

MÓDULO 06

TECNOLOGÍA SOSTENIBLE

DIGITAL RURAL EUROPEAN ART
AND MEMORY



Socios del proyecto





Cofinanciado por
la Unión Europea

Información del proyecto:

DREAM - Digital Rural European Art and Memory
2025-1-SK01-KA210-ADU-000360122

Financiado por la Unión Europea. Sin embargo, las opiniones y posturas expresadas son responsabilidad exclusiva del/de los autor/es y no reflejan necesariamente las de la Unión Europea ni las de SAAIC. Ni la Unión Europea ni la entidad financiadora se hacen responsables de ellas.



Cómo usar este libro electrónico

Puedes utilizar este e-book antes, durante o después de la sesión de aprendizaje. Las secciones se desarrollan de forma progresiva, comenzando por la idea básica de la sostenibilidad y avanzando hacia decisiones prácticas relacionadas con la tecnología digital, los equipos, los recursos y el patrimonio cultural.

A lo largo del módulo, explorarás de dónde procede el impacto ambiental de la tecnología digital, por qué una tecnología más nueva o más eficiente no siempre es la opción más sostenible y cómo los dispositivos y materiales pueden mantenerse, repararse, reutilizarse o compartirse durante más tiempo.

Los ejemplos breves y los puntos de reflexión te ayudarán a relacionar estas ideas con situaciones cotidianas. Al final del e-book, aplicarás lo aprendido diseñando una Estación Digital Sostenible de Patrimonio para un elemento, lugar, historia o tradición del patrimonio local.

Acueducto de Segovia, España.

INFORMACIÓN DEL MÓDULO

 Número de módulo 06	 Nivel Principiante
 Tema Uso sostenible de la tecnología	 Formato Aprendizaje híbrido
 Duración 3 horas	 Salida principal Estación de Patrimonio Digital Sostenible

Acerca de este módulo

Este e-book forma parte del módulo DREAM sobre Tecnología Sostenible y Medio Ambiente. La tecnología digital forma parte de la vida cotidiana. Utilizamos teléfonos, ordenadores, cámaras, servicios en línea y archivos digitales para comunicarnos, aprender, trabajar y conservar información. En el ámbito del patrimonio cultural, las herramientas digitales pueden ayudar a documentar edificios y objetos, registrar tradiciones y recuerdos, supervisar lugares históricos y facilitar el acceso al patrimonio local. Sin embargo, la tecnología digital no está separada del mundo físico. Cada dispositivo requiere materiales, fabricación, transporte y energía. Por este motivo, la tecnología sostenible no consiste simplemente en utilizar menos tecnología ni en elegir siempre el dispositivo más nuevo y eficiente. Se trata de tomar decisiones meditadas.

A lo largo de este módulo, aprenderás a ir más allá de etiquetas como digital, ecológico o energéticamente eficiente y a considerar los efectos más amplios de una elección tecnológica. El objetivo no es encontrar una única solución perfecta, sino tomar decisiones que sean útiles, realistas y responsables tanto para las personas como para el medio ambiente.



Objetivos de aprendizaje

- Explicar las principales dimensiones medioambiental, social y económica de la sostenibilidad
- Describir los recursos físicos que sustentan la tecnología digital, incluidos los materiales, la fabricación, la energía y las redes
- Considerar el ciclo de vida completo de un dispositivo digital al tomar decisiones sobre su uso o sustitución
- Comparar distintas opciones tecnológicas y reconocer sus ventajas e inconvenientes
- Identificar formas en las que la tecnología sostenible puede contribuir al patrimonio cultural
- Reconocer afirmaciones engañosas sobre sostenibilidad, incluido el greenwashing, el desplazamiento de impactos y los efectos rebote
- Elegir la tecnología en función de su finalidad, evitando equipos, uso de datos y complejidad innecesarios
- Aplicar estos principios de forma creativa diseñando una Estación Digital Sostenible del Patrimonio sencilla para un elemento del patrimonio local.

Índice

0. Antes de empezar: mi punto de partida.....	3
1. ¿Qué es la sostenibilidad?	4
2. Tecnología sostenible.....	5
3. La huella física que se esconde tras las herramientas digitales	8
4. De un enfoque lineal a uno circular	10
5. Mantenimiento, reparación, reutilización y reciclaje de dispositivos.....	13
6. Tomar decisiones tecnológicas sostenibles.....	14
7. Tecnología sostenible y medio ambiente en el contexto del patrimonio cultural local	16
8. Greenwashing, efectos rebote y compensaciones	24
9. Actividad final: Estación de patrimonio digital sostenible	26
10. Consejo sobre bienestar digital	28
11. Glosario básico.....	29
Cierre del módulo	30
Bibliografía	31

0. Antes de empezar: mi punto de partida

Antes de empezar el módulo, puntúa cada afirmación del 1 al 5. Utiliza el 1 cuando aún no puedas realizar la tarea y el 5 cuando puedas hacerla de forma autónoma. Esto no es un examen. Es una forma de identificar tu punto de partida y, más adelante, reconocer tu progreso.

- Puedo explicar por qué la tecnología digital tiene un impacto medioambiental.
- Puedo identificar los efectos medioambientales, sociales y económicos de una elección tecnológica.
- Puedo decidir si un equipo debe mantenerse, repararse, reutilizarse, sustituirse o reciclarse.
- Puedo planificar una actividad de patrimonio digital accesible y sostenible.

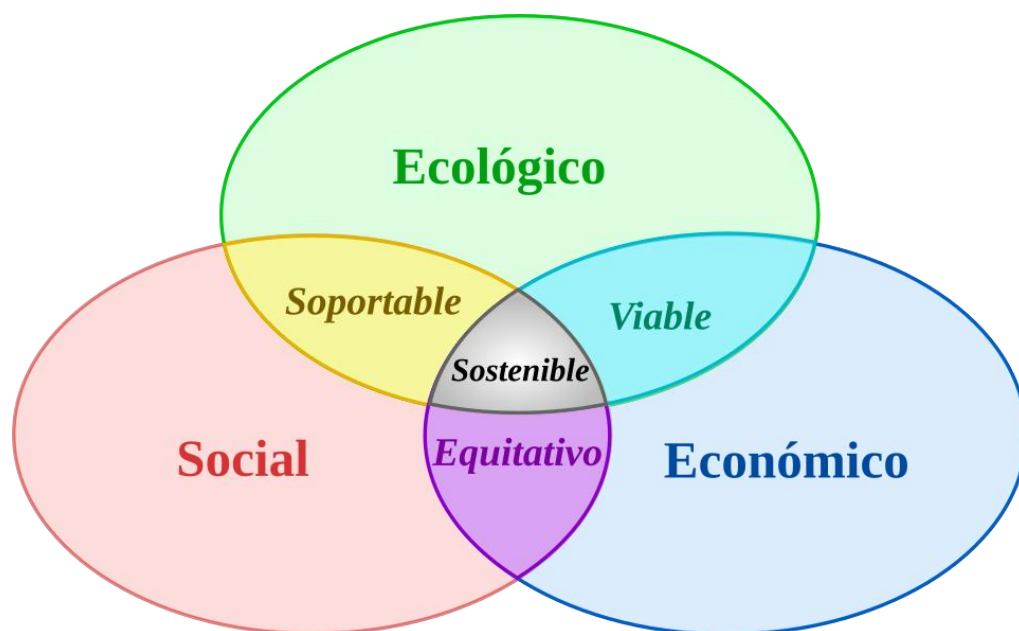
Anota tus valoraciones. Volverás a las mismas afirmaciones al final del módulo.

