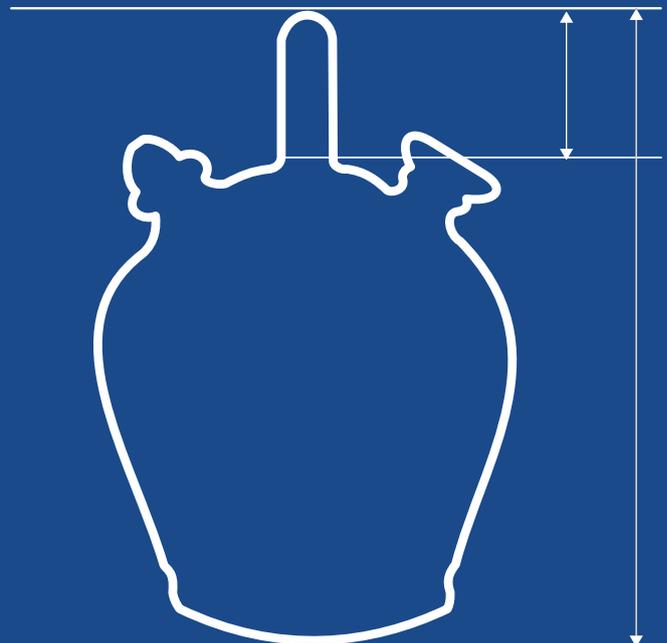
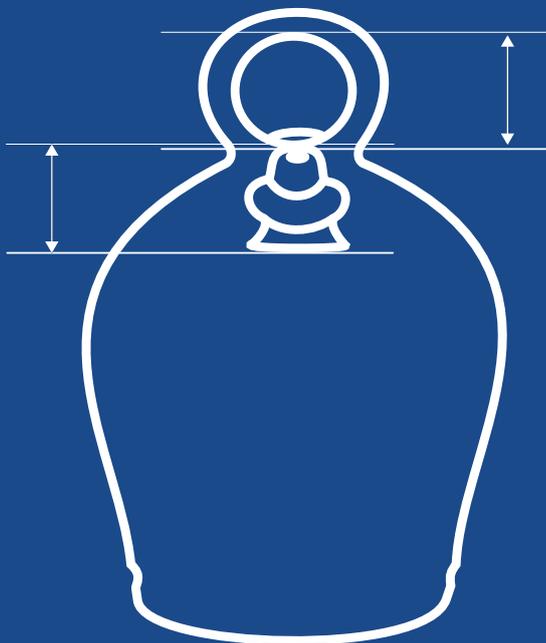
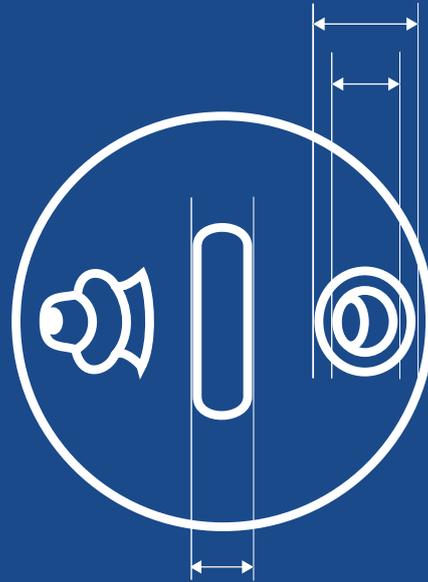
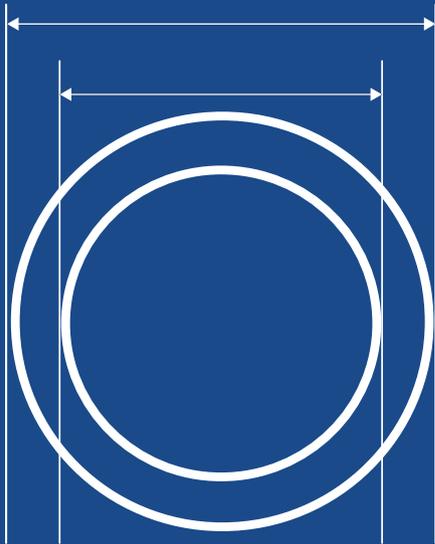


# TÉCNICAS HUMILDES

## PARA EL DECRECIMIENTO



$$V \cdot CP(DQLDT) = HC(A+S)(Q6-Q5) + F \cdot \epsilon \cdot \Sigma [(273+Q6)^4 - (273+Q5)^4] \\ (4\pi R^2 - S) - U(A+S)(QL-QS) - \Lambda W(-DVDT)$$

$$-DVDT = K(A+S)(HS-H)$$

ecologistas  
en acción



**Título:** Técnicas humildes para el Decrecimiento  
**Autoras/es:** Almazán Gómez, Adrián; Garrido Martínez, Jesús; Alonso López, Pablo;  
Álvarez González, Vanessa; González Reyes, Luis.  
**Portada:** Jesús Garrido  
**Edita:** Ecologistas en Acción  
C/ Peñuelas 12, 28005 Madrid, Tel: 915312739  
www.ecologistasenaccion.org  
**Hecho público en:** 2024

Ecologistas en Acción agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación siempre que se cite la fuente.



**creative commons**

Esta publicación está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

# Índice

- I. Introducción. Colapso y tecnología: en búsqueda de alternativas decrecentistas, 4**
- II. Técnica y tecnología: una introducción conceptual, 8**
  - ▶ La técnica, 8
  - ▶ Técnica y sociedad, una relación bidireccional, 9
  - ▶ Las tecnologías del capitalismo industrial, 11
- III. Técnicas humildes para el Decrecimiento (comunalista), 16**
  - 1. Energía y generación eléctrica, 21**
    - ▶ Generación de electricidad, 22
    - ▶ Aprovechamiento mecánico directo, 25
  - 2. Construcción, 28**
    - ▶ Bioconstrucción, 28
    - ▶ Tapial, 29
    - ▶ Encalado, 31
  - 3. Regulación térmica y confort, 32**
    - ▶ Bioclimatismo, 32
    - ▶ Estufas eficientes y gloria, 33
    - ▶ Pozo canadiense, 35
  - 4. Producción, procesado y conservación de alimentos, 37**
    - ▶ Procesado, 37
    - ▶ Conservación, 39
    - ▶ Producción de alimentos, 42
  - 5. Acceso y gestión del agua, 47**
    - ▶ Aumento de la materia orgánica en los suelos, 47
    - ▶ Biofiltros, 49
  - 6. Movilidad y transporte de personas y mercancías, 52**
    - ▶ Corta distancia, 53
    - ▶ Media distancia, 56
    - ▶ Larga distancia: el caso de comercio internacional, 58
  - 7. Industria ligera, 60**
    - ▶ Vacío-aire comprimido, 61
    - ▶ mediante trompa de agua, 61
    - ▶ Telar, 62
    - ▶ Tejera/horno de cocción de piezas de arcilla, 63
- IV. Conclusiones, 64**

# I. Introducción. Colapso y tecnología: en búsqueda de alternativas decrecentistas

Las sociedades humanas de todo el planeta se encuentran inmersas en una crisis ecosocial muy profunda que, por desgracia, está también arrastrando a gran parte de la vida no humana en su desmesura. Tal y como hemos desarrollado y denunciado en otros documentos, como *Caminar sobre el abismo de los límites*<sup>1</sup>, la situación es de una gravedad y urgencia sin precedentes y debe interpretarse en términos de colapso ecosocial. Es imprescindible cambiarlo casi todo y hacerlo de manera acelerada. Es el conjunto de nuestra forma de habitar la Tierra, desde el trabajo al ocio pasando por los marcos culturales y la relación con el resto de lo viviente, lo que tiene que cambiar. Y, por supuesto, no es posible pensar en profundidad esta transformación dejando al margen la tecnología.

Por un lado, porque la tecnología es una parte crucial de la situación de emergencia en la que nos encontramos. Cuando hablamos de capitalismo fósil, de sociedad industrial o de capitalismo avanzado, esos órdenes sociales no se entienden sin el conjunto de tecnologías que se han hecho hegemónicas, pese a ser esencialmente insostenibles. Muchas de ellas son inseparables del capitalismo fósil, ya que no pueden funcionar sin profundizar muchas de sus dinámicas básicas: tecnologías dependientes de metabolismos fósiles y destructivos, tecnologías imperiales basadas en una desigualdad colonial, tecnologías diseñadas para dominar y subyugar la naturaleza y que, en su funcionamiento normal, generan daños ecológicos. Este estrecho vínculo entre capitalismo y tecnología hace imposible pensar alternativas de ningún tipo, incluidas las decrecentistas, sin partir de la base de que es imposible separar por completo una tecnología de la sociedad en la que existe. Por tanto, tampoco podemos pensar en transformar la sociedad sin al mismo tiempo hacer lo propio con las tecnologías (o más bien, como justificamos más adelante, las técnicas). O dicho de otro modo, sin poner en cuestión la organización material y metabólica de nuestros actuales modos de vida.

La tecnología se encuentra en el corazón de nuestra trayectoria de colapso también en un segundo sentido. Si a nivel social no percibimos con suficiente nitidez y preocupación la gravedad y la urgencia de nuestra situación presente es, entre otras razones, porque la forma hegemónica en la que comprendemos la tecnología y sus capacidades tiene elementos estructurales que consideramos defectuosos. Por un lado, y en contradicción con lo que antes vimos, es habitual considerar que nuestra tecnología es solo accidentalmente capitalista e industrial. El cambio tecnológico no se asume como un problema político de primer orden, ineludible para un proyecto de transformación social. Se supone simplemente que bastará con explorar nuevos usos de la tecnología existente para hacer que ésta se congrese con sociedades que en otros ámbitos (economía, justicia, metabolismo) esperamos que sean radicalmente opuestas a la actual..

1 Ecologistas en Acción; La Transicionera (2019). *Caminar sobre el abismo de los límites*. Ecologistas en Acción. <https://www.ecologistasenaccion.org/35291/informe-caminar-abismo-los-limites/>

En segundo lugar y principal, nuestras sociedades están atravesadas por una fe irracional y ciega en la tecnología. No se limitan a no problematizarla, sino que depositan en ella gran parte de sus esperanzas de poder salir del actual atolladero civilizatorio. Entre otras causas, no se ponen en marcha de manera contundente para hacer frente al colapso ecosocial porque siguen esperando que conseguiremos esquivarlo mediante algún invento milagroso surgido de las fértiles aguas del mercado y la tecnociencia. Pese a que, con grandes esfuerzos y a contracorriente, el movimiento ecologista ha logrado generalizar una preocupación por crisis como la climática o la energética, ésta convive mayoritariamente con la creencia profunda de que tales crisis pueden ser solucionables a través de diferentes tecnologías. La geoingeniería, la informatización y robotización, la terraformación, los viajes interplanetarios, etc. son elementos hoy omnipresentes en los productos culturales y los discursos de unas élites que pretenden asegurarnos que todo sigue bajo control y que, de nuevo, el ingenio humano conseguirá sacarnos de nuestro atolladero civilizatorio gracias a su magia tecno-científica.

Este tecno-optimismo, tecno-utopismo o fe tecnológica es un escollo de primer orden para organizar verdaderas soluciones colectivas compartidas a la situación presente. Sin abandonarlo, lo más probable es que sigamos profundizando en las mismas dinámicas que nos han traído hasta aquí. Es más, una vez identificado este defecto cultural de nuestras sociedades es más fácil comprender lo desencaminadas que se encuentran las estrategias que de manera hegemónica se nos ofrecen como vías de escape a nuestra actual crisis ecosocial y que podríamos resumir con la idea de “transición verde y digital”.

Al fin y al cabo, ¿qué es esta transición verde y digital sino una propuesta de transformación tecnológica salvadora? Ignorando que las raíces del colapso ecosocial son también económicas, culturales y políticas, se nos trata de convencer que bastará con una masiva sustitución tecnológica para atajar de raíz todos nuestros males. Son muchas las razones por las que consideramos este argumento falaz, pero conviene al menos señalar dos. Primera, las tecnologías digitales (lo digital) y los captadores no renovables de energía renovable (lo verde) son en gran medida extensiones de la actual sociedad capitalista, industrial y fósil. Es decir, extenderlas no supone en rigor una sustitución o salida de nuestra actual lógica social, sino una modulación o variación dentro de la misma. Y ello en ámbitos tan importantes como las relaciones económicas dominantes (financiarización, especulación, crecimiento económico) o el marco metabólico y material (extractivismo, desarrollo desigual, injusticia ecológica y económica a nivel global).

Segunda, y derivada de la anterior, ninguna sustitución tecnológica *per se* puede ser capaz de producir una mutación social, y menos aún del calado que ahora necesitamos. Existe, como veremos, una relación de coparticipación entre sociedad y técnica, que hace que la transformación técnica sea un elemento imprescindible de cualquier transformación social, pero no exclusivo. Transitar hacia sociedades decrecentistas implica la necesidad de efectuar transformaciones simultáneas e interconectadas de la economía, los imaginarios, las instituciones, los satisfactores de nuestras necesidades y, también, nuestras técnicas.

Todo lo anterior, por supuesto, no reduce ni un ápice la tremenda dificultad que supone imaginar qué podría significar una transformación técnica compatible con sociedades deseables y con la vida del planeta. Tampoco da respuesta a la compleja pregunta sobre qué usos tácticos y procesos graduales deben ponerse en marcha para transitar desde nuestra situación presente a sociedades diferentes. Asumiendo esa dificultad y ambigüedad, en este informe hemos pretendido contribuir a la, desde nuestro punto

de vista, necesaria puesta en marcha de un debate global y compartido en torno a estas cuestiones.

Nuestro objetivo como este texto es llamar a la reflexión y al debate colectivo acerca del papel de las tecnologías en el contexto de las transformaciones necesarias para afrontar el colapso ecosocial. Para empezar en nuestra propia organización, en la que tenemos distintas visiones del tema; por tanto, este no es un documento de posicionamiento de Ecologistas en Acción. Queremos poner de manifiesto que las distintas tecnologías no son solo instrumentos específicos para obtener un producto material (energía, materias primas, mercancía), sino también elementos que facilitan o impiden determinadas formas de organización de la producción y de su entramado social.

De las diferentes formas en las que podríamos haber contribuido a ese debate, hemos optado por hacerlo desde el prisma de la propuesta de alternativas. Repensando a fondo nuestra manera de entender la técnica y la tecnología, hemos realizado un esfuerzo colectivo orientado al mapeo de alternativas que consideramos que tienen el potencial de ser realmente renovables y emancipatorias. A éstas las hemos denominado técnicas humildes y pensamos que suponen una propuesta prospectiva de técnicas posibles para un horizonte decrecentista.

