor atención a las decisiones de inversión con visión de futuro, de modo que, por ejemplo, los edificios, la

⁵⁴ Las cifras previstas estiman que el volumen global de datos aumentará un 530 %, pasando de 33 zettabytes en 2018 a 175 zettabytes en 2025 [COM (2020) 66 final].

⁵⁵ Uno de los mayores programas de financiación del mundo para la demostración comercial de tecnologías innovadoras con bajas emisiones de carbono. Proporcionará alrededor de 38 000 millones EUR de ayuda hasta 2030, en función del precio del carbono.

⁵⁶ COM(2021) 662 final.

⁵⁷ COM(2022) 600 final.

energía o las infraestructuras industriales no tengan que ser desmantelados antes del final de su vida útil, sino que puedan ser readaptados o renovados. Esto también es importante para no dar ventaja a las tecnologías existentes frente a las nuevas.

V. Ámbitos de actuación fundamentales

Con una renovada sensación de urgencia vinculada a la rápida evolución de la situación geopolítica, se necesitan políticas adecuadas para reforzar las oportunidades y minimizar los riesgos potenciales relacionados con la interacción entre las transiciones ecológica y digital hasta 2050.

1. En un entorno geopolítico cambiante, la UE debe seguir reforzando su resiliencia y su autonomía estratégica abierta en sectores críticos vinculados a las transiciones. En el sector de la energía, es necesario intensificar los esfuerzos en materia de fuentes de energía ecológicas, sustituyendo nuestra dependencia de los combustibles fósiles, al tiempo que se diversifican las fuentes durante el período de transición. También sería fundamental desarrollar soluciones y capacidades de almacenamiento para vectores energéticos actuales y futuros, como el hidrógeno renovable. El principio de «primacía de la eficiencia energética» aplicado en toda la sociedad y en 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, garantizando al mismo tiempo el respeto de la reciprocidad y la igualdad de condiciones. Un entorno propicio para el desarrollo de plataformas digitales entre empresas y entre empresas y consumidores de la UE y la facilitación de la colaboración estratégica entre ecosistemas industriales contribuirán a reforzar nuestra posición en la competitividad tecnológica. También apoyarán la aparición de innovadores de la UE en nuevos mercados de 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). Sobre la base de los esfuerzos de modernización en curso, el conjunto de instrumentos de la política de comercio, aduanas, competencia⁵⁸ y ayudas estatales también deberá mantenerse actualizado para responder a los retos derivados de la doble transición y otras evoluciones del mercado, derivadas, en particular, de la situación geopolítica. Esto protegería a la UE frente a productos y procesos insostenibles procedentes 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 considerarán de forma más estratégica 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 la doble transición a escala mundial. Debe darse prioridad al multilateralismo basado en normas y a la cooperación internacional basada en valores. La cooperación mundial, en particular a través de una agenda proactiva de investigación e innovación con socios afines, será importante para acelerar el desarrollo de tecnologías de hermanamiento y abordar las preocupaciones

⁵⁸ En consonancia con la Comunicación sobre una política de competencia adaptada a los nuevos retos, COM (2021) 713 final.

relacionadas con la digitalización. Los costes y beneficios de la doble transición deben transmitirse claramente a los países socios, especialmente a aquellos que puedan verse más afectados negativamente. Deben reforzarse la diplomacia y la divulgación ecológicas y digitales, aprovechando el poder de regulación y normalización y promoviendo los valores de la UE. La experiencia de la UE en el comercio de derechos de emisión mediante su limitación, la tarificación de la contaminación y la generación de ingresos para acelerar la descarbonización y apoyar a los más vulnerables podría inspirar a otros países a utilizar regímenes similares. Deben emprenderse asociaciones estratégicas mutuamente beneficiosas, en particular con los países vecinos y africanos. Esto incluye apoyo financiero a proyectos relacionados con la doble transición, basados en el comercio y la inversión no distorsionados, también en consonancia con la Global Gateway de la UE. Para ello será necesario desarrollar infraestructuras físicas ecológicas y digitales (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 una herramienta eficaz para financiar proyectos de doble infraestructura que garanticen beneficios para todos.