1. ¿Qué es la sostenibilidad?

El término «desarrollo sostenible» cobró relevancia durante la década de 1970, cuando comenzaron a crecer las preocupaciones sobre las consecuencias medioambientales y sociales de una expansión económica que dependía del uso continuo de los recursos naturales. El desarrollo sostenible se entiende comúnmente como aquel desarrollo que responde a las necesidades actuales sin reducir la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Más concretamente, se trata de una forma de ética en la que «las acciones medioambientales y económicas emprendidas por las personas del presente no merman las oportunidades de las personas del futuro de disfrutar de niveles similares de riqueza, utilidad o bienestar» (Meadowcroft, 2026). Esta definición vincula las decisiones actuales de las personas con una responsabilidad a largo plazo y nos invita a tener en cuenta tanto las necesidades humanas como los límites de los sistemas naturales.

Figura 1

Diagrama del desarrollo sostenible



Nota. De Desarrollo sostenible [Vector graphic], by J. Dréo & HUB1, 2007, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Desarrollo_sostenible.svg). CC BY-SA 3.0.

En la práctica, **la sostenibilidad** tiene varias dimensiones interdependientes. La sostenibilidad medioambiental se refiere al clima, los ecosistemas, los recursos naturales, la contaminación y los residuos. La sostenibilidad social se refiere al bienestar, la igualdad, la accesibilidad, los derechos humanos y la fortaleza de las comunidades. La sostenibilidad económica se refiere a la asequibilidad, el uso responsable de los recursos y la capacidad de una solución para seguir siendo viable a lo largo del tiempo. Tratar estas dimensiones por separado puede ocultar consecuencias importantes. Por ejemplo, una solución de bajo consumo energético que excluya a las personas con discapacidad no es plenamente sostenible.

Además, la sostenibilidad también implica valores, conocimientos, habilidades y actitudes. Esto significa que la sostenibilidad no es solo un cálculo técnico, sino una **competencia** que se utiliza para interpretar efectos interrelacionados, imaginar futuros posibles y actuar de forma responsable en un contexto concreto (Bianchi et al., 2022).

Dimensión	Preguntas que hay que plantearse	Solución cotidiana
Medioambiental	<i>¿Qué materiales, energía, datos, transporte y residuos intervienen?</i>	Utiliza un proyector ya existente y una imagen comprimida en lugar de comprar una nueva pantalla.
Aspectos sociales	<i>¿Quién puede acceder a la actividad?</i> <i>¿Quién puede quedar excluido?</i> <i>¿Qué derechos deben respetarse?</i>	Proporcione subtítulos, texto alternativo, una copia impresa de respaldo y una opción asistida.
Económico	<i>¿Puede la comunidad permitirse, mantener y continuar con la solución?</i>	Elige un formato que los voluntarios locales puedan actualizar sin necesidad de un especialista remunerado.

2. Tecnología sostenible

El medio ambiente se enfrenta a presiones derivadas del cambio climático, el agotamiento de los recursos, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. La tecnología puede agravar estos problemas (por ejemplo, mediante un elevado consumo energético o la generación de residuos) o ayudar a resolverlos. La tecnología sostenible persigue este último objetivo: menores emisiones, uso circular de los recursos, producción más limpia y resiliencia.

La tecnología sostenible es aquella que cumple un propósito significativo al tiempo que tiene en cuenta los efectos medioambientales, sociales y económicos a lo largo de todo su ciclo de vida. Sigue siendo útil durante el mayor tiempo posible, utiliza la energía y los materiales de forma responsable, puede mantenerse o repararse cuando sea necesario y no crea barreras innecesarias para las personas a las que se supone que debe servir.

Esto no significa que la herramienta más antigua o más sencilla sea siempre la mejor. Un dispositivo más moderno puede proporcionar accesibilidad, seguridad o fiabilidad esenciales. La cuestión importante es si la elección es proporcionada a la necesidad y si sus beneficios justifican los recursos adicionales. La tecnología sostenible es, por lo tanto, una forma de seleccionar, utilizar, mantener, compartir y, en última instancia, gestionar la tecnología, no una etiqueta asociada a un producto.



Tarea práctica

Enumera tres tecnologías que utilices a diario (teléfono, transporte, energía en el hogar). Para cada una, indica un efecto medioambiental positivo y uno negativo.

Compártelo o anótalo: *¿Cómo podría una versión más sostenible cambiar el sistema?*

Entre los ámbitos clave de la tecnología sostenible se incluyen las energías renovables, los materiales con bajas emisiones de carbono, la gestión del agua y de los residuos, la fabricación sostenible y las soluciones basadas en la naturaleza. Revisiones sistemáticas recientes muestran un rápido progreso técnico en estas áreas, aunque su adopción más generalizada sigue enfrentándose a barreras políticas, financieras y de gobernanza.



Tarea práctica

Imagina una exposición en un pueblo con *una fotografía histórica* y un *recuerdo grabado*.

Intenta diseñar tres versiones: una versión con un uso intensivo de tecnología, una versión mínima suficiente y una alternativa sin conexión a internet. Compara cómo pueden variar entre ellas el acceso, el coste y el mantenimiento.

3. La huella física que se esconde tras las herramientas digitales

La tecnología digital puede parecer a veces invisible. Tomamos una fotografía, subimos un vídeo o guardamos un documento, y la acción tiene lugar en una pantalla. Sin embargo, toda actividad digital depende de recursos físicos. Tomar una fotografía requiere un dispositivo fabricado con minerales, metales, plásticos, vidrio y baterías. Almacenar o compartir la fotografía requiere redes, servidores y centros de datos, que consumen electricidad, equipos, sistemas de refrigeración y otros recursos. Cuando los dispositivos acaban quedando inservibles, también pueden contribuir a la generación de residuos electrónicos. Esto significa que una actividad digital tiene una huella medioambiental incluso cuando no podemos verla directamente.



Reflexión

Imagina que una comunidad quiere crear un archivo digital de fotografías antiguas.

El resultado visible puede ser simplemente una página web que contenga imágenes escaneadas. Sin embargo, detrás de esa página web se necesitan varias cosas.

Fotografías antiguas → escáner o teléfono inteligente → ordenador → conexión a internet → almacenamiento en línea → dispositivos utilizados para consultar el archivo

Piensa en todo el proceso:

¿Qué partes de este archivo digital utilizan recursos o energía?

¿Qué podría hacer la comunidad para reducir su impacto medioambiental y, al mismo tiempo, seguir conservando y compartiendo las fotografías?