Hemos construido un listado de técnicas que, además de no basarse en combustibles fósiles, pueden funcionar de manera descentralizada (sin exigir grandes concentraciones de recursos) y más “apropiable” por las comunidades productivas. Obviamente, no tienen la misma productividad y prestaciones que las actuales tecnologías basadas en fuentes fósiles abundantes y baratas, pero la propuesta del movimiento ecologista no puede basarse en cambiar de técnicas para mantener el actual sistema de producción. Con este pequeño catálogo no intentamos proponer el uso exclusivo, en todo tiempo y sociedad, de este tipo de técnicas, sino mostrar las posibilidades de organizar otras formas de producción y de vida más acordes con los límites ecológicos y más “apropiables” socialmente. Proponemos un ejercicio de abrir posibilidades, de señalar otras posibles lógicas.

Es decir, con este informe no pretendemos afirmar que de aquí en adelante la única opción políticamente coherente sea desechar toda técnica que no encaje en nuestro marco propositivo. En absoluto. Una parte sustancial del nudo en el que ahora mismo nos encontramos es que las necesidades de una parte importante de la población dependen estructuralmente de prácticas insostenibles y destructivas. Pensemos en la alimentación. Hoy en día ya son millones las personas que pasan hambre o sufren una mala alimentación. Los impactos de la producción industrial de alimentos sobre la naturaleza se encuentran entre los más importantes de toda nuestra actividad económica. No obstante, pese a que somos conscientes de la urgencia y necesidad de abandonar el modelo impuesto por la revolución verde y de que la agroecología sería perfectamente capaz de satisfacer las necesidades alimentarias de la población actual, la realidad es que pasar del modelo actual a éste no es algo que pueda hacerse de un día para otro.

Entendemos, por tanto, que es conveniente separar dos ámbitos: uno, el prospectivo y propositivo; otro, el estratégico. Por un lado, el inventario de técnicas que hemos recogido bajo el rubro de humildes podrían tener el potencial de ser compatibles con lo que entendemos que tendría que ser una sociedad decrecentista. Por otro, la estrategia de transformación técnica de nuestra sociedad no significa simplemente abandonar todas las tecnologías actuales de manera repentina. Aunque las técnicas humildes supongan una suerte de ideal regulativo y horizonte prospectivo, tenemos la responsabilidad y el deseo de articular conversaciones y movimientos de transformación tecnológica que

nos permitan pensar en qué estrategias nos pueden servir para oponernos a las actuales sociedades capitalistas industriales y su entramado tecnológico. Cuáles vayan a ser las imbricaciones concretas de distintas tecnologías en los procesos de transición será respondido por las luchas, conflictos y posibilidades de cada formación social. Conscientes de esto, consideramos necesario desarrollar un debate sobre las posibilidades y límites de las distintas opciones existentes.

El fin último de este informe es servir de incentivo a esos encuentros y debates con otros colectivos interesados en hacer de la búsqueda de técnicas alternativas una lucha real y presente, entre las otras que a día de hoy constituyen la agenda de los movimientos sociales. Solo en ese marco, el de la construcción de luchas compartidas, será donde podamos construir estrategias más allá de estas u otras propuestas. No obstante, entendemos que la visibilización, articulación y construcción aquí y ahora de estas técnicas humildes van a desempeñar con toda seguridad un papel importante en cualquier estrategia de transformación técnica que llegue efectivamente a existir. De ahí que también esperamos que este informe pueda servir de acicate para que grupos diversos comiencen o profundicen en su construcción de alternativas decrecentistas de satisfacción de sus necesidades.

Un apunte final es que este informe no pretende ser un recopilatorio completo de técnicas humildes, algo que sería inabarcable, sino simplemente un pequeño muestrario que permita abrir la imaginación política colectiva en este campo.

## II. Técnica y tecnología: una introducción conceptual

### La técnica

Los animales utilizamos herramientas. Primates, insectos, aves, moluscos o arácnidos, todos utilizamos herramientas para cosas como acceder a alimentos o cortejarnos. Las poblaciones actuales de grandes simios, los animales no humanos a los que más nos parecemos, reconocen las herramientas como elementos funcionales<sup>2</sup>, asignan a cada objeto técnico un fin específico.

De ahí que Lewis Mumford<sup>3</sup> definiera técnica como el conjunto de elementos y dispositivos diseñados para un uso específico. Tim Ingold<sup>4</sup> ampliaba esta definición señalando que las técnicas son objetos que pueden ser utilizados por un animal para desarrollar un proyecto propio. La dimensión de proyecto hace que la técnica, por tanto, no se agote en el objeto técnico, que es algo así como su núcleo básico. Así lo señalaba Marcel Mauss<sup>5</sup> en su definición clásica: “una técnica es una colección de movimientos o actos, habitualmente y en su mayoría manuales, organizados y tradicionales, que se combinan para alcanzar un fin físico, químico u orgánico conocido”. Los objetos técnicos son inseparables de las formas en que los utilizamos, de los procedimientos y prácticas asociadas a su uso.

En síntesis, podríamos decir que todas las técnicas son creaciones de un animal humano o no humano, que surgen a partir del encuentro de un objeto, el objeto técnico, y de un determinado gesto animal que lo hace “funcionar”<sup>6</sup>.

El ser humano utilizó técnicas con un cierto grado de complejidad incluso antes de ser sapiens<sup>7</sup>. Éstas le permitieron conseguir alimento con menos esfuerzo y riesgo, construir viviendas más cómodas, construir objetos como vajillas y utensilios de cocina. Con estas técnicas, facilitó su vida y también la hizo más agradable, disfrutando de la belleza de estas herramientas. Cada técnica ha sido históricamente parte de la cultura del pueblo que la utiliza, contribuyendo a suplir unas o varias necesidades existentes en ese momento histórico, dentro de esa sociedad. Estas técnicas no son necesariamente las más óptimas desde un punto de vista energético, ni las únicas con las que podrían

2 Shumaker, R.W; Walkup, K. R; y Beck, B. B. (2011). *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*. Johns Hopkins University Press.

3 Mumford, L. (2020). *Técnica y civilización*. Pepitas.

4 Ingold, T. (1987). *The appropriation of nature: Essays on human ecology and social relations*. University of Iowa Press.

5 Mauss, M. et al. (2012). *Techniques, technologie et civilisation (recueil de textes)*. PUF.

6 Para una descripción más detallada de esta articulación, acudir a la definición de la ontología socio-histórica del objeto técnico desarrollada en: Almazán, A. (2021). *Técnica y tecnología: Cómo conversar con un tecnólogo*. Taugenit.

7 El periodico (2023). Disponible en: <https://www.elperiodico.com/es/tendencias-21/20230921/descubren-estructura-madera-antigua-previa-92395062>

realizar las tareas para las que han sido diseñadas, sino que, como parte de su cultura, surgen de ésta y a la vez la moldean.

Según los últimos hallazgos arqueológicos, sabemos que las sociedades humanas antiguas eran diversas, algunas sociedades se especializaron en construir técnicas con una sensibilidad artística tal que se ha dicho de ellas que es como si hubiese varios o varias Picassos o Kahlos vivos en cada tribu en todo momento<sup>8</sup>. Otras se empeñaban en trabajos como recolección de conchas u otros objetos que intercambiaban con los pueblos vecinos. Otras se dedicaban a la pesca o la caza y al procesado de las capturas en determinadas épocas del año. Algunas recolectaban frutas y plantas y el resto del tiempo se dedicaban a tareas que consideraríamos como ocio hoy en día. Los motivos por los que cada pueblo elegía las tareas a las que dedicaría su tiempo, con qué se alimentaría y qué técnicas utilizaría van mucho más allá de las necesidades nutricionales o de mera supervivencia y tenían más que ver con cómo esos mismos pueblos se veían a sí mismos en cada momento.

En síntesis, ninguna técnica (ningún objeto y ninguna de las prácticas de uso) puede definirse al margen de una sociedad particular. Aunque la capacidad técnica puede entenderse como un atributo transcultural de nuestra especie y de otras, toda técnica es siempre de y en una sociedad particular. Son las relaciones metabólicas<sup>9</sup>, económicas, políticas, culturales de un orden social, las que son cruciales para dar forma a las técnicas. Por ejemplo, solo una sociedad fósil e impregnada del imaginario moderno y progresista se planteará la posibilidad y deseabilidad de una nave espacial. Por tanto, podemos completar nuestra definición diciendo que las técnicas son expresiones materiales de formas de organizar, comprender, interpretar y orientarse en el mundo. *Lejos de ser un simple objeto material e inerte, neutral, la técnica es un pedazo de materia en el que se anudan movimientos, acciones y prácticas, pero también metabolismos, deseos, creencias, juicios, instituciones, relaciones de poder y luchas, además de imaginarios sociales e individuales*<sup>10</sup>.

## **Técnica y sociedad, una relación bidireccional**

En nuestra sociedad prevalece la idea de que la técnica se desarrolla de forma lineal siguiendo la senda del “progreso”. Así, se habla de técnicas “avanzadas” (las correspondientes a las sociedades occidentales e industriales) y técnicas “arcaicas o atrasadas” (aquellas de los pueblos sujetos al yugo colonial o las doméstico-femeninas, como la costura, que se oponen a las espectaculares-masculinas, como el viaje espacial). Asumir, como antes proponíamos, la radical historicidad y la base social de las técnicas implica prescindir de ese tipo de comparaciones absolutas y pensarlas de una forma más parecida a como lo hacemos con las lenguas<sup>11</sup>. Muchas de (no todas) las sociedades que nos precedieron, y

8 Graeber, D.; Wengrow, D. (2022). *El amanecer de todo, Una nueva historia de la humanidad*. Ariel.

9 González de Molina, M. y Toledo, V. M. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Icaria Editorial.

10 Castoriadis, C. (1989). *La Institución imaginaria de la sociedad. Vol 2. El imaginario social y la institución*. Tusquets.

11 A una conclusión similar, aunque basada en argumentos distintos, apunta la noción de tecnodiversidad que viene desarrollando el filósofo chino Yuk Hui (2020):

- (Lo, 2020). Hui, Y. (2020). *Fragmentar el futuro: Ensayos sobre tecnodiversidad*. Caja Negra.

- Lo, E. (2020). “Sobre Tecnodiversidad: Una conversación con Yuk Hui”. *Research Network for Philosophy and Technology*, nº 27.

las que son contemporáneas nuestras pero no se organizan en torno a los imperativos del capitalismo industrial, tenían y tienen vidas plenas y satisfactorias, algunas tanto a más que las nuestras. Cada sociedad obtiene su realización de una manera distinta, teniendo en cuenta las necesidades mínimas comunes para todo ser humano, alimento, hogar confortable, socialización, etc. De ahí que una sociedad de acumulación de objetos y dinero mida la realización en base a la posesión y la riqueza, mientras que para otras éste puede ser un elemento negativo o a evitar.

El uso de una cantidad mayor de materiales y energía en su fabricación no hace mecánicamente a una técnica mejor que otra. Las soluciones basadas en lo que más adelante definiremos como tecnologías, en las que hoy se basan nuestras estrategias para cubrir necesidades de alimentación, habitabilidad, transporte, etc., no son intrínsecamente mejores. Si requieren de un uso intensivos de energía y materiales es más bien para adaptarse a los requerimientos del actual sistema capitalista e industrial: la construcción de viviendas de manera tradicional suple mejor las necesidades de habitabilidad que las actuales, en cuanto al mantenimiento de una temperatura y humedad interior agradable y salubridad de los materiales utilizados. En la agricultura, los procesos de industrialización del campo no mejoran el sabor de los alimentos, ni la productividad de la tierra a medio-largo plazo, sino que se privilegia el tamaño, aspecto y capacidad de ser transportados a larga distancia sin deteriorarse en apariencia. En ambos ejemplos, el cambio se debe a la satisfacción de la necesidad de producción más rápida, con menos mano de obra, más mecanizada, con menos conocimientos por parte de las y los operarios, lo que da un mayor control de la producción a unas pocas personas y un flujo de dinero mucho más rápido. En conclusión, más que hablar en términos de progreso lineal, tenemos que entender las técnicas en clave de transformación social. Técnicas en plural para sociedades en plural, guiadas por prioridades y estructuras muy diferentes.

Esta relación, no obstante, es bidireccional. Sin duda la técnica es un resultado derivado de la sociedad en la que aparece. Pero además hay que entender que la presencia de una técnica en una sociedad no deja a ésta intacta. Las sociedades son, entre otras cosas, sus técnicas<sup>12</sup>. Éstas condicionan sus metabolismos<sup>13</sup>, pero también sus imaginarios<sup>14</sup>: la definición de lo que una sociedad considera posible o, más importante aún, lo que sus miembros consideran necesario o deseable. Sin la existencia del automóvil, sería imposible considerar la movilidad y el viaje una necesidad. Una sociedad que no precise o valore la rápida construcción de viviendas y utensilios de madera no valorará un martillo y no lo incorporará a su cultura, es más, ni lo inventará. Pero si por algún motivo lo adopta, éste transformará su manera de construir, los tiempos y la vida de quien se dedique a esa tarea, por ende tendrá el potencial de transformar esa sociedad. ¿Qué decir de lo que ha supuesto la irrupción de la imprenta, la radio, la televisión o Internet en las sociedades de todo el mundo a la hora de definir la relación con el mundo y entre los seres humanos, los deseos y las expectativas de dichas sociedades?

12 Castoriadis, C. (1978). "Technique". *Les carrefours du labyrinthe I*. Seuil.

13 González de Molina, M.; Toledo, V. M. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia: Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Icaria Editorial.

14 Castoriadis, C. (1989). *La Institución imaginaria de la sociedad. Vol 2. El imaginario social y la institución*. Tusquets.

Esta doble relación, el vínculo inseparable que existe entre las técnicas de una sociedad y los modos de vida<sup>15</sup> de ésta en un sentido amplio, es la que nos permite afirmar que las técnicas no son neutrales. Una constatación que, aunque cuenta con una trayectoria teórica dilatada<sup>16</sup>, está lejos de haber sido históricamente hegemónica o de asumirse por completo a día de hoy a un nivel social amplio. La interpretación más habitual, la de la neutralidad, concibe las técnicas como simples herramientas o instrumentos, objetos inermes incapaces de generar en la sociedad nada que quien la utilice no haya planeado de antemano, solo sujetas a la continua mejora por el progreso constante. De ahí que nuestras sociedades, como señalamos al inicio, asuman generalmente que existe la posibilidad de un uso libre de la técnica, su posibilidad de encajar con sociedades radicalmente diferentes. También que a partir de la idea de progreso se hayan construido auténticas tecnofilias que establecen una relación de fe y devoción respecto a una técnica que consideran imprescindible, más allá de lo que la sociedad y la naturaleza marcan como posible. En cambio, una aproximación como la que defendemos invita a superar estos dos marcos hegemónicos y a pensar desde un prisma radicalmente distinto las técnicas de las sociedades capitalistas e industriales, a las que proponemos denominar tecnologías,.