3. La UE debe gestionar estratégicamente sus suministros de productos básicos esenciales para lograr la doble transición, reforzando al mismo tiempo sus capacidades de defensa y preservando 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 sustituirlas por otras nuevas. Esto reviste especial importancia en el ámbito de las materias primas fundamentales, que requiere un enfoque sistémico y a largo plazo⁵⁹. La UE debe aumentar su capacidad para supervisar los mercados mundiales de materias primas a fin de anticipar y mitigar las perturbaciones de la cadena de suministro y dotarse, cuando proceda, de instrumentos como el almacenamiento y las opciones de adquisición conjunta que se prepararán para la próxima interrupción del suministro. Garantizar su abastecimiento requerirá la creación de asociaciones estratégicas con los países socios ricos en minerales, especialmente los países afines, así como el desarrollo de proyectos nacionales de minería y transformación, garantizando al mismo tiempo un elevado nivel de protección del medio ambiente. La UE también debe apoyar y acelerar el desarrollo de los proyectos estratégicos europeos más valiosos, en particular racionalizando y acelerando 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, el desarrollo de minas urbanas y la creación de un mercado de materias primas secundarias mediante la introducción de objetivos de recogida, eficiencia del reciclado y contenido reciclado: los productos más duraderos y los mayores niveles de reciclado de calidad reducirán la dependencia del abastecimiento de recursos primarios después de 2035. Son necesarios esfuerzos para promover las normas de sostenibilidad más estrictas y la 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

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

capacidad financiera del Equipo Europa para atraer inversiones a lo largo de toda la cadena de valor de las materias primas en la UE y en terceros países.

4. La UE debe 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 personalizado e incentivos 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 requiere reforzar la protección social y el estado del bienestar, incluidos mecanismos para prevenir o abordar de manera específica los efectos negativos en las comunidades y hogares de renta baja y media y luchar contra la pobreza, así como mecanismos de rescate del empleo y políticas que ayuden a las transiciones en el mercado laboral a hacer frente a las perturbaciones. Las estrategias e inversiones en desarrollo regional, respaldadas por la política de cohesión, deben sustentar la doble transición, reduciendo al mismo tiempo las disparidades económicas, sociales y tecnológicas, en particular la injusticia medioambiental. Una conectividad sin fisuras y segura, también en las zonas rurales y remotas, en combinación con el desarrollo de capacidades y competencias, será fundamental para garantizar que todos los ciudadanos y empresas puedan beneficiarse del hermanamiento.

5. Los sistemas de educación y formación deben adaptarse a la nueva realidad socioeconómica. Esto implica tanto capacidades de aprendizaje para adaptarse a la rápida transformación de la realidad tecnológica y el mercado laboral como capacidades ecológicas y sensibilización climática para apoyar la creación de valor en la transición ecológica y una ciudadanía responsable. Garantizar que la doble transición sea justa para todos depende de un aumento sustancial del 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 específica. También será esencial apoyar estilos de vida sostenibles y «de 1,5 grados», implicando a los ciudadanos y las empresas, garantizando la asequibilidad y configurando políticas e infraestructuras que los animen a ello.

6. Las inversiones adicionales deben orientarse hacia tecnologías e infraestructuras de apoyo al hermanamiento. Para reforzar la resiliencia de la UE y facilitar la doble transición, es necesario que las reformas e inversiones específicas aborden las vulnerabilidades a escala nacional y de la UE. Las políticas macroeconómicas y sectoriales pertinentes deben coordinarse estrechamente. Es necesario un nuevo cambio en las inversiones hacia el largo plazo y hacia activos sostenibles. La UE tendrá que impulsar inversiones públicas y privadas adicionales a largo plazo en hermanamientos, especialmente en lo que respecta a la I+D+i en tecnologías y sectores críticos, adopción y sinergias entre tecnologías, capital humano e infraestructuras. Esto requiere un marco facilitador. 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 mercados financieros profundos y líquidos. Esto incluye la promoción de marcos de financiación sostenibles para aumentar la inversión privada en proyectos sostenibles. La taxonomía de la UE y el principio subyacente de «no causar un perjuicio significativo» constituyen un paso importante en esta dirección. Las inversiones adicionales requerirán instrumentos de financiación que combinen recursos públicos y privados. Los proyectos plurinacionales podrían facilitar la puesta en común de recursos de la UE, nacionales y

privados. La contratación pública y privada ecológica debe ampliarse a las tecnologías digitales sostenibles. Deben tenerse en cuenta las subvenciones para la producción y el consumo sostenibles. El emprendimiento social y las inversiones de impacto por parte de agentes privados serán importantes. Las políticas fiscales y la fiscalidad deben adaptarse a la doble transición, destinar inversiones adicionales para proyectos que las promuevan⁶⁰ y proporcionar las señales de precios e incentivos adecuados a los productores, los usuarios y los consumidores.