Sin embargo, esto no significa que la tecnología digital sea automáticamente insostenible. Las herramientas digitales pueden reducir los desplazamientos, sustituir algunos materiales físicos y facilitar el acceso a la información. Lo importante es que **las decisiones digitales siguen teniendo un impacto medioambiental**, incluso cuando dicho impacto no es visible de inmediato (Comisión Europea, 2020; Lange et al., 2020).

Por lo tanto, resulta útil considerar que la tecnología digital tiene **un ciclo de vida**. El ciclo comienza antes de que un dispositivo llegue al usuario y continúa después de que este deje de utilizarlo. Una decisión responsable va más allá del momento en que se enciende una pantalla. Se pregunta de dónde procede la tecnología, cuánto tiempo puede utilizarse, qué recursos requiere durante su vida útil y qué ocurre cuando ya no es necesaria.

Etapas del ciclo de vida	¿Qué ocurre?	Preguntas para un proyecto comunitario
Materiales	Se extraen y procesan materias primas y minerales.	<i>¿Necesitamos un nuevo dispositivo o podemos utilizar uno ya existente?</i>
Fabricación	Los componentes se producen y se ensamblan utilizando energía y agua.	<i>¿Se puede prolongar la vida útil de los equipos existentes?</i>
Transporte y embalaje	Los productos y las piezas se desplazan a lo largo de las cadenas de suministro.	<i>¿Se puede alquilar el equipo a nivel local?</i>
Uso	La electricidad, las redes, el almacenamiento y los accesorios respaldan el servicio.	<i>¿El contenido funciona sin conexión o con archivos más pequeños?</i>
Mantenimiento y reparación	Las actualizaciones, la limpieza y la sustitución de componentes pueden prolongar la vida útil.	<i>¿Quién puede realizar el mantenimiento del equipo de forma segura?</i>
Reutilización o fin de la vida útil	El equipo puede cederse, reacondicionarse, reciclarse o desecharse.	<i>¿A dónde irá a parar tras el proyecto?</i>



Tarea práctica

Elige una actividad digital habitual, por ejemplo:

- subir un vídeo
- escanear y almacenar una fotografía antigua
- hacer una videollamada

Escribe la actividad en el centro de una página. A su alrededor, identifica todo lo que hace posible esa actividad.

Piensa en:

dispositivo – cargador – electricidad – router – red de internet – servidor o centro de datos – almacenamiento – mantenimiento – piezas de repuesto – tratamiento al final de la vida útil

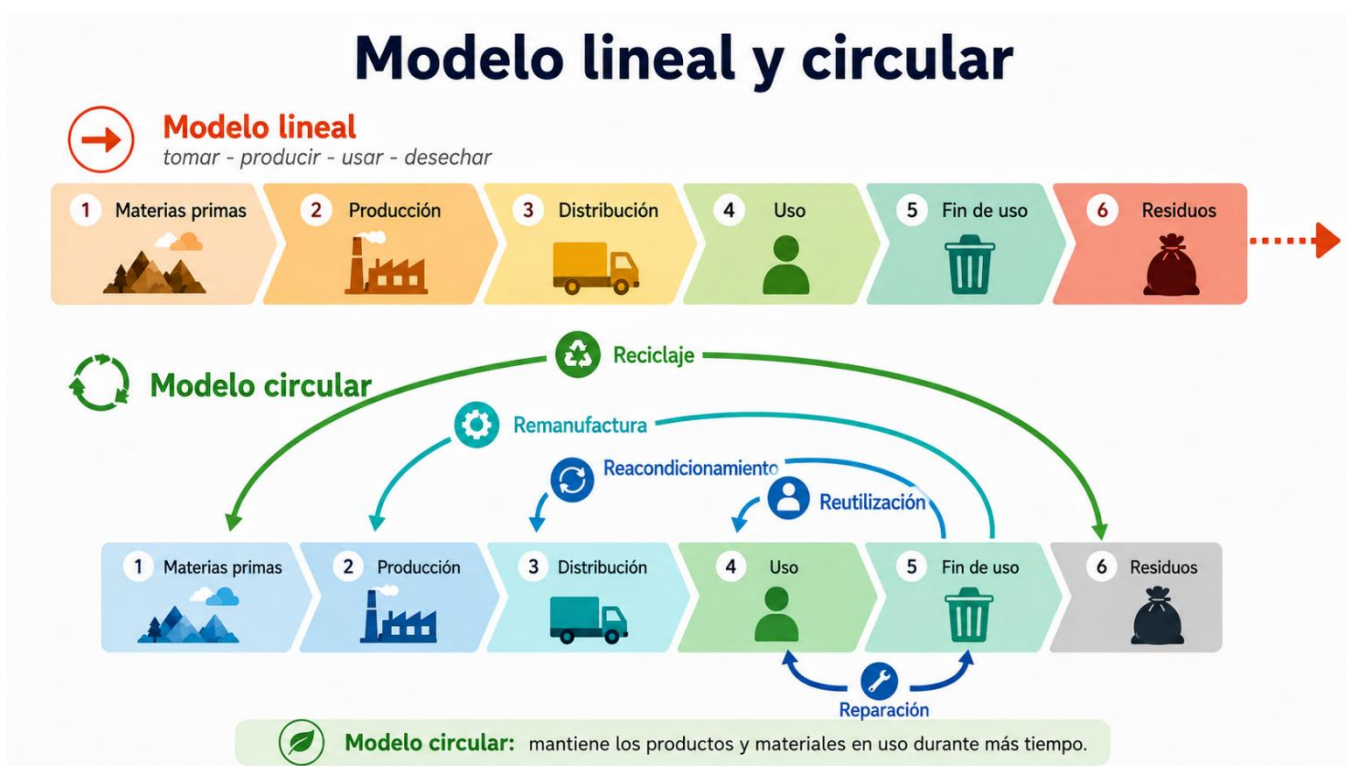
Después responde:

1. ¿En cuáles de estos recursos puedes influir directamente?
2. ¿Es necesario cada elemento?
3. ¿Podrías utilizar algo que ya tienes, pedir prestado algún equipo o reducir la cantidad de datos necesarios?
4. Elige una mejora realista que podrías hacer ahora.

4. De un enfoque lineal a uno circular

Los dispositivos digitales pueden parecer fáciles de sustituir, pero cada teléfono, ordenador o tableta contiene materiales valiosos y su fabricación requiere recursos y energía. Por este motivo, la tecnología sostenible no se limita a lo que ocurre cuando un dispositivo se convierte en residuo. También tiene que ver con cómo utilizamos, mantenemos y conservamos los dispositivos para que sigan siendo útiles el mayor tiempo posible.

Un **modelo lineal** sigue un patrón sencillo: se toman materiales, se fabrica un producto, se utiliza y se desecha. Por el contrario, un **enfoque circular** tiene como objetivo prevenir los residuos y conservar el valor de los productos, los componentes y los materiales durante más tiempo. En el contexto digital, la circularidad comienza antes del reciclaje. Implica evitar compras innecesarias, utilizar los dispositivos existentes durante más tiempo, mantener los equipos, reparar componentes, compartir recursos y preparar los dispositivos que funcionan para su reutilización (Comisión Europea, 2020).