## ***Las tecnologías del capitalismo industrial***

Hasta aquí hemos discutido la existencia de un vínculo muy íntimo entre las técnicas, en plural, y sus respectivas sociedades. De ahí que consideremos que resulta pertinente reservar un término específico para nuestras sociedades: la tecnología. Entendida así, la tecnología puede interpretarse como una forma histórica y contingente de técnica, en concreto como el conjunto de técnicas de las sociedades capitalistas, modernas e industriales. El elemento clave de esta distinción entre técnica y tecnología es la sociedad y no la complejidad (tecnologías como técnicas sofisticadas), la escala (tecnologías como técnicas a gran escala) o la relación con la ciencia (tecnologías como técnicas de base científica), por más que estos atributos también son propios de las tecnologías. Podemos distinguir al menos tres características exclusivas de las tecnologías:

### **Capitalistas, industriales y fósiles**

La primera característica exclusiva de las tecnologías es el tipo de estructura económica y metabólica de la que dependen. El capitalismo es estructuralmente desigual, tanto a nivel de cada territorio, como entre diferentes territorios. Para poder funcionar correctamente necesita que existan «periferias» en las que el trabajo y la naturaleza tengan precios más bajos que en los «centros»<sup>17</sup>. Según Hornborg<sup>18</sup>, esta distribución

15 Hunyadi, M. (2015). *La tiranía de los modos de vida. Sobre la paradoja moral de nuestro tiempo*. Cátedra.

16 Ellul, J. (2003). *La edad de la técnica*. Octaedro.

- Mumford, L. (2020). *Técnica y civilización*. Pepitas.

- Winner, L. (1979). *Tecnología autónoma: La técnica incontrolada como objeto del pensamiento político*. Gustavo Gili.

17 Luxemburgo, R. (2007). *La acumulación del capital*. La Plata: Terramar.

18 Hornborg, A. (2001). *The power of the machine: global inequalities of economy, technology, and environment*. AltaMira Press.

desigual en el sistema-mundo se encarna en las tecnologías. Éstas son en sí mismas intercambios desiguales entre diferentes segmentos de la sociedad global de trabajo humano y espacio natural incorporado<sup>19</sup>. De ahí que, desde su perspectiva, en el marco de relaciones capitalistas el acceso equitativo a la tecnología sea casi imposible y las transferencias tecnológicas estén ligadas a transferencias de poder.

Pensemos en un ejemplo: el coche. Para que todas las habitantes de los centros puedan contar con un coche es necesario que existan zonas de sacrificio que suministren mano de obra, materias primas y sumideros ecológicos para los tóxicos que se generan en su proceso de producción, uso y desecho. Si todo el ciclo de vida de un coche tuviera que desarrollarse en el territorio en que se usa, respetando su legislación ambiental, sus convenios laborales, su ordenación del territorio, etc.; el coche tendría un precio infinitamente superior al poder adquisitivo de quienes lo utilizan. Además de que sería imposible, ya que ningún territorio cuenta con todos los recursos necesarios para esta producción industrial. Exactamente lo mismo podríamos decir de las tecnologías informáticas.

Otro imperativo económico para el buen funcionamiento del capitalismo es el crecimiento perpetuo, motivado por una competitividad incesante y asociado a la conflictividad social y militar que lo hace posible. Esta pulsión de crecimiento ha moldeado profundamente la tecnología, ya que la inversión capitalista ha favorecido el gigantismo, el individualismo, la productividad, la aceleración o la eficiencia económica como características de las tecnologías (y no el bienestar, la democracia o la sustentabilidad).

Es sin duda así en el caso de las tecnologías domésticas. La búsqueda de un beneficio expansivo, por un lado, ha hecho que se multipliquen las mercancías tecnológicas que cubren necesidades a su vez expansivas (una aspiradora para sustituir a una escoba, una alarma para sustituir a las relaciones de vecindad, un teléfono móvil inteligente para sustituir casi todo). Además, se ha fomentado la posesión individual frente al uso compartido, una vía muy efectiva para multiplicar la producción y el consumo. Por último, se ha garantizado la rentabilidad a largo plazo de las nuevas industrias creando una necesidad estructural de consumo. A ello se orientan, por ejemplo, el marketing o el fenómeno de las modas. También el fraude de la obsolescencia programada, que diseña las tecnologías para que su durabilidad sea menor de lo técnicamente posible y, por tanto, impone una renovación prematura.

La tecnología, además, no es solo objeto de esta dinámica competitiva, sino también su agente. Primero porque, para acceder a ciertas tecnologías, muchos países dependen de los polos industriales que las producen en condiciones de cuasi-monopolio. Esta dependencia es una gran desventaja competitiva que ha condenado a muchos territorios. Además, la tecnología se ha vuelto cada vez más inseparable de la guerra y, por tanto, de la hegemonía política y económica que ésta garantiza, que hoy depende del acceso a las versiones más avanzadas de biotecnologías, inteligencia artificial, drones, robots, etcétera.

A las anteriores consideraciones económicas hay que sumarles otras en clave energética y material. La tecnología está encastrada en un metabolismo que no tiene precedentes históricos. El capitalismo contemporáneo ha sustentado la mayor parte de su expansión

---

19 Hornborg, A. (septiembre de 2014) «Ecological Economics, Marxism, and Technological Progress: Some Explorations of the Conceptual Foundations of Theories of Ecologically Unequal Exchange», *Ecological Economics*, 105: 12, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.05.015>.

económica en los combustibles fósiles. Nuestro capitalismo es fósil<sup>20</sup> y, en consecuencia, nuestras tecnologías también lo son. Desligar la tecnología de este metabolismo fósil es mucho más complicado que simplemente expandir renovables industriales de alta tecnología o electrificar ciertos sectores de la economía. El precio que el capitalismo ha tenido que pagar por adquirir una escala global y prescindir de cada vez más trabajo humano es depender estructuralmente de una logística planetaria y de una enorme cantidad de maquinaria a escala industrial. Ninguna de esas dos cosas es hoy concebible sin un uso masivo de energía, en particular de combustibles fósiles. Tampoco sin la utilización de la práctica totalidad de elementos de la tabla periódica.

Cambiar de metabolismo implicaría, en primer lugar, reducir de forma sostenida y global nuestro uso de energía, algo que no tiene precedentes cercanos ni comparables<sup>21</sup>. En segundo lugar, tendríamos que diseñar una matriz energético-tecnológica no fósil. Es decir, construir técnicas únicamente a partir de energías y materiales renovables y/o abundantes y, por tanto, prescindir a gran escala de materiales no renovables y raros<sup>22</sup>. Mientras que no lo hagamos, las tecnologías seguirán siendo inseparables de un metabolismo destructivo y fósil.

## Imperiales

La primera característica ya descrita hace insostenible interpretar el desarrollo tecnológico como un progreso lineal, continuo y siempre positivo, una visión típica del paradigma de la neutralidad. La tecnología es, por el contrario, una medida del avance de la acumulación capitalista, de la dominación colonial, del extractivismo en el Sur Global y de la destructividad ecológica. Por ello podemos decir que la tecnología es *imperial*: no la podemos separar de la constitución y extensión de modos de vida imperiales<sup>23</sup>.

La instauración de modos de vida imperiales ha pasado por la sustitución a gran escala de humanos por tecnologías en los procesos de sostenimiento de la vida. Su éxito, por tanto, dependía de la desaparición de todas las técnicas previamente existentes. Al fin y al cabo, existe un vínculo profundo entre los bienes comunes y las técnicas no capitalistas ni industriales. Muchas de ellas surgieron en el seno de sociedades de subsistencia<sup>24</sup> y desempeñan un papel central en su estructuración económica, política y metabólica. Además, algunas de ellas son bienes comunes apropiables y libremente producibles. Aunque, no obstante, no existe ningún determinismo técnico. Técnicas relativamente sencillas y apropiables, como los molinos de agua o de viento, supusieron la parte de la infraestructura básica del despliegue del primer capitalismo. Por tanto, no es fácil trazar una frontera nítida entre todas las técnicas previas y las tecnologías capitalistas. Una dificultad que, en todo caso, es equiparable a la de poder determinar de manera precisa la transición desde sociedades no capitalistas a sociedades que sí lo son.

20 Malm, A. (2020). *Capital fósil: el auge del vapor y las raíces del calentamiento global*. Capitán Swing.

21 Fressoz, S. (inédito). *Transition: Une nouvelle histoire de l'énergie*.

22 Almazán, A.; del Buey, R. (2022) «En busca de nuevas tecnologías viables en la era del dilema renovable» en *Bioeconomía para el siglo XXI: Actualidad de Nicholas Georgescu-Roegen*, ed. Arenas, L.; Naredo, J. M.; Riechmann, J. Los Libros de la Catarata.

23 Brand, U.; Wissen, M. (2021) *Modo de vida imperial. Vida cotidiana y crisis ecológica del capitalismo*. Tinta Limón.

24 Mies, M.; Bennholdt-Thomsen, V. (1999). *The Subsistence Perspective: Beyond the Globalised Economy*. Zed Books; Spinifex Press.

Las tecnologías han sido muy importantes para acabar con las «periferias», ya sean campesinas en Europa u originarias en el resto del planeta, que han sido progresivamente colonizadas por relaciones mercantiles y estatales. El ámbito de la alimentación es un ejemplo claro de ello. El paso de la agricultura tradicional a la industrial supone la imposición de un conjunto de tecnologías, con las características económicas y metabólicas señaladas, claves para socavar la subsistencia: se expropian los bienes comunes para utilizarlos en la producción, se eliminan las técnicas históricas de producción y se genera una dependencia del mercado (compra de maquinaria, insumos químicos, semillas, etc.) y del Estado (impuestos, subvenciones, aseguradores, inspectores, etc.).

Además, las tecnologías nos obligan a depender de personas expertas para su diseño, pero también en muchos casos para su uso<sup>25</sup>. Esta necesidad supone una reducción importante de las posibilidades de gestión democrática y comunitaria. Es más, muchas tecnologías pueden entenderse como una pesada losa en forma de comunes negativos<sup>26</sup>, de los que tendremos que hacernos cargo en cualquier horizonte futuro, como por ejemplo la energía nuclear o los acuíferos contaminados.

### Vinculada a los imaginarios de la Modernidad

Una última característica propia de la tecnología tiene que ver con la interconexión que existe entre éstas y los imaginarios de la Modernidad. Las tecnologías, como cualquier otra técnica, con su mera existencia e independientemente de su uso explícito, contribuyen a moldear lo que nuestra sociedad considera o no posible y/o deseable, nuestras prioridades, nuestros valores, etc. En particular, las tecnologías han desempeñado un papel muy importante en la irrupción y consolidación del imaginario moderno y del tipo de relación con la naturaleza que ha instituido. Es más, sería imposible entender el proyecto de controlar la naturaleza, o la idea de progreso, sin comprender cómo la tecnología se convirtió en el centro de una nueva forma de interpretar el mundo basada en el antropocentrismo, en el deseo de dominación y en el mecanicismo<sup>27</sup>.

Además, existe un vínculo profundo entre la tecnología y el tipo de irresponsabilidad colectiva destructiva que es característica de nuestra época<sup>28</sup>. Como la reproducción y el sustento de la vida a todos los niveles (alimentación, vivienda, transporte, vestido, pero también festejos, sueños, cultura, etc.) depende de ellas, hemos hecho que nuestra vida no pueda sostenerse sin la existencia estructural de desigualdad social y destrucción ecológica. Una de las dimensiones más sustantivas y trágicas de esta irresponsabilidad es la que une combustibles fósiles y tecnologías. Al haber naturalizado y extendido toda una colección de máquinas que dependen, entre otras cosas, de los combustibles fósiles para sostener nuestra existencia, hemos puesto en marcha degradaciones de la biosfera y desregulaciones climáticas que ponen en riesgo el conjunto de la vida, e incluso a las

25 Illich, I. et al. (1981). *Profesiones inhabilitantes*. H. Blume, .

26 Mies, M.; Bennholdt-Thomsen, V. (2001). «Defending, Reclaiming and Reinventing the Commons», *Canadian Journal of Development Studies / Revue Canadienne d'études Du Développement*  
<https://doi.org/10.1080/02255189.2001.9669952>

27 Merchant, C. (2020). *La muerte de la naturaleza: mujeres, ecología y revolución científica*. Comares.

28 Anders, G. (2011) *La obsolescencia del hombre (Vol. I). Sobre el alma en la época de la segunda revolución industrial*. Pre-textos.

generaciones futuras<sup>29</sup>, cuya mera existencia se encuentra en entredicho y cuyas capacidades de vida buena se ven severamente disminuidas.

Como señalamos en la introducción, el desarrollo del sistema económico-tecnológico ha provocado un sobrepasamiento de los límites biofísicos del planeta, lo que está derivando en una crisis socioecológica multidimensional que exige el desmontaje de la locura capitalista y una reconfiguración radical de las técnicas, para "ajustarlas" a lo ambientalmente sostenible y a lo socialmente equitativo. Es en ese sentido en el que proponemos la necesidad de avanzar hacia la extensión de unas nuevas técnicas humildes.

---

29 Hans, J. (2015). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder.

### **III. Técnicas humildes para el Decrecimiento (comunalista)**

Comenzamos este documento señalando la forma en que muchas de las propuestas políticas hegemónicas en el debate sobre cómo hacer frente a la actual crisis ecosocial asumen la neutralidad de la técnica, en general, y de la tecnología, en particular. Eso y no otra cosa es lo que subyace a ideas como el tecno-optimismo o el libre uso de la tecnología. Una excepción a lo anterior son algunas de las formulaciones del Decrecimiento, que toman como punto de partida una de las herencias más importantes del ecologismo social radical: no hay forma de atajar la crisis ecosocial global que no pase por cambiar integralmente nuestros modos de vida. Esta convicción es la que anima ámbitos disciplinares como las Humanidades ecológicas, que entienden que lo que necesitamos es una transformación de calado civilizatorio.

Un elemento crucial de la construcción de sociedades decrecentistas es revolucionar su dimensión técnica. Para pasar de la constatación de la indeseabilidad e insostenibilidad de las tecnologías actuales, a la propuestas de otras técnicas necesitamos pensar qué tipo de técnicas podrían ser compatibles con sociedades decrecentistas. Necesitamos pensar en algo así como “técnicas humildes”<sup>30</sup>. “Técnicas” porque dejarían atrás el imperialismo tecnológico, desvinculándose del proyecto totalitarista del capitalismo industrial. Pero además se esforzarían por insertarse de manera más “humilde” en la trama de la vida y en otros modelos de sociedad.