7. Dirigir las transiciones requiere marcos de seguimiento sólidos y fiables. Las cuatro dimensiones de la sostenibilidad competitiva, a saber, la equidad, la sostenibilidad medioambiental, 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 a las generaciones actuales y futuras, dentro y fuera de la UE. Para orientar las decisiones políticas que aprovechen todo su potencial sostenible y se beneficien 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 de uso de la energía y los recursos, en particular los minerales y las tierras raras⁶¹. Disponer de información precisa y fiable y de estadísticas oficiales puede ayudar a los ciudadanos, las empresas y las autoridades públicas a tomar decisiones con conocimiento de causa. En última instancia, el seguimiento de datos puede ayudar a la UE a evaluar si son necesarias medidas adicionales.

8. Un marco regulador de la UE ágil y con perspectivas de futuro, centrado en el mercado único, propiciará modelos empresariales y patrones de consumo sostenibles. El mercado único y sus diversas dimensiones, por ejemplo, en materia de datos o energía, deben evolucionar continuamente para acompañar la doble transición. Es necesario un mejor marco regulador, con incentivos para la innovación, a fin de promover la circularidad, crear mercados facilitadores, reforzar los ecosistemas industriales y garantizar la diversidad de los agentes del mercado. Deben eliminarse sistemáticamente los obstáculos administrativos para facilitar proyectos e infraestructuras relacionados con el hermanamiento. El papel cada vez más importante de los activos intangibles requerirá un marco de propiedad intelectual adecuado para su finalidad. La elaboración de políticas de la UE debe aprovechar en mayor medida 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 vigente, examinando los efectos combinados⁶². Los consumidores deben estar protegidos contra las prácticas engañosas, como el blanqueo ecológico o la obsolescencia programada. Los beneficios y los retos de las transiciones deben debatirse con el público. La participación en la toma de decisiones podría

⁶⁰ La reciente propuesta de introducir una bonificación para la reducción del sesgo en favor del endeudamiento y limitar la deducibilidad de los intereses a efectos del impuesto sobre la renta de las sociedades [COM (2022) 216] desempeñará un papel importante en el fomento de la doble transición.

⁶¹ Se están realizando algunos esfuerzos en esta dirección en el marco de la Coalición Ecológica Digital Europea.

⁶² Recomendación del proyecto de Dictamen de la Plataforma «Preparados para el Futuro» sobre cómo favorecer la interconectividad entre la transición digital y la transición ecológica, en particular mediante la simplificación.

mejorarse con las tecnologías digitales o los laboratorios vivientes. Debe estudiarse más a fondo el uso de la inteligencia artificial para apoyar la participación de los ciudadanos en la elaboración de políticas, como ha ocurrido con la plataforma digital desarrollada para la Conferencia sobre el Futuro de Europa.

9. El establecimiento de normas será clave para el hermanamiento y para garantizar la ventaja de la UE como pionera en la sostenibilidad competitiva. El diseño de los productos, basado en el principio de «reducir, reparar, reutilizar y reciclar», debería convertirse en una norma general. Las medidas actuales para garantizar la sostenibilidad de los bienes físicos en la UE deben ir acompañadas de normas para todos los sectores, a fin de revertir el consumo excesivo y la obsolescencia programada. Las recientes propuestas de la Comisión⁶³ para obligar a los comerciantes a facilitar a los consumidores información sobre la durabilidad y la reparabilidad de los productos podrían constituir una base sólida para ello. La UE debe desarrollar un enfoque más estratégico para las actividades internacionales de normalización en los formatos mundiales pertinentes⁶⁴. Para garantizar su aplicación, las normas internacionales deben ir acompañadas del seguimiento y la trazabilidad. Por ejemplo, el establecimiento de una norma mundial para las baterías podría requerir un pasaporte digital para rastrear la huella ética y medioambiental de sus componentes. La utilización de normas que garanticen la interoperabilidad de las tecnologías e infraestructuras de hermanamiento permitirá también la integración de los socios de la UE en el proceso de aplicación.