Esto significa que el reciclaje no debería ser la primera solución en la que pensemos. Si un dispositivo aún puede utilizarse, repararse o cederse a otra persona, mantenerlo en uso suele preservar en mayor medida los recursos y el trabajo que se invirtieron en su producción.

La jerarquía de residuos de la UE (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008; 2012) también da prioridad a **la prevención y a la preparación para la reutilización antes que al reciclaje y la eliminación**. El reciclaje sigue siendo importante porque los equipos electrónicos contienen materiales que deben recuperarse y sustancias que requieren un tratamiento controlado. Sin embargo, el reciclaje no puede recuperar todo el valor ya invertido en un producto en buen estado de funcionamiento.

5. Mantenimiento, reparación, reutilización y reciclaje de dispositivos

El mantenimiento suele ser el primer paso práctico para prolongar la vida útil. Puede incluir proteger los equipos del calor y la humedad, mantener despejadas las aberturas de ventilación, instalar las actualizaciones adecuadas, utilizar cargadores compatibles, gestionar el almacenamiento y sustituir los accesorios desgastados. El mantenimiento debe ser proporcionado: su objetivo es prevenir averías evitables, no fomentar reparaciones domésticas inseguras.

La reparación puede preservar un dispositivo y reducir la necesidad de sustitución, pero los equipos eléctricos y las baterías pueden suponer riesgos de incendio, eléctricos y de seguridad de los datos. Las tareas que excedan la competencia del usuario deben ser realizadas por un servicio de reparación autorizado o cualificado. Antes de entregar un dispositivo, haz una copia de seguridad de los archivos importantes, elimina las cuentas o utiliza un modo de reparación si está disponible, y pregunta cómo se protegerán los datos personales. Una decisión sensata sobre la reparación compara el coste, la seguridad, la vida útil adicional prevista, la disponibilidad de piezas y si el dispositivo aún puede recibir el soporte de software necesario.

Antes de la reparación: haz una copia de seguridad de los archivos esenciales y toma nota del estado del dispositivo.

Proteja los datos: cierre la sesión, elimine las cuentas confidenciales o utilice un modo de reparación oficial, si está disponible.

Pide pruebas: solicita un presupuesto y aclaraciones sobre las piezas, la garantía y la vida útil prevista.

Respetar los límites de seguridad: no abras baterías hinchadas o dañadas y no intentes realizar reparaciones eléctricas sin la competencia necesaria.

Prepáralo para su reutilización: borra los datos personales de forma segura y proporciona al siguiente usuario los accesorios compatibles y la información esencial.

Recicla correctamente: utiliza un sistema autorizado cuando un dispositivo o una batería ya no puedan reutilizarse de forma segura.

6. Tomar decisiones tecnológicas sostenibles

La sostenibilidad no es una lista de verificación en la que cada acción positiva produzca automáticamente un resultado global positivo. Por ejemplo, retransmitir una exposición en streaming puede ayudar a que la gente participe desde casa, pero puede excluir a quienes tienen una conexión a Internet lenta. Sustituir los materiales impresos por pantallas puede reducir el uso de papel, pero las pantallas también requieren electricidad, equipos y mantenimiento. Comprar un nuevo dispositivo de bajo consumo puede suponer un menor consumo de electricidad, pero la fabricación de ese nuevo dispositivo también requiere materiales y energía, especialmente si el antiguo todavía funciona bien.

Por lo tanto, una **decisión sostenible** va más allá del beneficio más obvio. Tiene en cuenta si algo es realmente necesario, cuánto tiempo puede utilizarse, mantenerse o repararse, qué recursos requiere, quién se beneficia o quién puede quedar excluido, y si una alternativa más sencilla podría lograr el mismo objetivo. También considera tanto los efectos inmediatos como los a largo plazo, en lugar de elegir la opción que solo parece más sostenible a primera vista.

Esto también puede entenderse como aceptar la complejidad y explorar futuros posibles, en lugar de buscar una única respuesta perfecta (Bianchi et al., 2022).



Conceptos clave

Decisión sostenible: Una elección que tiene en cuenta los efectos medioambientales, sociales y prácticos, tanto en el presente como a lo largo del tiempo.

Compensación: Una situación en la que mejorar un aspecto puede generar un coste o una desventaja en otro.

Alternativa inclusiva: Una forma diferente de alcanzar el mismo objetivo que puede utilizar menos recursos o crear menos barreras para los participantes.

Recuerda: una disyuntiva es una situación en la que mejorar un aspecto puede debilitar otro. El diseño sostenible no oculta esta tensión. Explica la elección, reduce los daños evitables y deja constancia de lo que debería mejorarse a continuación.



Recurso de vídeo

Cómo podría ser la Tierra en 2125 - Iseult Gillespie

https://www.youtube.com/watch?v=4UJTtk_2ly0

(Subtítulos disponibles en español)



Reflexión

Piensa en una situación de la vida cotidiana en la que una tecnología pareciera útil al principio, pero también generara un problema, un coste adicional o una barrera.

¿Qué ocurrió y cómo podría haberse mejorado la situación con una opción más sencilla y sostenible?

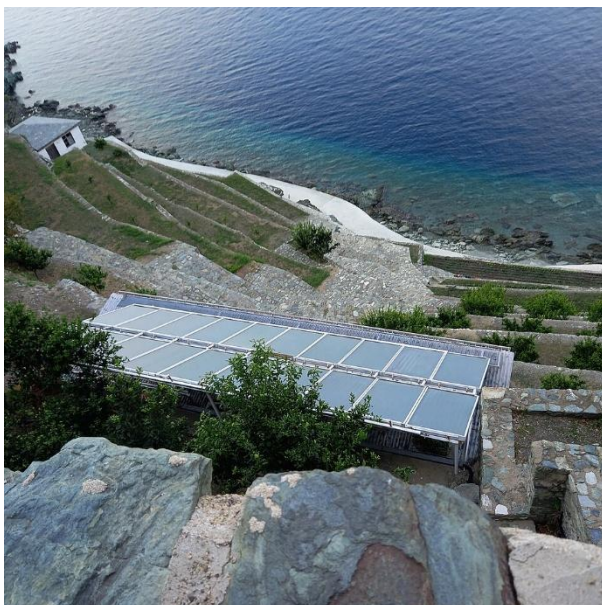
7. Tecnología sostenible y medio ambiente en el contexto del patrimonio cultural local

El patrimonio cultural local incluye edificios, yacimientos, paisajes, objetos y tradiciones vivas que confieren identidad a un lugar. El cambio climático, la contaminación, la escasez de recursos y el turismo intensivo amenazan estos bienes. La tecnología sostenible ofrece herramientas que reducen la presión medioambiental al tiempo que respetan la autenticidad del patrimonio y los valores de la comunidad.