La idea de técnicas humildes no pretende agotar las posibilidades de transformaciones tecnológicas posibles en la actualidad. Más que una propuesta cerrada e incuestionable, pretende ser una contribución a lo que debiera ser un proceso político que nos llevara a politizar la tecnología. Ese proyecto parte inicialmente de problematizarla, historizarla, analizarla, comprender qué intereses tiene detrás...

Necesitamos entender que existe una cierta correlación entre una tecnología y un mundo. Por lo tanto, pensar qué mundo es el nuestro; qué mundo deseamos y, a partir de ahí, ver qué técnicas son compatibles con nuestro proyecto de sociedad. En ese debate seguramente habrá criterios distintos. Al igual que no puede existir un consenso total sobre qué tipo de mundo sería deseable, no podrá existir un único criterio a seguir a la hora de elegir las técnicas a utilizar. No obstante, el debate sobre qué técnicas necesitamos debería darse en el marco de respeto de los límites<sup>31</sup>: los del crecimiento y los planetarios. Pensar que ese debate puede dar cabida a elementos que están fuera de esos límites planetarios no solamente es imprudente, sino que es ecocida y genocida. Seguir planteando propuestas fuera de estos límites nos está llevando al fracaso civilizatorio.

La idea de técnicas humildes pretende ser una contribución a ese debate. Éstas vendrían definidas por al menos tres características interconectadas entre sí y no separables (de hecho, en algún punto incluso solapadas). En primer lugar, las técnicas humildes

30 Almazán, A. (2023). «Técnicas humildes para el siglo de la gran prueba» en *Humanidades ecológicas hacia un humanismo biosférico: hacia un humanismo biosférico*, ed. Albelda, J.; Madorrán, C.; Arribas, F. Tirant Humanidades.

31 Riechmann, J. (2015). *Autoconstrucción: la transformación cultural que necesitamos*. Catarata.

deben ser gaianas. Gaia se caracteriza por la existencia de ciclos, normalmente circulares, donde el final de un proceso es el principio de otro. Estos ciclos son muy eficientes y están muy articulados<sup>32</sup>. Lo mejor que nuestras técnicas pueden hacer es introducirse en esos ciclos, aprovecharlos sin deteriorarlos, o incluso aspirar a mejorarlos en clave simbiótica. La dehesa es un ejemplo de técnica que mejora los ciclos naturales en forma simbiótica. La dehesa toma un bosque de encinas, lo clarea y le da usos útiles para el ser humano, como la alimentación de animales y muchos más. Pero además aumenta la biodiversidad respetando los ciclos, como hicieron siempre las técnicas agrícolas tradicionales.

Las técnicas, por tanto, deben insertarse en los ecosistemas. No pueden ser, como hasta ahora, lineales. No pueden ser destructivas, ni vincularse a materias primas que son finitas. Estas técnicas humildes dejan también de ser imperiales en lo metabólico, ya que hacen hincapié en una dependencia de los territorios cercanos y no del intercambio ecológico y económico desigual. En términos de la clasificación anterior, las técnicas humildes deberían ser sobre todo herramientas y máquinas no modernas, excluyéndose por completo los dispositivos cibernéticos. Por ejemplo, la apuesta exclusiva por las renovables industriales de alta tecnología consideramos que es un error, entre otras cosas, porque no son gaianas. De hecho, son industriales, imperiales y dependientes de materias primas finitas. Para tratar de solventar ese problema proponemos explorar la posibilidad de energías renovables realmente renovables y emancipadoras<sup>33</sup>.

En segundo lugar, las técnicas humildes tienen también que ser democráticas. Esta afirmación parte de la base de que entendemos que una sociedad deseable es una sociedad autónoma. Entendemos la autonomía como democracia radical<sup>34</sup> de base comunalista<sup>35</sup>, de ahí que sea pertinente hablar no solo de Decrecimiento, sino de Decrecimiento comunalista<sup>36</sup>. Las técnicas tendrían que cambiar a escalas más pequeñas. Pero también cambiar el diseño y abandonar la primacía actual de la búsqueda de beneficio. Un diseño que aumente la comprensibilidad, la reparabilidad, la centralidad de quien usa la técnica, que sea universalizable y no tenga esa dimensión excluyente de lo imperial, ni en lo metabólico ni en lo social. De nuevo, nos encontramos en el reino de las herramientas y las máquinas no modernas. Un azadón se puede construir en prácticamente cualquier parte del planeta, mientras que un reactor nuclear, por sus requerimientos organizativos y materiales, no.

Además, las técnicas humildes tienen que ser abiertas a la toma de decisión colectiva, lo que tiene mucho que ver con cómo se organiza la sociedad. Tomar una decisión sobre una técnica no es muy diferente a tomar una decisión sobre la economía: tenemos que abordar los debates entre opciones como la planificación y la autogestión; además de pensar en cómo se construye y priorizar necesidades a nivel social. El debate sobre qué técnicas necesitamos no es más que una faceta del debate amplio de cómo organizar democráticamente una sociedad. Cuando seamos capaces de decidir cómo queremos organizar la satisfacción de nuestras necesidades y cómo organizar la subsistencia, ten-

32 de Castro, C. (2020). *El Origen de Gaia: una teoría holista de la evolución*. Libros en Acción.

33 González Reyes, L. (2021). «Crisis energética», *Papeles. Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Social*, nº 156.

34 Castoriadis, C.; Cohn-Bendit, D. (1982). *De la ecología a la autonomía*. Mascarón, .

35 Caffentzis, G.; Federici, S. (2013). «Comunes contra y más allá del capitalismo». *El Apantle, Revista de Estudios Comunitarios*. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/18922>

36 Almazán, A.; Barcena, I. (2023). *Nuevos Comunalismos*. Ned Ediciones.

dremos que ver qué técnicas son compatibles con ese objetivo y hacerlo de una manera democrática.

En tercer y último lugar, si hay una dimensión metabólica y una dimensión política de las técnicas humildes, no deberíamos olvidar la dimensión imaginaria. Necesitamos que esas técnicas sean simbióticas, en el mismo sentido en que hablamos de la necesidad de una simbioética<sup>37</sup>. Las técnicas humildes tienen que partir de otra actitud hacia los otros seres humanos y hacia el conjunto de la vida. Su objetivo no puede ser el de las tecnologías: conocer para controlar, dominar o explotar. Tienen que abandonar esta soberbia prometeica<sup>38</sup>. Tampoco pueden vincularse a la búsqueda de la acumulación lineal capitalista, que se ha impuesto de forma colonial por todo el planeta. Las técnicas humildes tienen que abrirse a un conocimiento plural<sup>39</sup>. Partir de la base de que vivimos en un pluriverso<sup>40</sup>, de que existen diferentes aproximaciones a lo real que luchan contra el imperialismo de la ciencia occidental (que es solo una parte de dicho pluriverso). Las técnicas humildes siempre se declinarán en plural, como las lenguas. Diferentes técnicas con diferentes objetivos, con diferentes orientaciones, encastradas en marcos culturales, políticos y económicos también diversos.

Necesitamos, además, técnicas que se comprometan más con la observación y la contemplación que con el control. Que partan de la base de nuestra condición finita, frágil y ecodependiente y no de un narcisismo de especie destructor. Es la diferencia que existe entre unos prismáticos, que nos pueden servir para observar unos pájaros, y una escopeta, que nos sirve para matarlos. O entre la cosecha honorable de Wall Kimmerer y las prácticas extractivistas de una agricultura industrial que trata el suelo como materia muerta. Dos orientaciones distintas. Técnicas que nos permiten relacionarnos con lo mismo pero con orientaciones imaginarias (y por tanto efectos materiales) muy diferentes.

Necesitamos técnicas que contribuyan al objetivo general de poner la vida en el centro, el lema ecofeminista por excelencia, lo que significa valorizar los trabajos de sostenimiento de la vida y compartirlas. Pero también supone la necesidad de oponernos a la mediación excesiva del mercado y el Estado y reconstruir una forma más autónoma de organizar la vida, reconstruir subsistencia. Construir técnicas que sean compatibles y que favorezcan esa subsistencia. Con ese propósito, todo el acervo técnico premoderno es de enorme utilidad. Deberíamos revalorizarlo, como decía Mumford<sup>41</sup>. Muchas preguntas que pueden parecer insolubles -¿cómo garantizar la alimentación sin combustibles fósiles? - tienen a veces un inicio de respuesta más sencillo de lo que pensamos: tal y como se había hecho siempre antes de la industrialización. Por desgracia es solo un inicio de respuesta, porque las condiciones sociales, territoriales e incluso climáticas se han modificado profundamente.

Lo que nos lleva a una segunda cuestión: la posibilidad y necesidad de poner en marcha procesos de innovación. Hay que imaginar e inventar para hacer de la idea de técnicas humildes un criterio operativo de diseño y producción. Una ingeniería "humil-

37 Riechmann, J. (2022). *Simbioética. Homo sapiens en el entramado de la vida (elementos para una ética ecologista y animalista en el seno de una Nueva Cultura de la Tierra gaiana)*. Plaza y Valdés.

38 Flahault, F. (2014). *El crepúsculo de Prometeo: contribución a una historia de la desmesura humana*. Galaxia Gutenberg.

39 Rivera Cusicanqui, S. (2018). *Un mundo ch'ixi es posible: ensayos desde un presente en crisis*. Tinta Limón.

40 Kothari, A. et al., eds. (2019). *Pluriverso: un diccionario del posdesarrollo*. Icaria.

41 Mumford, L. (2010). *El mito de la máquina. Técnica y civilización humana*. Pepitas de Calabaza.

de”, o “permaingeniería” como propone Margarita Mediavilla, podría contribuir mucho a buscar formas de que nuestras técnicas fueran capaces de cerrar ciclos. Las Humanidades ecológicas podrían pensar en cómo hacer una transición tecnológica democrática, cómo se organizaría, qué propuestas se podrían realizar. Las técnicas humildes no suponen una vuelta al pasado, que además es imposible, sino una invitación a repensar nuestros horizontes y nuestras prácticas en coordenadas radicalmente diferentes a las actuales recatando conocimientos útiles para la vida.

Es evidente que pasar de nuestras actuales tecnologías a estas técnicas humildes no es algo sencillo. Al igual que no lo es prescindir de una tecnología concreta, ya que ésta suele venir unida a un relato cultural que nos ha conformado como la sociedad que somos actualmente. Pese a que somos conscientes de que las emisiones de gases de efecto invernadero nos ponen al borde del abismo civilizatorio, la enorme organicidad y la inercia que una tecnología como el coche ha adquirido en estas últimas décadas hace que prescindir de ella resulte un reto de primera categoría. Tanto es así, que nos resulta más sencillo abrazar quimeras termodinámicamente poco rentables, como el coche eléctrico<sup>42</sup>, que asumir que eliminar una tecnología como el coche significa, en gran medida, poner en marcha una transformación social muy profunda. Como decíamos, las tecnologías son nuestras sociedades (junto a muchas otras cosas, claro) y, por tanto, cambiar una implica necesariamente cambiar la otra.

Esta naturaleza social e histórica, y la interconexión que existe entre el desarrollo técnico y los intereses económicos y políticos del capitalismo industrial, es lo que debería dejarnos claro que, lejos de un proceso natural, el desarrollo y la extensión de una determinada técnica es una decisión absolutamente política. Y, como tal, debería venir sujeta al escrutinio democrático, el debate abierto y la crítica. En una sociedad en la que nuestra capacidad para incidir en el rumbo que toma el desarrollo técnico es básicamente nula, la posibilidad de su control comunitario y democrático pasa por que seamos capaces de construir proyectos colectivos de diseño y control de las técnicas.

En este estudio hemos optado por ofrecer un pequeño catálogo a modo de ejemplos de técnicas humildes que puedan suponer una alternativa a las actuales tecnologías imperiales. Creemos que, pese a que su eficiencia en muchos casos es cuantitativamente menor a las tecnologías actuales, las técnicas humildes podrían ser la base de una democratización y comunalización del acceso a los bienes básicos necesarios para sociedades basadas en un menor consumo de energía y materiales.

La aplicación de las técnicas que hemos recopilado aquí no es concebida, porque no puede ni aspira a serlo, como una alternativa para sustituir el actual complejo socio-técnico del tipo de sociedades en las que vivimos. Quien espere encontrar eso va a sentir frustración. El objetivo es, más bien, apuntar a transformar nuestra relación con el mundo y la naturaleza a través de otras posibilidades y mediaciones técnicas, lo que requiere de un orden socio-económico completamente distinto. Las sociedades industriales y su complejidad a todos los niveles (la división hiperespecializada del trabajo, la estratigrafía de las relaciones sociales, los intercambios mediados por el trabajo asalariado y el dinero, la necesidad artificial de un consumo desbocado de mercancías o las expectativas de un nivel de vida –tantas veces confundido con calidad de vida o bienestar–) no son necesarias para satisfacer nuestras necesidades y producen un inmenso daño irrepara-

42 Prieto, P. (2019). *Consideraciones sobre el coche eléctrico y la infraestructura necesaria*. 15/15\15. Disponible en: <https://www.15-15-15.org/webzine/2019/04/19/consideraciones-sobre-el-coche-electrico-y-la-infraestructura-necesaria/>

ble a la biosfera. Sustituir el rol social de la tecnología, ni puede –por sus limitaciones técnicas— ni debe ser el resultado deseado de la aplicación de las técnicas humildes que aquí proponemos.

Hemos organizado el texto en base a varios ámbitos o esferas que tienen que ver directamente con las necesidades básicas de cualquier sociedad humana (energía, producción de alimentos, construcción, regulación térmica, movilidad y transporte, acceso y gestión del agua, industria ligera, etc.). Al comienzo de cada apartado se podrá encontrar un breve comentario introductorio que justifica la necesidad de repensar nuestra relación técnica con los medios que satisfacen dichas necesidades en nuestro actual contexto socio-técnico. Posteriormente, hemos tratado de activar la imaginación y los horizontes de transformación mediante la exposición de algunos ejemplos concretos, ciertamente no exentos de impactos ambientales, costes sociales y complejidades técnicas, pero que pueden representar el tipo de técnicas humildes que consideramos centrales en el proceso de transición ecosocial por una vida digna dentro de los límites planetarios.

# 1. Energía y generación eléctrica

La crisis energética se ha convertido en un lugar común, apareciendo en medios de comunicación y en las conversaciones de la gente. Pero esta centralidad no gira alrededor del agotamiento de los combustibles fósiles, la menor disponibilidad de los materiales necesarios para la fabricación de dispositivos de captación solares o eólicos o la ausencia absoluta de democracia en su control. Las conversaciones se centran en el precio de la electricidad o el desabastecimiento de combustible puntual de algún país. Se sigue trasladando la consigna de la temporalidad y excepcionalidad de la situación, mientras se sigue operando económicamente en términos de crecimiento del PIB. Un crecimiento que necesita aumentar el consumo de energía, ya que no existe un desacoplamiento entre ambos factores, lo que a su vez se traduce en el incremento de impactos ecosociales negativos.

La Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) ya reconoció, a su modo, en 2006 que se había alcanzado el pico del petróleo convencional, el más fácil de extraer y que tiene mayor Tasa de Retorno Energético (TRE)<sup>43</sup>. Desde 2006, se produce un plató en esa extracción de petróleo crudo convencional y se empiezan a extraer en mayor cantidad otros combustibles, más o menos similares al petróleo, mediante técnicas como el *fracking*. Son los denominados 'petróleos no convencionales' que, aunque similares, no sirven siempre para lo mismo. Por ejemplo, con el petróleo ligero de roca compacta no se puede producir diésel. En 2018, la extracción de todo tipo de petróleo parece que tocó techo y el del resto de combustibles fósiles se va a producir o se está produciendo ya en este momento histórico.

A este pico de extracción de los combustibles fósiles contribuye la caída en la inversión en su extracción, especialmente de petróleo. Cada vez más empresas petroleras diversifican su negocio haciéndose con el control de las renovables a gran escala e, incluso, se venden como las pioneras del impulso de las comunidades energéticas<sup>44</sup>.

Actualmente, los combustibles fósiles representan alrededor del 80% de la energía que consumimos, ya que éstos no solo se emplean en la generación eléctrica (donde la descarbonización es más plausible), si no también en el transporte y en la fabricación de numerosos insumos, como prendas textiles, lubricantes, fertilizantes, acero, cemento o plásticos.

43 La Tasa de Retorno Energético (TRE) es la cantidad de energía necesaria para conseguir una unidad de energía (según la fórmula: cantidad de energía obtenida / cantidad de energía necesaria para conseguirla). Para que una energía se considere como fuente energética, la TRE debe de ser mayor de uno, debe de conseguirse más energía por cada unidad de energía empleada para conseguirla. Para tener sociedades complejas en las que las personas puedan dedicarse a distintas cosas distintas de la obtención de energía, hace falta que las TRE de las energías usadas sean altas, mayores de 10:1.

44 El Economista.es (2020). "Repsol democratiza el autoconsumo: lanza 30 comunidades energéticas". Disponible en: <https://www.economista.es/energia/noticias/10409467/03/20/Repsol-democratiza-el-autoconsumo-lanza-30-comunidades-energeticas.html>

## Generación de electricidad

La energía eléctrica apenas existe libre en la naturaleza de manera aprovechable. El ejemplo más relevante y habitual de esta manifestación son las tormentas eléctricas. La electricidad tampoco tiene una utilidad biológica directa para el ser humano, salvo en aplicaciones muy singulares, como pudiera ser el uso de corrientes en medicina. Sin embargo, es una de las formas de energía más utilizadas (supone aproximadamente el 20% del consumo energético), una vez aplicada a procesos y aparatos de la más diversa naturaleza, debido fundamentalmente a su limpieza al usarse y a la facilidad con la que se genera, transporta y convierte en otras formas de energía.

La generación de energía eléctrica se lleva a cabo mediante técnicas muy diferentes. Las que suministran las mayores cantidades y potencias de electricidad aprovechan un movimiento rotatorio para generar corriente continua en un dinamo o corriente alterna en un alternador. El movimiento rotatorio se consigue con una fuente de energía mecánica directa, como puede ser la corriente de un salto de agua, la producida por el viento o a través de un ciclo termodinámico. Esta fuente primaria se obtiene mediante la quema de combustibles fósiles, reacciones nucleares o a través de las denominadas energías renovables. Presentamos algunas formas de conseguirlo usando técnicas humildes.

### Aerogenerador low-tech

<b>Descripción:</b>	Unas aspas, alzadas a más de 10 metros de altura por un poste, son movidas por la corriente de aire que las hacen girar produciendo electricidad en un generador eléctrico. Son modelos de tamaño pequeño (hasta 20 m de altura y 5 m diámetro) pensados para autoconsumo local en zonas rurales, sin mucha edificación y para consumos moderados (no industriales) <sup>45</sup> .
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja, dado que las aspas se pueden fabricar con técnicas sencillas de carpintería. A diferencia de las hojas de fibra de vidrio, se utiliza poca energía para producirlas. Esto aumenta la posibilidad de que la turbina eólica produzca más energía durante su vida útil de la que se necesita para fabricarla (TRE). El generador usa imanes y circuitos electrónicos de mayor impacto ecológico, pero que se pueden fabricar a partir de desechos o con una metalurgia sencilla.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Madera local de fuentes renovables para las aspas de la turbina y el poste (15-20 m), fomentando la economía local sostenible. El poste también puede ser de acero, lo que implicaría cimentación al subsuelo de hormigón para lograr mayor estabilidad estructural. Además, habría que añadir los materiales necesarios para la parte electrónica.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	El nivel de especialización es relativamente alto, pues implica conocimientos técnicos de carpintería y electrónica. El modelo de Hugg Piggott viene con un manual de fabricación <sup>46</sup> y ha sido replicado en comunidades rurales en Mongolia, Nepal, Perú y Nicaragua.

45 "How to Make Wind Power Sustainable Again". (2019). *Low-Tech Magazine*. Disponible en:

<https://www.lowtechmagazine.com/2019/06/wooden-wind-turbines.html>

"Reinventing the Small Wind Turbine". (2019). *Low-Tech Magazine*. Disponible en:

<https://www.lowtechmagazine.com/2019/06/small-wooden-wind-turbines.html>

46 Piggott, H. (2003), "How to build a Wind Turbine, Axial flux alternator windmill plans 8 foot and 4 foot diameter machines". Disponible en: <https://www.scoraigwind.com/pirate%20oldies/Hugh%20>

<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Medio-alta. La madera es biodegradable y puede provenir de bosques locales (de la región o provincia). Los materiales necesarios para la fabricación del generador electrónico son algo más escasos y, generalmente más difíciles de reintegrar en la biosfera, aunque pueden reciclarse para otros usos.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Alta, puesto que los materiales necesarios para su construcción son fácilmente localizables y relativamente abundantes. Su diseño facilita la reposición de piezas.
<b>Rendimientos</b>	Varía entre modelos y depende, fundamentalmente, del diámetro del rotor. A mayor diámetro mayor aprovechamiento de la fuente de aire y mayor producción de energía. El modelo de EAZ Wind produce 30,000 kWh de electricidad al año (equivalente al consumo de diez hogares en Países Bajos) <sup>47</sup> .
<b>Otros</b>	El diseño de los modelos con aspas de madera aumenta la aceptación social de las instalaciones eólicas, puesto que tienen una estética más integrada con el entorno natural.
<b>Desventajas</b>	Hay que tener en cuenta la localización. En zonas altas con corrientes de viento moderadas (a partir de 28 km/h) son frecuentes las averías. También producen contaminación acústica, por lo que son desaconsejables en entornos urbanos o residenciales.

Aerogenerador con aspas de madera, modelo EAZ Wind



[Piggott%20Axial-flow%20PMG%20wind%20turbine%20May%202003.pdf](#)

47 "Real-world tests of small wind turbines in Netherlands and the UK". Disponible en: <http://theoil drum.com/node/6954>

## Panel fotovoltaico *low-tech*

En las últimas décadas, se ha conseguido mejorar de manera significativa la eficiencia energética y reducir los costes de producción de la tecnología de captación fotovoltaica. Hoy en día, principalmente lo segundo ha conseguido que este tipo de producción de electricidad compita en los mercados con sus alternativas más contaminantes que involucran el uso de combustibles fósiles. Sin embargo, mayor eficiencia ha implicado, en este caso, mayor insostenibilidad: por un lado, la relativa a los materiales (minerales) que requieren cuando se tiene en cuenta su ciclo de vida completo<sup>48</sup> y, por otro, la de su escasa circularidad y reintegración en la biosfera.

Se calcula que la vida útil de un panel fotovoltaico es de 25 a 30 años y, después, se convierten en residuos que son muy difíciles de reintroducir en el ciclo productivo<sup>49</sup>. Un importante aporte de energía en procesos industriales podría conseguir reciclar algunos de sus minerales, pero con tasas de reciclaje muy inferiores a lo que se puede considerar un proceso eficiente desde el punto de vista energético. Luego conseguir diseñar paneles de menor complejidad tecnológica y con materiales que tengan un mayor potencial de reciclaje se hace una tarea esencial para lograr que sean alternativas realmente renovables para la producción de electricidad limpia.

El proceso de fabricación de los paneles solares fotovoltaicos es igual de problemático. Produce desechos tóxicos y requiere una cadena de suministro global, que incluye fábricas intensivas en capital, maquinaria compleja, minería extractivista y un aporte constante de combustibles fósiles. Todos estos factores hacen que esta tecnología solo esté disponible para compañías de gran escala, dejando fuera del circuito a comunidades



George Cove junto a su panel solar. Fuente: "Generación de electricidad por los rayos del sol", *Electricidad Popular*, Tomo 2, nº 12, 1910.

48 Fthenakis, V. (2011). *Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems*. IEA International Energy Agency.

49 IRENA; IEA-PVPS (2016). *End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels*. International Renewable Energy Agency and International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. Disponible en: <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels>

más pequeñas o autogestionadas que tampoco son capaces de construirlos, repararlos o gestionarlos directamente sin el acompañamiento técnico y la financiación de dichas compañías.

No obstante, un vistazo a la historia podría dar alguna pista interesante sobre cómo hacer estos dispositivos menos intensivos en materiales y energía y, por tanto, menos contaminantes y accesibles, como es el caso del modelo presentado por George Cove en 1909, cuyos materiales (antimoniuro de zinc) tienen una temperatura de fundido tres veces menor a la del silicio empleado en los modelos más modernos, involucrando, por tanto, un ahorro significativo de energía en su proceso de fabricación, además de ser mucho más fácilmente reciclables<sup>50</sup>. Si bien es cierto que su eficiencia sería menor que la de los modelos actuales, esto podría ser compensada con una menor demanda total de energía final, lo cual sería más coherente con los objetivos de sostenibilidad.

En suma, la solución más conveniente en términos de eficiencia no sería la sustitución de paneles fotovoltaicos hipertecnológicos por otros *low-tech*, sino el aprovechamiento directo de la energía solar a través de, por ejemplo, hornos solares, calentadores de agua por energía solar o el secado directo de prendas y alimentos.

## Aprovechamiento mecánico directo

La clave de la transición energética no está tanto en la generación de electricidad, donde ya hay más avanzando, como en el resto de usos de la energía no electrificados y de difícil electrificación. Por ello, hace falta producir con técnicas humildes trabajo directo y calor. En la producción de trabajo directo, son necesarias máquinas que permitan moler, batir, bombear, etc. Existe un rico acervo histórico técnico en este sentido.

### Turbina hidráulica

Es frecuente encontrar usos directos de los flujos de agua en países empobrecidos (Nicaragua, Bolivia, Nepal), que aprovechan la fuerza mecánica para mover ciertos ingenios o maquinaria a través de turbinas hidráulicas. La principal ventaja de estos dispositivos es su buena eficiencia, ya que el aprovechamiento mecánico no implica la pérdida de energía por su conversión en otro tipo de vector como la electricidad. Por ello, se pueden conseguir potencias muy decentes con un flujo mucho menor, lo que no requiere de instalaciones hipercomplejas desde el punto de vista técnico y de los materiales necesarios para su construcción.



Despulpadora de café en Nicaragua.



Patín de la turbina modelo Watermotor 150. Diámetro de 15 cm.

50 "How to Build a Low-tech Solar Panel?". (2021). *Low-Tec Magazine*. Disponible en: <https://www.lowtechmagazine.com/2021/10/how-to-build-a-low-tech-solar-panel.html>

<b>Descripción:</b>	Un flujo constante de agua mueve por fuerza motriz una rueda o turbina que desencadena el giro de ésta, que a su vez será empleado en diversos usos industriales o agrícolas, molino de cereales, sistemas de riego, batanes, martillo de fragua, serrería o su aprovechamiento como planta hidroeléctrica para producir electricidad <sup>51 52</sup> .
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja si se utilizan materiales del terreno. Media si se utilizan componentes metálicos.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Tradicionalmente se utilizaba madera de roble, acero y piedra, pero se puede utilizar cualquier material que tenga resistencia al agua: bronce, aluminio o acero.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Medio. Requiere de cierta especialización, ya que hay que disponer de aperturas de agua, engranajes y mecanismos de aprovechamiento de la fuerza bien calibrados y de gran resistencia.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Según los materiales utilizados. Los tradicionales se integraban completamente, los metales actuales son altamente reciclables.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Los modelos tradicionales funcionaron durante siglos y un modelo experimental ha sido usado satisfactoriamente en una plantación de café en Nicaragua para el despulpado del fruto durante cinco cosechas seguidas sin ningún fallo <sup>53</sup> .
<b>Rendimientos</b>	En los mecanismos tradicionales bastaba desviar una pequeña cantidad de agua para satisfacer las necesidades de estas pequeñas industrias. Las turbinas modernas son capaces de convertir hasta un 80-85% de la energía cinética del agua en fuerza mecánica para distintos usos. Los modelos más avanzados (mayor diámetro) alcanzan el 95% de eficiencia <sup>54</sup> .
<b>Otros</b>	La menor necesidad de almacenamiento de agua permite mantener la biodiversidad de los ríos y corrientes fluviales.
<b>Desventajas</b>	El aprovechamiento mecánico directo de la fuerza motriz del agua requiere de una maquinaria más voluminosa y mucho más susceptible a daños que la propia de la energía eléctrica, lo que la hace inapropiada para usos domésticos. Su uso sería más adecuado para pequeñas actividades industriales, cercanas a un flujo constante de agua.