10. Será necesario un marco más sólido en materia de ciberseguridad e intercambio de datos para liberar el potencial de las tecnologías de hermanamiento. La mejora de la interoperabilidad entre los distintos propietarios, generadores y usuarios de datos en la UE, incluidos los sistemas de información nacionales y subnacionales, facilitará el intercambio de datos por parte de los distintos agentes: autoridades públicas, empresas, sociedad civil e investigadores. Un marco de intercambio de datos reforzado y más seguro que aclare la ambigüedad en materia de responsabilidad y propiedad cuando se transfieran datos protegerá a las personas y las empresas; también contribuirá a generar confianza en las tecnologías de hermanamiento y a su aceptación. Serán importantes los enfoques comunes de los parámetros de referencia de ciberseguridad para productos y servicios, en particular conjuntos exhaustivos de normas, requisitos técnicos, normas y procedimientos. Además, la resiliencia de las entidades 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.

⁶³ COM(2022) 143 final.

⁶⁴ En consonancia con la «Estrategia de la UE en materia de normalización», COM(2022) 31 final.



HERMANAR LAS TRANSICIONES ECOLÓGICA Y DIGITAL

 <p>Reforzar la resiliencia y la autonomía estratégica abierta en sectores críticos para la doble transición dado un entorno geopolítico cada vez más inestable.</p>	 <p>Intensificar la diplomacia ecológica y digital aprovechando las competencias de regulación y normalización, promoviendo los valores de la UE y fomentando las asociaciones.</p>
 <p>Gestionar estratégicamente los suministros críticos para aumentar la diversificación y minimizar los riesgos de nuevas dependencias e intensificar las medidas para garantizar la disponibilidad de materias primas críticas.</p>	 <p>Garantizar la cohesión reforzando la protección social y el estado del bienestar, incluso mediante mecanismos de compensación.</p>
 <p>Apoyar la transición a nuevos empleos de calidad adaptando los sistemas de educación y formación.</p>	 <p>Movilizar inversiones estratégicas adicionales, en particular en I+i y nuevas tecnologías, para acelerar la doble transición.</p>
 <p>Desarrollar marcos de seguimiento para medir el bienestar más allá del PIB y evaluar los efectos facilitadores y la huella global de la digitalización.</p>	 <p>Crear un marco normativo propio y a prueba de futuro, incluso mediante un mayor uso de la inteligencia artificial en la elaboración de políticas y la participación ciudadana.</p>
 <p>Establecer normas para una digitalización más ecológica y garantizar la ventaja de la UE como pionera en sostenibilidad competitiva.</p>	 <p>Promover políticas de ciberseguridad y datos sólidas, de modo que los datos que alimentan el hermanamiento se protejan y compartan.</p>

VI. Conclusiones

Una mejor comprensión de las interacciones entre las transiciones ecológica y digital es fundamental para el éxito del hermanamiento, en medio de diversas megatendencias futuras y acontecimientos 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 la doble transición. Esto requiere un enfoque dinámico para anticipar el cambio y adaptar las respuestas políticas, manteniendo al mismo tiempo firmemente el rumbo hacia objetivos a largo plazo. De este modo, de aquí a 2050, un hermanamiento fructífero apoyará una economía nueva, regenerativa y climáticamente neutra, reduciendo los niveles de contaminación, restaurando la biodiversidad y el capital natural, gracias a las tecnologías digitales y de otro tipo 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 acompañado de una transición justa que beneficie a todas las personas, comunidades y territorios, tanto en Europa como fuera de ella.

El próximo informe anual sobre prospectiva estratégica se centrará en los retos y oportunidades clave futuros a los que se enfrentará Europa en las próximas décadas, proporcionando información estratégica pertinente para reforzar el papel mundial de la UE.