La tecnología sostenible puede ayudar a proteger el patrimonio al tiempo que reduce el daño al medio ambiente. El objetivo no es sustituir los métodos tradicionales ni alterar el carácter de un lugar patrimonial. Por el contrario, la tecnología debe utilizarse con cuidado, de forma que respete los materiales originales, el aspecto, el significado y los valores de la comunidad local. Desde esta perspectiva, la sostenibilidad medioambiental y la sostenibilidad cultural están estrechamente relacionadas. Proteger un edificio histórico, un paisaje tradicional o la artesanía local también contribuye a preservar la identidad, el conocimiento y la memoria de una comunidad. La tecnología puede apoyar este proceso, especialmente cuando la población local participa en la decisión sobre cómo se utiliza.

Figura 2

Paneles solares en el monasterio de Dionysiou



Nota. De Solar panels and terraces at Dionysiou Monastery [fotografía], de Florificapis, 2022, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_panels_and_terraces_at_Dionysiou_Monastery.jpg). CC BY-SA 4.0.

Ejemplos de tecnología sostenible en el patrimonio cultural

1. Energías renovables en el patrimonio arquitectónico

La integración cuidadosa de la energía solar, la geotérmica y otras energías renovables puede mejorar el rendimiento energético y reducir las emisiones de carbono. Sin embargo, estos sistemas deben incorporarse con cuidado. Cuando se realicen cambios, estos deben respetar el edificio original y, siempre que sea posible, ser e mente desmontables o reversibles en el futuro. Por ejemplo, los paneles solares no deben dañar ni alterar innecesariamente el aspecto de un tejado histórico.

Figura 3

Ejemplo de energía renovable en el patrimonio arquitectónico



Nota. Paneles solares instalados en el tejado de la iglesia luterana de San Marcos en Pleasant Hill, California. De Solar Panels on Church Roof full [fotografía], de Bastique, 2024, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Panels_on_Church_Roof_full.jpg). CC BY 4.0.

2. Herramientas digitales para la supervisión y la documentación

Las tecnologías digitales pueden ayudar a comprender el estado de un bien patrimonial sin tener que tocarlo ni alterarlo constantemente. Estas tecnologías permiten el seguimiento medioambiental en tiempo real, el mantenimiento predictivo y la documentación no invasiva. Por ejemplo:

El escaneo 3D y la fotogrametría permiten crear un registro digital detallado de un edificio, monumento u objeto.

Figura 4

Ejemplo de modelo 3D fotogramétrico



Nota. De B9217 photogrammetry - 81317b3b573f4df4b35418a20b6eacd7 [Digital image], by Transylvanian Museum of Ethnography, 2021, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B9217_photogrammetry_-_81317b3b573f4df4b35418a20b6eacd7.jpg). CC BY 4.0.

Figura 5

Proceso de escaneado 3D

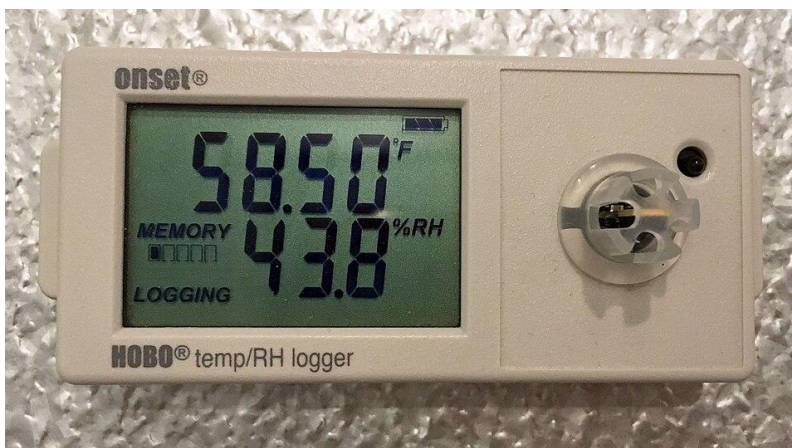


Nota. De 3D scanning of Gribshunden figurehead [Photograph], by Ishkabibble, 2023, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3D_scanning_of_Gribshunden_figurehead.jpg). CC BY-SA 4.0.

Los sensores pueden medir cambios en la temperatura, la humedad, el movimiento u otras condiciones ambientales.

Figura 6

Registrador de datos para la monitorización ambiental

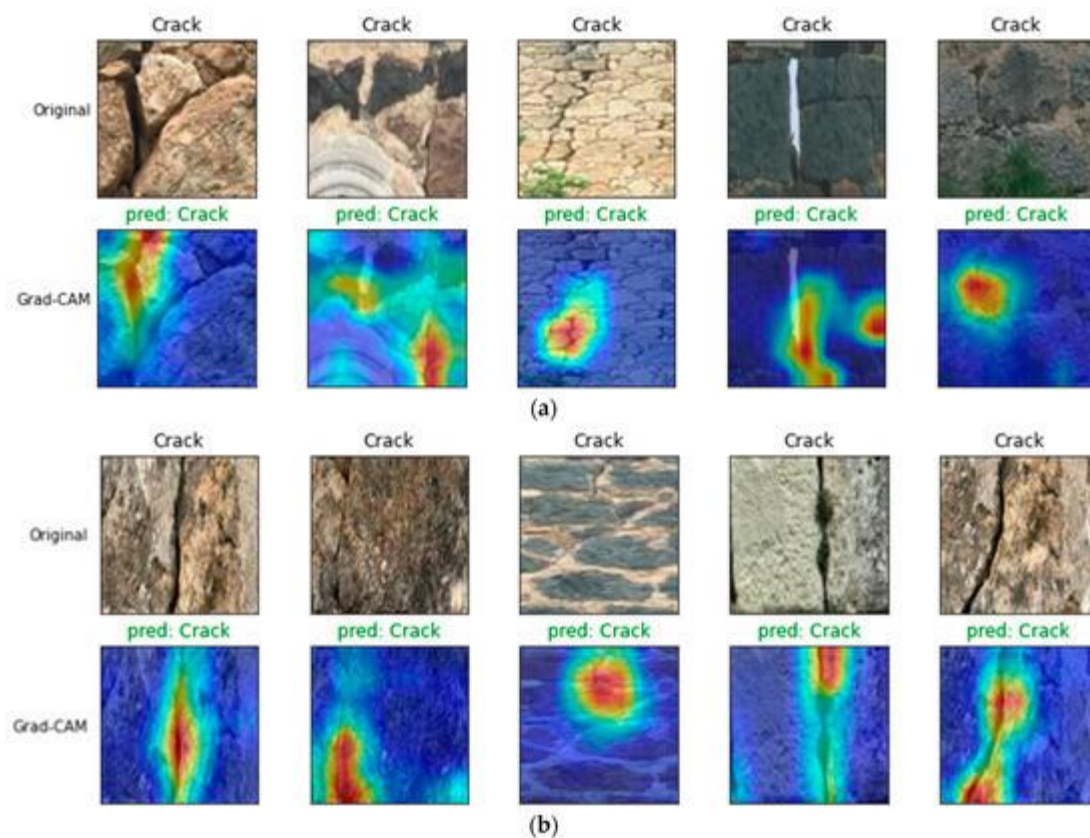


Nota. De Data Logger [Photograph], by Aperegoy, 2017, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Data_Logger.jpg). CC BY-SA 4.0.