51 "Molino hidráulico". *Wikipedia*. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Molino\\_hidr%C3%A1ulico](https://es.wikipedia.org/wiki/Molino_hidr%C3%A1ulico)

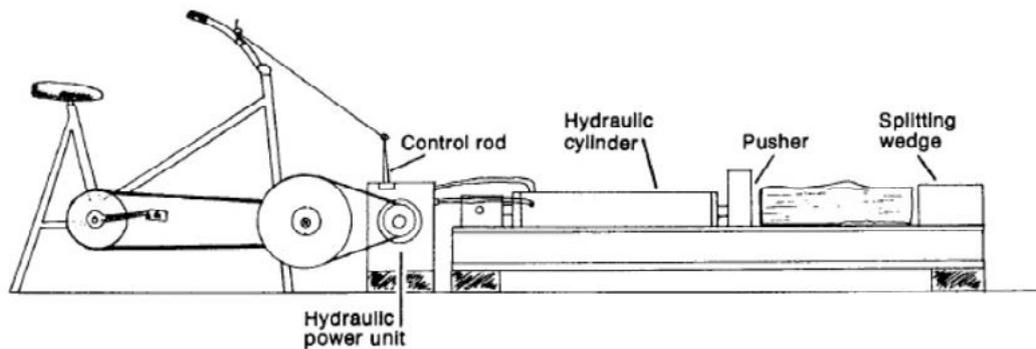
52 Monesma, E.: "5 ingenios hidráulicos ancestrales activados por la fuerza del agua del río y el uso de trampillas". Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=iasOe4t52yY>

53 Raichle, B. W. (2012). "Design and construction of a direct hydro powered coffee depulper", *Energy for sustainable development*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0973082612000634>

54 "Back to Basics: Direct Hydropower". *Low-Tech Magazine*. Disponible en: <https://www.lowtechmagazine.com/2013/08/direct-hydropower.html>

## Bici-máquina

Se puede utilizar la energía mecánica directa humana para herramientas movidas por pedal (bici-máquina). Desde luego, son mucho menos eficientes que las movidas por energía exosomática, pero factibles y útiles para ciertos usos. Un ejemplo son las lavadoras a pedales que ya se comercializan y que además permiten un ahorro de agua frente a las eléctricas<sup>55</sup>.



Bici-máquina

55 "Esta lavadora de ropa a pedales ya está disponible en los EE.UU.". Disponible en: <https://ecoinventos.com/esta-lavadora-de-ropa-a-pedales-ya-esta-disponible-en-los-ee-uu/>

## 2. Construcción

La industria de la construcción es una de las más intensivas en recursos y trabajo humano, normalmente precarizado. Es una dimensión fundamental de la condición humana<sup>56</sup> que adopta formas diversas adaptadas a los propios recursos disponibles y se dispone según los requisitos estéticos y funcionales de las distintas tradiciones culturales. El uso descomunal de hormigón armado, que constituye el principal elemento en biomasa artificial (es decir, procesado para uso humano) en el planeta<sup>57</sup>, junto con minerales pesados extraídos en canteras que generan conflictos socioambientales, zonas de sacrificio y trabajo semiesclavo en muchas latitudes del planeta, son literalmente los pilares que sostienen la mayoría de edificios de la civilización urbana. Sin embargo, durante siglos, las sociedades humanas han tenido que enfrentarse a la construcción de infraestructuras para albergar a sus congéneres para diversos usos y con grados diversos de perfeccionamiento técnico.

### Bioconstrucción

La bioconstrucción es la principal corriente arquitectónica basada en la construcción tradicional, complementada con técnicas, herramientas y materiales actuales. En realidad, es un conjunto de técnicas, que se pueden definir, en su mayoría, como humildes. Cuenta con miles de practicantes en infinidad de lugares que han construido multitud de edificios sólidos, resistentes, bien aislados y con materiales de bajo coste, escaso impacto ambiental, en su mayoría orgánicos y renovables y con accesibilidad relativamente abundante en función del territorio en el que se encuentre, lo cual constituye uno de los criterios esenciales de cualquier técnica humilde.

Los materiales son seleccionados buscando el mínimo impacto ambiental durante su extracción, procesado, transporte, uso y desechado o reacondicionamiento y la mayor durabilidad. Por ejemplo, la cal, que se utiliza para en pinturas, cementos, hormigones y morteros se puede extraer manualmente<sup>58</sup>. El combustible para su fabricación tradicionalmente ha sido local, requiriendo la mitad de la temperatura que el cemento Portland para su fabricación. Su materia prima se encuentra de manera superficial en gran parte de la Península y se puede fabricar localmente. No exige el uso de aditivos ni de maquinaria compleja para su utilización. Al acabar su uso se reintegra en el ecosistema, con el único efecto de aumentar ligeramente el pH del suelo. Otros materiales utilizados son la piedra, fibras vegetales como el esparto o la paja, la madera, la tierra o distintos aceites vegetales.

En cuanto a la estética, la bioconstrucción permite tanto construir edificaciones tradicionales, como otras más orgánicas o con el aspecto de las actuales construcciones con materiales y técnicas industriales.

56 Illich, I. (1984). "El arte de habitar". Disponible en:  
<http://www.pratec.org/wpress/pdfs-pratec/El-arte-de-habitar-Illich.pdf>

57 Aretxabala, A. (2021). "Planeta Homigón", 15/15/15. Disponible en:  
<https://www.15-15-15.org/webzine/2021/02/06/planeta-hormigon/>

58 Monesma, E. "Horno de cal artesanal en el monte". Disponible en:  
<https://www.youtube.com/watch?v=9kiB4dTjOmQ>

Algunos de los elementos y materiales destacados y con un uso más extendido en este tipo de construcciones:

- ▶ Las balas de paja, fardos pacas o alpacas<sup>59</sup>: actualmente es un material abundante que se considera un desecho en muchas ocasiones. Se utiliza como aislamiento, teniendo altos rendimientos, similares a los ofrecidos por técnicas y materiales industriales; para la realización de muros y paredes exteriores; y como elemento estructural, esto último en las construcciones tipo “Nebraska”.
- ▶ Piedra seca: Se colocan cuidadosamente piedras, seleccionando en cada momento los tamaños y formas adecuadas, sin utilización de argamasa.
- ▶ Revoques de barro, paja y cal: Sobre el muro a enlucir se disponen varias capas combinando estos materiales, usualmente primero una o dos de barro grueso con paja fina (picada con un machete o un biotriturador). Tras esta capa se realiza un revoco de tierra fina o cal y arena (para conseguir mayor dureza y protección contra el agua), finalmente se puede pintar con pintura mineral o cal.
- ▶ Adobe: Bloques de tierra y paja que se vierte muy húmeda en moldes del tamaño deseado y se dejan secar a la intemperie durante el tiempo necesario.
- ▶ Vigas de madera: Usualmente, en la Península ibérica, de pino o roble. Se deja curar tras su pelado en el mismo campo durante un tiempo determinado. Se utiliza como cargadero de puertas y ventanas o para crear la estructura de los techos.
- ▶ Yeso, hierro, tejas y ladrillo cocido, cal.

## Tapial

### Descripción:

Tipo de construcción de muros sencilla, resistente y que utiliza materiales locales. La técnica consiste en apisonar, con un pisón de madera, capas de 10 cm tierra húmeda en una estructura, normalmente de madera (encofrado) que dará la forma al muro a construir. Las construcciones realizadas con esta técnica son altamente perdurables, como demuestra la Alhambra, construida en gran parte de tapial. Se pueden disponer piezas grandes de piedra en el suelo, para evitar el contacto con la humedad del mismo y cubrir con mortero de cal y pintura con la misma base para dotarlo de características hidrófugas y aumentar su durabilidad<sup>60</sup>.

### Intensidad material y energética

Muy baja. La estructura de madera se fabrica con materiales locales, reutilizando hasta su deterioro. Los materiales utilizados en la construcción son la misma tierra del terreno. Por la alta durabilidad de las estructuras realizadas con esta técnica, llegando a miles de años, el balance energético es altamente favorable.

### Tipo de materiales y energía

Madera que permita fabricar tablas. Tierra, con un determinado porcentaje de arcilla y pequeñas piedras, en caso de carecer de esta se puede utilizar paja, crin de caballo, o alguna otra fibra.

<sup>59</sup> Minke, G.; Krick, B. (2017). *Manual de construcción con fardos de paja*. Cable a tierra, Tercera Piel. Disponible en: <https://escueladeregeneracion.com/producto/28719/>

<sup>60</sup> Monesma, E. “CASETA ARTESANA con la técnica del TAPIAL (muros de tierra compactada), adobes y madera”. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=LdlvrlbogS8&ab\\_channel=EugenioMonesma-Documentales](https://www.youtube.com/watch?v=LdlvrlbogS8&ab_channel=EugenioMonesma-Documentales)

**Nivel de complejidad**  
(especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)

Baja. Requiere conocer la tierra idónea para su realización y el montaje del encofrado o estructura de madera. El proceso de fabricación consiste en el montaje de la estructura, vertido, humedecido y compactación de la tierra.

**Circularidad**  
(nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)

Muy alta. Todos los materiales se integran en la biosfera rápidamente.

**Reparabilidad**  
(nivel de obsolescencia)

Muy alto, utilizando la misma tierra del terreno. Requieren un examen anual para detectar y reparar pequeños desperfectos o agrietamientos y el enjalbegado o encalado para mantener las condiciones de los muros en perfecto estado.

**Rendimientos**

Soporta bien los cambios de humedad y temperatura sin modificar su forma, es un buen aislante acústico, no tanto térmico pero se compensa con un alto grosor de las paredes, lo que proporciona una gran inercia térmica, que se traduce en que las construcciones mantienen en el interior una temperatura constante, ajustada a la media diaria de la temperatura exterior.

**Desventajas**

Requiere de mantenimiento frecuente. Es poco adecuado para lugares con alta pluviometría.

# TAPIAL

MATERIALES LOCALES  
AISLAMIENTO

DESCRIPCIÓN  
MATERIALES  
FUNCIONAMIENTO

### CONSTRUCCIÓN

CONSTRUCCIÓN DE MURETE DE SILLERÍA O LADRILLO PARA AISLAR DE LA HUMEDAD  
 INSTALACIÓN DEL ENCOFRADO SOBRE EL MURETE  
 RELLENADO DE TIERRA, HUMEDECIDO Y APISONADO DE ESTA  
 CAMBIO DE POSICIÓN DEL ENCOFRADO  
 ENLUCIDO CON CAL Y ARENA

### PROPIEDADES

- ALTA INERCIA TÉRMICA
- SENCILLA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO
- ALTA DURABILIDAD
- MATERIALES LOCALES

## Encalado

<b>Descripción:</b>	El encalado es la tarea de mantenimiento básica de cualquier construcción en barro, tapial, mortero de cal y en algunos casos, piedra. Se ha utilizado para interior y exterior como pintura, no solo por su color blanco intenso. La cal tiene propiedades antibacterianas, anti moho, evita la proliferación de hongos y microorganismos en el aire y sobre las paredes, protege contra la lluvia, reduce la temperatura interior al reflejar la radiación solar y cubre pequeñas grietas y agujeros, evitando el deterioro de las construcciones. Otra ventaja respecto a las pinturas plásticas es su capacidad de transpiración que evita que se creen humedades y putrefacciones. También se utiliza la palabra enjalbegar, aunque esta se refiere a cualquier tipo de blanqueo. Para mejorar su adherencia y conseguir que no manche <sup>61</sup> se utilizan aditivos como la leche y la sal.
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja. La materia prima (rocas calizas), suele encontrarse superficialmente y el material para su procesado es la leña o cualquier otro combustible. En comparación con la pintura es mucho menos intensivo ya que la cal es un producto directo, que solo requiere la calcinación de la roca y su posterior hidratación o “apagado” y como mucho unos pocos aditivos sencillos de encontrar o producir.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Roca caliza y cualquier combustible. Se pueden añadir aditivos para mejorar su adherencia (caseína o leche y sal) o modificar su color (minerales, vegetales, hongos, etc).
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Media para el deshidratado y descomposición de la roca y obtención del polvo de cal, baja para la fabricación y utilización. Las instalaciones necesarias son fáciles de construir (horno de cal). Baja para su utilización.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Los residuos pueden elevar un poco el pH del suelo.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Si se repinta anualmente es virtualmente eterna.
<b>Rendimientos</b>	El coste es muy reducido y tiene muchas propiedades. El rendimiento es muy alto.
<b>Desventajas</b>	Es más difícil de limpiar que las pinturas plásticas.

61 “Problemas de la utilización de la cal sin aditivos”. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=l76FsMgUbyU>

## **3. Regulación térmica y confort**

Tan importante como tener un techo dónde cobijarse, es que el hogar mantenga una temperatura adecuada, especialmente en los lugares donde ésta alcanza valores más extremos, tanto por el frío como por el calor. Tradicionalmente, el frío se ha resuelto mediante mecanismos como la chimenea, muy poco eficientes y con problemas de emisión de gases tóxicos, además de altamente demandante de biomasa. Actualmente, se recurre de manera masiva al uso de energías no renovables para mantener temperaturas confortables. ¿Cómo podrían ser algunas técnicas humildes que cubriesen esos mismos objetivos?

### **Bioclimatismo**

La construcción bioclimática es un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la regulación pasiva del edificio, buscando una armonía con el medio ambiente, esto es, trata de prescindir de insumos externos de energía, teniendo en cuenta y utilizando en su construcción el clima y las características locales. Para lograr un rango de temperatura óptima en invierno y en verano, se suelen emplear distintas técnicas que, combinadas y añadiendo "en capas" su potencial regulatorio, consiguen generar buenos rendimientos. La arquitectura bioclimática tiene en cuenta la orientación de los edificios y la posición del sol durante cada momento del día y a lo largo del año, el tamaño de las ventanas (más amplias en lugares con poca luz y viceversa) y el efecto invernadero en porches y acristalamientos, el grosor de los muros o paredes, la inclinación del tejado y su forma (tejados, terrazas), el comportamiento térmico y de regulación de humedad de cada material, el relieve que afecta a la construcción mediante modificación del viento, sombras, etc., la vegetación presente y sus características (parra en fachada sur, setos cortavientos y de sombreado), el tipo de suelo y profundidad de la construcción (enterrada, semienterrada o aislada del suelo), los vientos dominantes, los cursos de agua, las corrientes de aire, tanto naturales como forzadas (habitaciones a distinta altura y orientación).

En determinados lugares, para determinados usos o en determinadas circunstancias, es posible que sea preferible calentar personas a calentar estancias o edificios, para ello sirven tejidos con alto poder aislante (lana merina), braseros de mesa, bolsas de agua caliente, etc.