Las herramientas basadas en la inteligencia artificial pueden ayudar a identificar patrones o cambios en grandes cantidades de datos. Por ejemplo, la inteligencia artificial puede analizar imágenes de un muro histórico y resaltar las zonas en las que puedan existir grietas. A continuación, los expertos pueden examinar estas zonas más detenidamente.

Figura 7

Ejemplo de detección y visualización de grietas con apoyo de IA

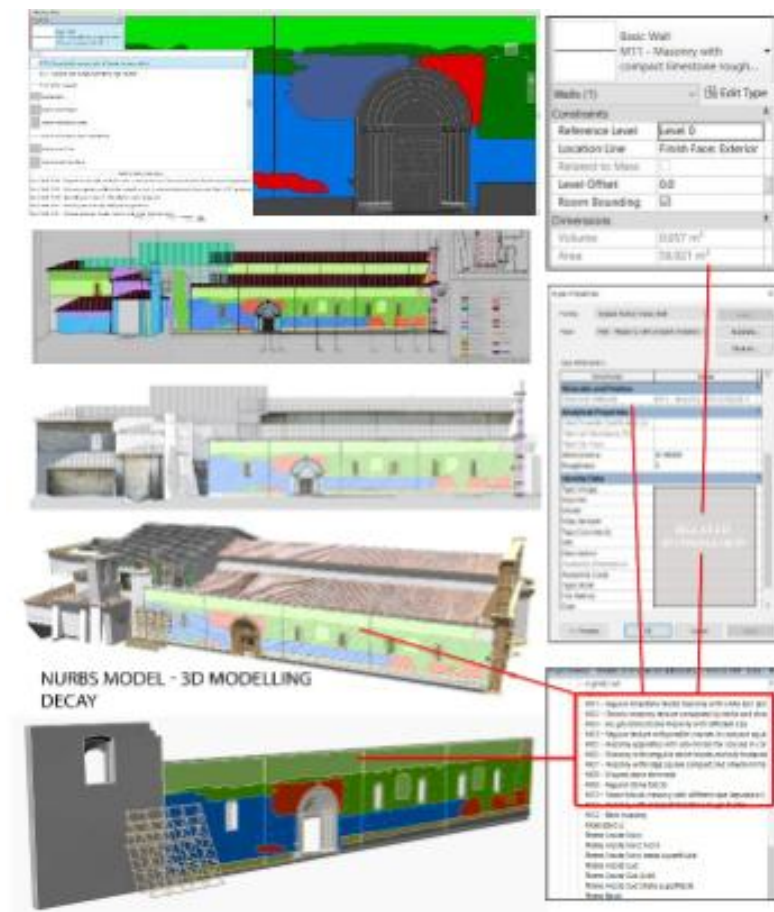


Nota. De la Figura 11 de “Deep Learning-Based Automated Detection of Cracks in Historical Masonry Structures,” by K. Hacıfendioğlu, A. C. Altunışık, and T. Abdioğlu, 2023, Buildings, 13(12), Article 3113. CC BY 4.0.

Los gemelos digitales pueden crear una versión digital de un lugar real que se puede estudiar y supervisar a lo largo del tiempo. Por ejemplo, Brumana et al. (2017) crearon un modelo digital detallado de la *Basílica de Santa María de Collemaggio, en L'Aquila*, utilizando el escaneo láser y la fotogrametría. El modelo no se limita a reproducir la forma del edificio. También se le puede añadir información sobre los materiales, los daños y el estado de las diferentes partes de la estructura.

Figura 8

Ejemplo de incorporación de información sobre materiales y deterioro a un modelo 3D de patrimonio



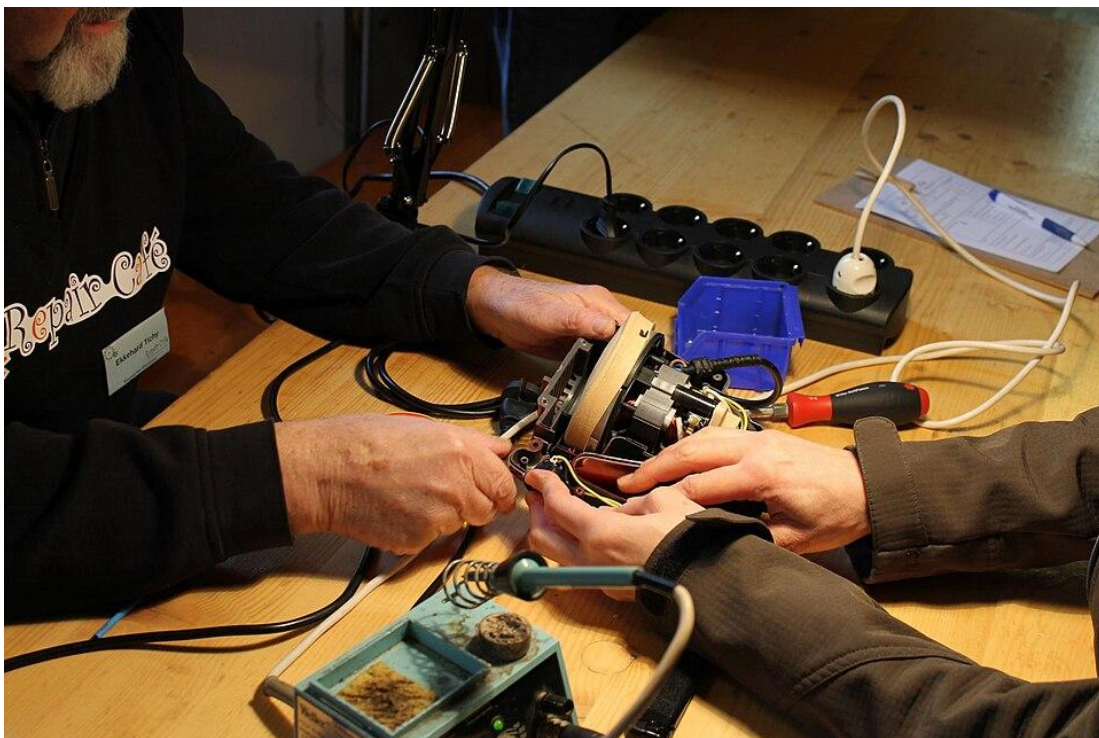
Nota. De la Figura 13 de “HBIM Challenge Among the Paradigm of Complexity, Tools and Preservation: The Basilica di Collemaggio 8 Years After the Earthquake (L'Aquila),” by R. Brumana et al., 2017, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-2/W5, p. 103. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-97-2017>. CC BY 4.0.

3. Otros enfoques

La sostenibilidad también puede significar hacer un mejor uso de lo que ya existe. En lugar de demoler un edificio antiguo, puede ser posible adaptarlo a un nuevo uso conservando al mismo tiempo sus características importantes. Los materiales tradicionales o locales también pueden repararse y reutilizarse en lugar de sustituirse inmediatamente. Es posible que un ordenador portátil, una cámara u otro dispositivo electrónico solo necesite un nuevo componente, una batería o una simple reparación para seguir siendo útil.