## ENERGÍA SOLAR

DESCRIPCIÓN	MATERIALES LOCALES
MATERIALES FUNCIONAMIENTO	REGULACIÓN TÉRMICA

PRIMAVERA  
OTOÑO

INVIERNO

VERANO

REGULACIÓN DE INSOLACIÓN

SETO CADUCO REGULA DE MANERA AUTOMÁTICA

LAS PARRAS PUEDEN ADAPTARSE AL DISEÑO DE LA VIVIENDA Y OFRECEN OTROS BENEFICIOS

SE PUEDE COMPLEMENTAR CON PERSIANAS Y TOLDOS SI ES NECESARIO

ACUMULACIÓN DE ENERGÍA

RECIBEN RADIACIÓN EN LAS EPOCAS FRIAS

MUROS Y SUELOS GRUESOS / DEPOSITOS DE AGUA OSCUROS PARA AUMENTAR LA CAPTACIÓN

### ***Estufas eficientes y gloria***

El fuego ha sido utilizado desde los orígenes del ser humano para protegerse del frío y conseguir temperaturas agradables en el interior de los espacios donde habita. Según las características del lugar se han creado sistemas adaptados a la cantidad de calor necesaria, la optimización del combustible, los materiales utilizados, etc. Algunas de estas técnicas serían:

- ▶ **La estufa rocket:** Es una estufa que optimiza el uso de combustible y la potencia, gracias a las altas temperaturas que alcanza al mejorar la entrada de aire sobre la llama. Esto consigue una combustión casi completa de las partículas volátiles. También realizan una gestión controlada del combustible. Un modelo similar, popular en la Península, puede ser las estufas de cáscara de almendra.
- ▶ **Estufa de inercia:** Para conseguir una gran inercia térmica, estas estufas están construidas (o forradas) con materiales de alta densidad, como barro, piedra, ladrillos macizos, etc. Además se les suele incluir un intercambiador de calor, que consiste en

unos tubos por los que el humo pasa antes de salir al exterior y que pueden calentar un banco, formar un suelo radiante o una pared radiante. El hogar es de ladrillo refractario y las puertas de hierro fundido. El calor es emitido durante horas después de la combustión por radiación.

- ▶ **Estufa con doble combustión:** Disponen de una cámara donde se somete a las partículas volátiles provenientes de la combustión a altas temperaturas, consiguiendo una segunda combustión, lo que aumenta su eficiencia hasta un 80-90%.
- ▶ **Gloria:** es una calefacción subterránea. El fuego que se realiza en el exterior del edificio a caldear y pasa por debajo de este, consiguiendo un efecto suelo radiante. El propio edificio actúa de masa de acumulación térmica permitiendo utilizar una única carga de combustible para todo el día. Se ha utilizado tradicionalmente como único método calefactor en muchas zonas rurales de España con inviernos fríos, como Teruel, consiguiendo resultados muy adecuados<sup>62</sup>.

**Estufa Rocket o doble combustión con inercia e intercambiador de calor:**

<b>Descripción:</b>	El sistema de combustión utilizado en estos modelos mejora la eficiencia de las estufas tradicionales y la circulación del aire caliente por la masa que compone nuestro sistema de inercia térmica consigue capturar gran parte de la energía antes de salir por la chimenea. Estas estufas alcanzan eficiencias de hasta un 98%.
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja, sobre todo teniendo en cuenta que son instalaciones que pueden durar toda la vida con un correcto mantenimiento.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Las puertas y registros metálicos pueden ser los elementos más complicados de encontrar, así como los ladrillos refractarios, necesarios por las altas temperaturas que se consiguen, aunque existen algunos modelos que prescinden de estos, como la estufa Patsari <sup>63</sup> , que lo sustituyen por un cuerpo de arena y tierra arcillosa prensadas. Los conductos y el sistema de inercia pueden ser construidos con materiales de la zona.
<b>Nivel de complejidad</b> <small>(especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)</small>	Sencilla, aunque requiere de aprendizaje para realizar la primera, es relativamente sencillo replicarla.
<b>Circularidad</b> <small>(nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)</small>	Los ladrillos refractarios contienen cantidades de sílice o aluminio.
<b>Reparabilidad</b> <small>(nivel de obsolescencia)</small>	Puede ser necesario reparar o sustituir algunos elementos metálicos cada 10-12 años. Se realiza una limpieza interior cada año, como en las estufas tradicionales.
<b>Rendimientos</b>	Muy alto. El coste de materiales es reducido y su durabilidad es muy alta. En cuanto al combustible alcanza una eficiencia en la combustión superior al 90% y minimiza la pérdida de calor por la chimenea.
<b>Desventajas</b>	Elevado volumen y peso, no apta para todo tipo de edificaciones.

62 Monesma, E. "CALEFACCIÓN SUBTERRÁNEA de origen romano. Funcionamiento MILENARIO de este sistema llamado "Gloria"". Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=snfLEVDSbNw&ab\\_channel=EugenioMonesma-Documentales](https://www.youtube.com/watch?v=snfLEVDSbNw&ab_channel=EugenioMonesma-Documentales)

63 "Estufa Patsari". Disponible en: <http://comunidadesdeinnovacion.unam.mx/patsari/como-se-construye/>

## Pozo canadiense

Existen otras técnicas algo más complejas en cuanto a su construcción que se aprovechan de ciertos usos termodinámicos de los elementos estructurales del edificio por inercia térmica. Es el caso del pozo canadiense, que reconduce los flujos de aire del subsuelo hacia la planta superficial o habitáculo principal del edificio aprovechando la energía geotérmica.

A unos 10-15 m de profundidad el subsuelo mantiene una estabilidad térmica prácticamente constante a lo largo de todo el año. A una profundidad de unos 2 m se puede conseguir un flujo de aire que oscila entre los 18-24°C<sup>64</sup>. Esta es una temperatura muy confortable que se mantiene notablemente más cálida que la del ambiente en el exterior en invierno, y bastante más fresca en verano, dado que no está expuesta a la radiación solar directa y su gran masa hace de capa aislante natural.

De esta forma, mediante un sistema relativamente sencillo que combina tuberías y excavaciones, el pozo canadiense logra reconducir los flujos de aire desde el subsuelo del edificio hasta la planta por convección mecánica, generando un sistema de aire acondicionado y bomba de calor natural, notablemente menos potente, claro está, aunque con efectos similares y completamente renovable. Aunque es igualmente válido para el invierno y el verano, son mucho más eficientes para la refrigeración en verano que para calefactar el hogar durante los meses de invierno.

<b>Descripción:</b>	Unos conductos excavados a unos 2 m de profundidad redirigen el aire del subsuelo (que se mantiene a una temperatura estable entre los 18-24°C durante todo el año) hacia el edificio que se pretende calefactar o refrigerar de forma natural. Tanto en invierno como en verano.
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja: aprovechamiento directo de la energía geotérmica a través de la inercia termodinámica del aire del subsuelo. Tiene que usarse un elemento mecánico (ventilador, extractor de aire) para conseguir el ingreso del aire a la vivienda, lo cual constituye el único gasto energético directo.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Energía geotérmica. Tubos de 20-25 cm de diámetro, rejilla metálica (aluminio).
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Media: es aconsejable contratar una asesoría para medir la conductividad térmica del suelo, que depende de sus características geológicas, porosidad y grado de saturación, rasgos que hacen variar mucho sus propiedades térmicas. Hay que estudiar bien el funcionamiento y su diseño pero puede autoconstruirse con algo de tiempo.

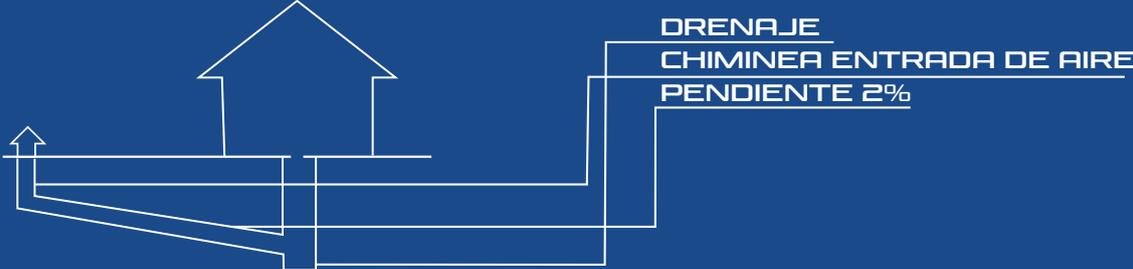
64 Pacheco-Rivas, I. (2016). "Cómo Construir un Pozo Canadiense: Un Sistema de Climatización que Utiliza la Energía del Subsuelo". *About-haus*. Disponible en: <https://about-haus.com/como-construir-un-pozo-canadiense/>

Para más información, consultar la tesina de Cabezas, A. M. (2012): *Eficiencia energética a través de utilización de pozos canadienses con el análisis de datos de un caso real "Casa Pomaret"*, Escuela Politécnica Superior de Edificación de Cataluña. Disponible en: <https://e44x24y6if9.exactdn.com/wp-content/uploads/2016/12/Tesis-Final-Pozos-Cnadienses.pdf>

<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Muy alto: se trata precisamente de aprovechar los flujos termodinámicos impulsados por la energía geotérmica del subsuelo. No produce residuos, más allá de los conductos que pueden ser reciclados para otros usos.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	No requieren prácticamente mantenimiento. Si la construcción es apropiada, puede durar tanto como un elemento estructural más del edificio.
<b>Rendimientos</b>	Los pozos canadienses son más eficientes y especialmente adecuados como fuente de refrigeración en el verano, pudiendo llegar a sustituir a los modernos sistemas de aire acondicionado: consiguen temperaturas de confort medias de unos 26°C en verano.
<b>Otros</b>	Funciona como un sistema de ventilación natural: mantiene un nivel muy bueno de renovación de aire y un grado de humedad saludable en el interior de la casa.
<b>Desventajas</b>	Hay que tener dos precauciones: - Evitar la entrada de gas radón, generado en la corteza terrestre (con mayor intensidad en zonas volcánicas), que a altas dosis puede llegar a ser nocivo para la salud. Para ello, el punto de captación del aire debe tener buena circulación y elevarse 1-1,5 metros sobre el nivel del suelo. - Evitar la entrada de insectos y otros pequeños animales (roedores) con una rejilla.



<b>DESCRIPCIÓN</b>	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN LOCALES
MATERIALES FUNCIONAMIENTO	REGULACIÓN TERMICA SUBTERRANEA



**DRENAJE**  
**CHIMINEA ENTRADA DE AIRE**  
**PENDIENTE 2%**

PUEDE LLEGAR A MATENER LA VIVIENDA A UNA TEMPERATURA DE 26 C EN VERANO Y 21 C EN INVIERNO SIENDO MÁS EFICIENTES COMO MÉTODO DE REFRIGERACIÓN

PROPIEDADES

ANALISIS R3E

ENERGIA	LOCAL	BIOMASA
MATERIALES	LOCAL	BARRO
FUNCIÓN	INTERCAMBIO TERMICO	SUELO
ARMONÍA	SI	SOL
CONTROL COMUNITARIO	SI	
COSECHA HONORABLE	SI	

## 4. Producción, procesado y conservación de alimentos

No cabe ninguna duda de que la alimentación es imprescindible para la supervivencia. A lo largo de la historia de la humanidad, se ha desarrollado un acervo técnico alrededor de la alimentación muy variado. El vigente, que se basa en la agricultura industrial no solo es inviable a largo plazo por su dependencia de los combustibles fósiles (pesticidas, abonos, maquinaria, redes de distribución, etc.), sino que ha generado un proceso de pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y agotamientos de acuíferos altamente insostenible. Por ello, necesitamos recuperar ese abanico técnico histórico e hibridarlo con prácticas contemporáneas que pueden suponer mejoras dentro de los parámetros propios de las técnicas humildes.

### Procesado

En algunas ocasiones, ingerimos la comida tal y como la obtenemos de las plantas y sus frutos, pero algo que probablemente ha acompañado a los homínidos desde el uso del fuego es el procesado de muchos alimentos. Esto responde a hacer comestibles algunos, que en otro caso no podríamos ingerir pero también a variar sus propiedades organolépticas para hacerlas más apetecibles al paladar. Además, el procesado de alimentos es una de las expresiones más importantes de cada una de las culturas que habitan sobre el planeta. Unas expresiones que están vivas, en continua transformación. Existen distintas maneras de minimizar el coste energético de procesar la comida.

### Curanto

---

Consiste en introducir ascuas en un agujero en la tierra sobre las que se dispone el alimento para después cubrirlo con hojas y tierra.

### Cocinado con calor retenido

---

El utensilio utilizado en la cocina de calor retenido es un contenedor, tradicionalmente de madera, aislado térmicamente, en el que se introduce un recipiente con el que se habrá comenzado a cocinar los alimentos en una cocina. Éste estará a la temperatura a la que queramos cocinar el alimento, el contenedor retiene la temperatura permitiendo cocinar sin añadir gasto energético. Otra manera de ahorrar combustible es adaptar una superficie a la estufa de casa, o utilizar cocinas que realizan la función de estufa.

## Horno solar

<b>Descripción:</b>	Mediante la combinación de un buen aislamiento térmico y el efecto invernadero y/o la concentración de la radiación solar se consiguen obtener temperaturas aptas para procesos de cocinado a baja temperatura. Funciona también como deshidratador a más bajas temperaturas y durante tiempos más prolongados. Un modelo de técnica humilde <sup>65</sup> y con una eficiencia que puede alcanzar los 110°C de temperatura. Además, los materiales pueden ser reciclados. Modelos fabricados con tecnología industrial alcanzan los 200°C, pero no es el objeto de este informe.
<b>Intensidad material y energética</b>	La estructura se puede construir con cualquier material. Los materiales reflectantes y los cristales pueden ser complejos de conseguir en algunos lugares.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Se puede fabricar con una estructura de madera, placas de poliestireno, una cubierta de papel de aluminio o cualquier material reflectante y cristal.
<b>Nivel de complejidad</b> <small>(especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)</small>	Baja, una vez comprendido el concepto es fácil de reproducir y realizar variaciones según materiales disponibles y necesidades.
<b>Circularidad</b> <small>(nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)</small>	Materiales de construcción de estructura alta. Reflectores y cristales baja.
<b>Reparabilidad</b> <small>(nivel de obsolescencia)</small>	Alta. Se pueden sustituir los materiales si se rompen o pierden su eficacia.
<b>Rendimientos</b>	Medio, requiere cocciones largas, por lo que se puede utilizar para tener agua caliente para otros usos y recetas que permitan o incluso mejoren con cocciones lentas y baja temperatura.
<b>Otros</b>	El mismo sistema con un serpentín de color oscuro en su interior puede funcionar como un calentador solar.
<b>Desventajas</b>	Los modelos sencillos no alcanzan las temperaturas de un horno estándar, para eso se requieren modelos de fabricación industrial.



65 Low-tech Lab (2023). "Horno solar (horno tipo caja)". Disponible en: [http://wiki.lowtechlab.org/wiki/Four\\_solaire\\_\(cuisneur\\_type\\_bo%C3%A4ete\)/es](http://wiki.lowtechlab.org/wiki/Four_solaire_(cuisneur_type_bo%C3%A4ete)/es)

Grupo de Energía, Economía y Dinámica de Sistemas (GEEDS). Disponible en: <https://geeds.es/tecnologias-apropiadas/>

## Conservación

A día de hoy, la industria alimentaria ha conseguido eliminar gran parte del conocimiento tradicional acerca de cómo mantener los alimentos en un estado de conservación óptimo durante el mayor tiempo posible, que es algo fundamental cuando la estacionalidad de las cosechas impide tener un acceso ilimitado y continuado durante todo el año. Todo se fía a la refrigeración, la congelación, la adición de aditivos de síntesis y el embotado o enlatado industrial, todo ello demandante de energía. Sin descartar estos medios, mediante procesos relativamente sencillos y con requerimientos que están al alcance de cualquiera se puede conseguir mantener una despensa abundante todo el año, sin necesidad de recurrir a antioxidantes o aditivos.