Figura 9

Ejemplo de reparación comunitaria de dispositivos electrónicos



Nota. De Repair Café Trier Reparatur [Photograph], by RaMa2016, 2015, Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Repair_Caf%C3%A9_Trier_Reparatur.jpg). CC BY-SA 4.0.

La tecnología digital también puede servir de apoyo al patrimonio inmaterial, como la artesanía, las tradiciones orales, los conocimientos locales, la música o las habilidades tradicionales. Los vídeos, las fotografías, las grabaciones y las historias digitales pueden ayudar a preservar y compartir estos conocimientos sin necesidad de grandes recursos físicos.

Figura 10

Example of residents and volunteers scanning historical photographs



Nota. De Residents and volunteers scanning photos at Greater Rosemont History Day (5073284671) [Photograph], by Baltimore Heritage, 2010, Wikimedia Commons ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Residents_and_volunteers_scanning_photos_at_Greater_Rosemont_History_Day_\(5073284671\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Residents_and_volunteers_scanning_photos_at_Greater_Rosemont_History_Day_(5073284671).jpg)). CC BY 2.0.

8. Greenwashing, efectos rebote y compensaciones

El lenguaje de la sostenibilidad puede hacer que una decisión parezca responsable sin aportar pruebas que lo respalden. El **«greenwashing»** se produce cuando las afirmaciones medioambientales son vagas, exageradas o carecen de fundamento. En el ámbito tecnológico, una afirmación puede destacar la eficiencia energética durante el uso, mientras que ignora la fabricación, la corta vida útil del producto, la demanda de datos o el tratamiento al final de su vida útil.

El **efecto rebote** se produce cuando la eficiencia reduce el coste o el esfuerzo de una actividad y el uso total aumenta, lo que reduce o anula el ahorro previsto. Las investigaciones sobre la digitalización muestran por qué la eficiencia debe considerarse junto con la demanda total y el comportamiento de los usuarios (Lange et al., 2020; Santarius et al., 2023).

Problema	Significado	Ejemplo de la comunidad
Greenwashing	Se califica de «ecológico» a un producto o actividad sin pruebas claras, criterios o información sobre su ciclo de vida.	Se comercializa una nueva pantalla como «ecológica» sin explicar por qué hay que sustituir la antigua.
Traslado de la carga	Un impacto disminuye, mientras que otro aumenta en otro lugar.	Se reduce la impresión, pero se introducen más pantallas, almacenamiento y consumo eléctrico.
Efecto rebote	La eficiencia hace que un servicio sea más fácil o más barato, por lo que el uso total aumenta.	Los archivos de vídeo más pequeños dan lugar a que se produzcan y almacenen muchos más vídeos.
Sustitución de problemas	Una nueva acción sustituye un problema por otro.	Un dispositivo que funciona se recicla en lugar de repararse o reutilizarse.

Una respuesta útil es preguntar por **los límites** y **las pruebas**. Es útil reflexionar sobre la situación y plantear preguntas como:

¿Qué parte del ciclo de vida se tiene en cuenta? ¿En comparación con qué alternativa?

¿La afirmación se refiere a la eficiencia por tarea o a una reducción del impacto total?

¿Quién se beneficia y quién gestiona los nuevos riesgos?

El objetivo de estas preguntas es hacer que la afirmación sea más comprobable y que la decisión sea más honesta.



Tarea práctica

Comprobación de afirmaciones

Lee la siguiente afirmación:

«Nuestra exposición no utiliza papel, por lo que es respetuosa con el medio ambiente.»

No decidas inmediatamente si la afirmación es verdadera o falsa. En su lugar, analiza todo el proceso digital que hay detrás de la exposición.

Intenta responder a las preguntas:

1. ¿Se ha reducido el impacto medioambiental o parte de él simplemente se ha trasladado del papel a las tecnologías digitales?
2. ¿Qué información necesitarías antes de poder decidir si la exposición tiene un menor impacto medioambiental?

9. Actividad final: Estación de patrimonio digital sostenible

La tarea principal consiste en **diseñar una pequeña estación de patrimonio digital** que presente un elemento, lugar, historia o tradición del patrimonio local de forma sencilla y sostenible. Imagina que tu estación pudiera ubicarse en un salón municipal, una biblioteca, un centro comunitario, un museo o un evento local. Un visitante debería poder acercarse a ella y descubrir algo significativo sobre el patrimonio local.

No es necesario que construyas un sistema tecnológico real. Tu resultado final será un **prototipo** que muestre cómo sería la estación, qué podría hacer el visitante y qué tecnología se utilizaría. Puedes dibujar el prototipo a mano, hacerlo con papel o cartón reutilizado, o crearlo digitalmente en PowerPoint, Canva u otro programa sencillo.

Explicación del proceso

Tu estación parte del **patrimonio**, no de la tecnología. Primero decide qué quieres que la gente descubra y qué tipo de experiencia lo transmitiría mejor. Solo entonces elige la tecnología necesaria para hacer posible esa experiencia.

Mientras diseñas la estación, aplica los principios de sostenibilidad presentados en este módulo. El objetivo no es eliminar la tecnología por completo, sino utilizar **la tecnología justa para lograr el propósito sin añadir equipos, datos o complejidad innecesarios**.

Paso 1: Elige el elemento patrimonial en el que centrarte

Elige **un elemento del patrimonio local** que te gustaría que los visitantes descubrieran (por ejemplo, una fotografía antigua, un objeto tradicional, una canción o una tradición oral, un edificio o lugar histórico). A continuación, establece un objetivo sencillo.

«Nuestra estación ayudará a los visitantes a _____».

Paso 2: Decide qué experimentará el visitante

Ahora decide qué hará realmente una persona cuando llegue a tu estación. Elige el formato que transmita tu idea sobre el patrimonio de la forma más clara.

El visitante podría:

- mirar una fotografía
- leer un relato breve

- escuchar una grabación
- ver un vídeo breve

Paso 3: Elige la tecnología

Una vez que sepas qué experiencia debe tener el visitante, decide qué tecnología se necesita realmente.

Puedes utilizar:

- un smartphone
- una tableta
- un ordenador portátil
- un proyector
- auriculares

Paso 4: Haz que el diseño sea más sostenible

Observa tu prototipo y aplica al menos tres ideas de sostenibilidad del módulo. Elige las ideas que realmente mejoren tu diseño.

Cuando el prototipo esté terminado, échale un vistazo una vez más. Pregúntate: *¿Podría eliminar o simplificar alguna tecnología sin que la experiencia patrimonial se vea perjudicada?*

Recuerda: *la tecnología sostenible no significa evitar la tecnología. Significa elegir la tecnología con cuidado, utilizar los recursos de forma responsable y evitar equipos o actividades digitales innecesarios.*

10. Consejo sobre bienestar digital



Consejo de bienestar digital

Lo suficientemente bueno es útil

Intentar que cada tarea digital sea perfecta puede aumentar el estrés y dificultar el aprendizaje. También puede llevarte a utilizar más herramientas, repetir trabajo innecesariamente o crear algo más complicado de lo que necesitas. Una primera versión clara y útil suele ser suficiente para ayudarte a avanzar.

Prueba esto: Empieza con la versión más sencilla que haga lo que necesitas. Antes de añadir más funciones, detalles o herramientas, comprueba si la versión básica ya funciona y es fácil de entender. Después, mejora únicamente lo que sea realmente necesario.

Pregunta de reflexión: ¿Cuál es la versión útil más sencilla de lo que quiero crear hoy?

11. Glosario básico

Traslado de la carga: Reducción de un impacto al tiempo que se aumenta otro impacto en un lugar diferente o en otra etapa del ciclo de vida.

Economía circular: Enfoque cuyo objetivo es prevenir la generación de residuos y preservar el valor de los productos, componentes y materiales durante más tiempo.

Suficiencia digital: estrategias que reducen la demanda absoluta de energía y recursos derivada de la producción o el uso de la tecnología digital, al tiempo que satisfacen necesidades significativas.

Residuos electrónicos o RAEE: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que requieren una recogida y un tratamiento adecuados.

«Greenwashing»: afirmación medioambiental que es vaga, exagerada, selectiva o que no está respaldada por pruebas suficientes.

Ciclo de vida: Las etapas que abarcan desde las materias primas y la fabricación hasta el uso, el mantenimiento, la reutilización, el reciclaje y la eliminación.

Tecnología mínima suficiente: la combinación tecnológica más sencilla y fiable que cumple con el objetivo, incluyendo el acceso, la seguridad y la inclusión.

Efecto rebote: Aumento del uso total que reduce o anula el ahorro esperado gracias a una mayor eficiencia.

Reparabilidad: Grado en que un producto puede ser diagnosticado, desmontado, reparado y devuelto a un estado de funcionamiento útil.

Tecnología sostenible: Tecnología seleccionada y gestionada para cumplir un propósito significativo, teniendo en cuenta los efectos medioambientales, sociales y económicos.

Compromiso: Decisión en la que la mejora de un aspecto puede debilitar otro.

Cierre del módulo

La tecnología digital puede ayudar a las comunidades rurales a preservar el patrimonio, reducir las distancias, mejorar el acceso y crear nuevas formas de cooperación. Estos beneficios son reales, pero no hacen que todas las soluciones digitales sean sostenibles. Los dispositivos y los servicios dependen de materiales físicos, energía, infraestructuras, mantenimiento y personas. Su valor depende de si resuelven un problema significativo y siguen siendo accesibles, seguros y manejables a lo largo del tiempo.

La opción más responsable no suele ser la tecnología más novedosa ni el archivo más pequeño posible. Se trata de una elección proporcionada: la tecnología suficiente para transmitir el significado del patrimonio, proteger los derechos de la comunidad, incluir al público destinatario y continuar más allá del taller sin un uso innecesario de recursos.

Bibliografia

- Aperego. (2017). Data logger [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Data_Logger.jpg
- Bastique. (2024). Solar panels on church roof full [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Panels_on_Church_Roof_full.jpg
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework (Y. Punie & M. Bacigalupo, Eds.). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Brumana, R., Dellatorre, S., Oreni, D., Previtali, M., Cantini, L., Barazzetti, L., ... & Banfi, F. (2017). HBIM challenge among the paradigm of complexity, tools and preservation: the Basilica di Collemaggio 8 years after the earthquake (L'Aquila). *International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, 42(2W5), 97-104. <https://re.public.polimi.it/handle/11311/1035355>
- Council of Europe. (2005). Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society (CETS No. 199). <https://rm.coe.int/1680083746>
- Dréo, J., & HUB1. (2007). Desarrollo sostenible [Vector graphic]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Desarrollo_sostenible.svg
- European Commission. (2020). A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe (COM(2020) 98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- European Commission. (2023a). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1669 of 16 June 2023 supplementing Regulation (EU) 2017/1369 with regard to the energy labelling of smartphones and slate tablets. Official Journal of the European Union, L 214, 9-46. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2023/1669/oj
- European Commission. (2023b). Commission Regulation (EU) 2023/1670 of 16 June 2023 laying down ecodesign requirements for smartphones, mobile phones other than smartphones, cordless phones and slate tablets. Official Journal of the European Union, L 214, 47-93. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1670/oj>

- European Parliament and Council of the European Union. (2008). Directive 2008/98/EC of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives. Official Journal of the European Union, L 312, 3-30. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj>
- European Parliament and Council of the European Union. (2012). Directive 2012/19/EU of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Official Journal of the European Union, L 197, 38-71. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2012/19/oj>
- European Parliament and Council of the European Union. (2024). Directive (EU) 2024/1799 of 13 June 2024 on common rules promoting the repair of goods. Official Journal of the European Union, L 2024/1799. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1799/oj>
- Hacıfendioğlu, K., Altunışık, A. C., & Abdioğlu, T. (2023). Deep learning-based automated detection of cracks in historical masonry structures. *Buildings*, 13(12), 3113. <https://doi.org/10.3390/buildings13123113>
- International Energy Agency. (2025). Energy and AI. <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>
- Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption: Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760>
- Ishkabibble. (2023). 3D scanning of Gribshunden figurehead [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:3D_scanning_of_Gribshunden_figurehead.jpg
- Li, P., Yang, J., Islam, M. A., & Ren, S. (2023). Making AI less “thirsty”: Uncovering and addressing the secret water footprint of AI models. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03271>
- RaMa2016. (2015). Repair Café Trier Reparatur [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Repair_Caf%C3%A9_Trier_Reparatur.jpg
- Santarius, T., Bieser, J. C. T., Frick, V., Höjer, M., Gossen, M., Hilty, L. M., Kern, E., Pohl, J., Rohde, F., & Lange, S. (2023). Digital sufficiency: Conceptual considerations for ICTs on a finite planet. *Annals of Telecommunications*, 78, 277-295. <https://doi.org/10.1007/s12243-022-00914-x>

- TED-Ed. (2025). What Earth in 2125 could look like - Iseult Gillespie [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=4UJTtk_2ly0
- Transylvanian Museum of Ethnography. (2021). B9217 photogrammetry - 81317b3b573f4df4b35418a20b6eacd7 [Digital image]. Wikimedia Commons.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B9217_photogrammetry_-_81317b3b573f4df4b35418a20b6eacd7.jpg
- World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future (A/42/427). United Nations. <https://digitallibrary.un.org/record/139811>
- World Wide Web Consortium. (2023). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.
<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- World Wide Web Consortium. (2024). Images tutorial. Web Accessibility Initiative.
<https://www.w3.org/WAI/tutorials/images/>
- Xiao, T., Fuso Nerini, F., Matthews, H. D., Tavoni, M., & You, F. (2025). Environmental impact and net-zero pathways for sustainable artificial intelligence servers in the USA. *Nature Sustainability*, 8, 1541-1553. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01681-y>