## Fermentación

Muchísimos alimentos se pueden conservar metiéndolos en un bote con salmuera (medio litro de agua con una cucharada de sal). Se suele tapar con un trapo, hojas de col o algún sistema que permita salir el CO<sub>2</sub>, pero que impida la entrada de microorganismos

**DESCRIPCIÓN**

MATERIALES: MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA COMIDA

FUNCIONAMIENTO: PREDIGESTIÓN, AUMENTO DE ACIDEZ

FERMENTADOS



SAL

BOTE

ALIMENTO



CONSERVA PROBIOTICO  
MODIFICA PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS  
MEJORA LA DIGESTIÓN

PROPIEDADES

<p>ENERGIA</p> <p>MATERIALES</p> <p>FUNCIÓN</p> <p>ARMONÍA</p> <p>CONTROL COMUNITARIO</p> <p>COSECHA HONORABLE</p>	<p>QUÍMICA</p> <p>LOCAL</p> <p>CONSERVACIÓN</p> <p>MUY ALTA</p> <p>SI</p> <p>SI</p>	<p>MICROORGANISMOS</p> <p>BARRO /CRISTAL</p>
--	---	--

indeseados y oxígeno en exceso, ya que la fermentación es un proceso anaeróbico. Para evitar que el producto a fermentar flote, se coloca encima un objeto pesado que no reaccione con los ácidos, consiguiendo que el alimento se hunda en el caldo. La temperatura ideal suele ser de 10 a 18 °C y se debe preservar de la luz, que podría acabar con la vida microbiana (bacterias acidolácticas en su mayoría). También afectan negativamente el agua clorada y los cambios bruscos de temperatura. El proceso dura entre 2 y 3 meses, pero como estos tiempos varían mucho según grosor del producto, temperatura, etc. Una opción puede ser ir probando a partir del primer mes y medio para ajustar el sabor al gusto de cada cual. Si cuando se alcanza ese sabor el proceso de fermentación sigue activo y emitiendo gases, se puede guardar en el frigorífico para ralentizarlo. Algunos alimentos se fermentan en su jugo, como el famoso chucrut, prescindiendo del agua y masajeando la col con una pequeña cantidad de sal hasta que se extrae suficiente líquido para que la verdura quede cubierta.

## **Deshidratación**

---

Muy útil en cualquier zona del mundo con épocas secas y cálidas. Muchas personas deshidratan sus alimentos directamente dejándolos expuestos a la acción del sol o colgados de algún tipo de gancho en un lugar con baja humedad (pimientos secos, uvas, embutidos, etc.) o se pueden construir unas planchas de madera en un pequeño "armario" bien ventilado que los mantenga secos y ponerlos al sol para incrementar su eficacia.

## **Conserva al baño María**

---

Es una técnica que consigue la esterilización y la creación de vacío en el interior de los recipientes. Solo es válida para alimentos con pH menor al 4,6 o con gran concentración de azúcar, como la mayoría de frutas, debido a que mediante estos métodos no se eliminan las esporas del botulismo (para esto se necesitarían temperaturas o presiones más altas). Se basa en la introducción de tarros de cristal cerrados en un recipiente con agua hirviendo durante el tiempo necesario para la esterilización completa del envase y el producto que contiene. Este suele estar entre los 20 y los 40 minutos.

## **Salazón**

---

Esta técnica, usada desde tiempos romanos en el Mediterráneo occidental, consiste en eliminar todo el agua que se pueda y luego añadir sal en cantidades variables durante un tiempo determinado por el volumen de la pieza a salar. De esta manera, se consigue alargar el estado de conservación del alimento por acción de la sal. Es una técnica muy empleada para la conservación de embutidos en muchas zonas rurales, pero también pescados en la costa mediterránea. Muchas veces se combina con la deshidratación.

<b>Descripción:</b>	Transformación de las características físicas de los alimentos para su conservación. Esto se puede conseguir mediante una fermentación controlada, desecación, desecación y salado o esterilización y vacío.
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja, excepto en el caso de la esterilización y vacío, que es media.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Excepto en el caso de la esterilización, que necesita envases que soporten la presión del vacío, el resto utiliza materiales muy sencillos de encontrar o realizar: cajones para el salado, cuerdas para colgar, envases de cualquier material y desecadores, que pueden ser una simple malla.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Baja en todos los casos.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Muy alta. Todos los componentes son biodegradables, reutilizables y muy duraderos.
<b>Rendimientos</b>	Alto o muy alto. Con poca energía y materiales se puede conservar una energía que de otra forma no se aprovecharía.
<b>Otros</b>	En algunos casos el producto obtenido tiene características organolépticas distintas e incluso mejores que antes del proceso, como mermeladas, fermentados o salazones.

## Hórreo

---

Pequeñas construcciones elevadas unos cuantos metros del suelo mediante unos pilares de piedra para almacenar los alimentos en un lugar alejado de la humedad y protegido de los animales (pequeños roedores o pájaros). Se trata de una despensa a lo grande en la que, si hay sombra y se mantiene bien cerrada, se puede almacenar muchos alimentos durante el invierno. Especialmente típico de las zonas del norte peninsular (Galicia y Asturias).

## Cámaras

---

Habitación que ocupaba el último piso de una vivienda donde se almacenaba cereal entre el que se podía guardar fruta verde que iría madurando durante el otoño e invierno, frutas de colgar, como tomates y melones de variedades específicas, ajos, cebollas, patatas, aceite, así como jamones, chorizos y otros embutidos, realizando la función de secadero. Es importante una eficiente ventilación sin que entre la luz solar.

## **Producción de alimentos**

Mientras la conservación de los alimentos pone la mirada en la transformación de la industria alimentaria y el cocinado en el trabajo en los hogares, la producción se fija en el sector primario. Un sector llamado a crecer mucho en un contexto de avance hacia la sostenibilidad, pero también a sufrir una transformación profunda hacia un modelo agroecológico. Esta transformación debe incluir un cambio técnico importante.

### **Fertilizantes y tracción animal: un debate ético abierto**

En un contexto de baja disponibilidad de combustibles fósiles, probablemente no sería posible contar con las grandes cosechadoras –que ahora incluso integran elementos digitales– o los modernos arados trisurcos de tracción mecánica que procesan kilómetros cuadrados de superficie en una sola jornada. Al menos en las cantidades actuales. De tal manera, cuando se elimina la posibilidad de la tracción mecánica de los motores de combustión, que constituyen hoy en día la base de todas las rentabilidades y altas tasas de productividad de la agricultura industrial, se produce un vacío muy grande de trabajo-energía que debe ser compensado, al menos parcialmente, con otras técnicas e insumos, ya que estos vehículos tienen una potencia muchísimo mayor a la que es capaz de generar un cuerpo animal (humano o no) con energía endosomática. Por hacernos una idea de lo que supondría esto: se estima que, en promedio, un barril de petróleo contiene la energía equivalente a lo que un ser humano es capaz de proporcionar durante cuatro años y medio de trabajo<sup>66</sup>.

Si queremos implementar sistemas de producción de alimentos verdaderamente renovables (sin insumos de origen fósil), sería imprescindible recurrir a herramientas tradicionales que únicamente requieren del uso del propio cuerpo con una disposición adecuada y una técnica básica. Hablamos de herramientas de manejo agrícola tradicionales, como los arados o la azada, o lo que es lo mismo, la recuperación de una agricultura con campesinado, que hoy en día sigue alimentando a millones de personas de todo el planeta y es capaz de sostener altas cuotas de autonomía.

Por otro lado, las sociedades campesinas tradicionales han empleado animales de tiro (caballos, bueyes, burros) de forma cotidiana, especialmente en las tareas de labranza, para transportar herramientas y aperos, como medio de desplazamiento a distancias cortas, etc. Los animales son recursos valiosísimos en los sistemas agrícolas de ciclo cerrado que no disponen de insumos fósiles por su gran fuerza de tracción en comparación a la humana, pero también por su aporte nutricional indirecto al suelo mediante sus desechos orgánicos, que contribuyen a fertilizar sin necesidad de insumos químicos derivados de los fósiles<sup>67</sup>, como el gas natural, aporte principal para obtener nitrógeno durante el proceso de Haber-Bosch.

No obstante, frente a este escenario de descenso energético<sup>68</sup> se abre una disyuntiva ética nada sencilla de resolver: ¿sería necesario y/o deseable recurrir a la fuerza de trac-

66 Friedemann, A. J. (2021). *Life After Fossil Fuels. A Reality Check on Alternative Energy*. Springer-Lecture Notes in Energy.

67 "Recycling animal and human dung is the key to sustainable farming". *Low-Tech Magazine*. Disponible en : <https://www.lowtechmagazine.com/2010/09/recycling-animal-and-human-dung-is-the-key-to-sustainable-farming.html>

68 Casal Lodeiro, M. (2019). *Guía para el descenso energético*. Ediciones Del Genal.

ción animal para sustituir, o al menos aliviar, la carga de trabajo humano en la producción de alimentos sin comprometer la necesidades alimentarias de la población mundial?<sup>69</sup> ¿Es posible construir relaciones simbióticas con esos animales no humanos que no estén basadas en la dominación? Si adoptamos una mirada ecofeminista y antiespecista, el respeto por los animales que intervienen en dichos procesos sería un elemento mínimo a considerar<sup>70</sup>.



Aperos tradicionales: hoz, pala, hachas, horcas, sierra, zuela, hacha alcotana o hachazada, rastrillo, pico, azadas. Cuenca, España<sup>71</sup>.

Una forma de entender la importancia crucial de los grandes herbívoros en los usos agrícolas de las sociedades rurales como animales de tiro es prestar atención a la consideración que tienen las vacas en la India, cuyo carácter sagrado tiene sin duda una explicación material ligada a su función absolutamente esencial en el sostenimiento de los sistemas agroalimentarios en el país, lo cual las hace infinitamente más valiosas vivas que muertas<sup>72</sup>. Allí, se combina su uso para la tracción mecánica en tareas de labranza y como recurso de fertilización orgánica —incluso sus desechos se emplean como combustible

69 Riechmann, J. (2019) “¿Es posible alimentar a 10.000 millones de personas sin devastar el planeta?”. Disponible en: <https://theconversation.com/es-possible-alimentar-a-10-000-millones-de-personas-sin-devastar-el-planeta-116751>

70 Una experiencia ya en marcha es la Asociación Catalana de Tracción Animal <http://acta.cat/> que promueve el modelo agroecológico en el que la tracción animal moderna juega un importante papel.

71 “Herramienta agrícola”. *Wikipedia*. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta\\_agr%C3%ADcola#](https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_agr%C3%ADcola#)

72 Harris, M. (2004). *Vacas, cerdos, guerras y brujas. Los enigmas de la cultura*. Alianza Editorial.

para cocinar alimentos—. Todo ello no impide, sino que más bien otorga un profundo respeto, sancionado por la religión hinduista, que impide sacrificarlas o comer su carne. No es casualidad que gran parte del pensamiento ecofeminista que ha influido de forma decisiva en el ecologismo occidental y las formulaciones decrecentistas haya estado inspirado por el trabajo de Vandana Shiva, física y activista por la soberanía alimentaria<sup>73</sup>.



Probablemente, las alternativas técnicas más deseables en la agricultura pasen tanto por el perfeccionamiento de técnicas y procesos agroecológicos, como por algún tipo de recuperación de las herramientas y técnicas tradicionales, junto con la fabricación en pequeñas cantidades de combustibles que se pueden derivar fácilmente a partir de productos agrícolas como etanol (gasolina) y aceites (diesel), para mover pequeñas máquinas de arado y cosechadoras.

A continuación exponemos algunas técnicas humildes que pueden ayudar a optimizar el trabajo en el campo.

73 Shiva, V. (2018). *¿Quién alimenta realmente al mundo?*, Editorial Capitán Swing.

## Compost

<b>Descripción:</b>	Es el resultado de la descomposición mediante microorganismos de la materia orgánica en presencia de oxígeno. Contiene entre un 30-60% de agua y 30-60% de materia seca. Su relación de carbono/nitrógeno es 30/1 y la relación nitrógeno/fósforo/potasio es de 1,0-2,5/0,40-1,2/0,50-1,3.
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja, se utiliza cualquier tipo de resto orgánico.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Cualquier tipo de materia orgánica. Si queremos que se haga más rápido, debemos eliminar algunos (muy ácidos, con características antibióticas como el ajo, etc).
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Variable, si necesitamos que se haga rápido (hasta 1 mes) se debe tomar la temperatura y humedad constantemente y "voltear", humedecer etc. También se debe partir de un equilibrio preciso entre la cantidad de carbono y nitrógeno. Si no nos importa, se puede dejar amontonado en un rincón poco utilizado, lo que puede tomar hasta más de un año.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Total, ya que utiliza materiales de desecho y se genera un producto que mejora la tierra.
<b>Rendimientos</b>	<p>Con bajo consumo energético y reaprovechando materiales conseguimos un producto que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece la estructura del suelo.</li> <li>- Incorpora microorganismos beneficiosos.</li> <li>- Estimula la actividad de la microbiota.</li> <li>- Reduce la erosión.</li> <li>- Aumenta la retención de agua.</li> <li>- Incrementa la retención de nutrientes.</li> <li>- Favorece la respiración del sistema radicular.</li> <li>- Mejora la nutrición del cultivo.</li> </ul>
<b>Otros</b>	En horticultura, se puede utilizar para realizar la técnica del no laboreo, aportando una buena capa de compost antes de cada siembra (10-20 cm).

## Acolchado

En climas secos o en épocas de bajas precipitaciones y alta insolación, es deseable que el suelo esté cubierto el mayor tiempo posible, lo que tiene diversas ventajas. La más evidente es que ahorra agua, generando humedad que, junto a la protección de microorganismos y de la vida del suelo en general, consigue que el suelo "trabaje" durante todo el año, produciendo alimento para los cultivos constantemente. También evita la escorrentía y limita las plantas adventicias.

## Abonos verdes

La siembra de plantas que no están destinadas al consumo, sino a la mejora del suelo, es una técnica que permite mantener el suelo cubierto, aumentar la materia orgánica y dificulta la aparición de plantas adventicias. Además, según el tipo de abono verde utilizado, o la mezcla de ellos, se pueden conseguir más efectos positivos, como la aper-

tura del suelo mediante raíces pivotantes (rábanos y otras crucíferas), efecto “herbicida” (centeno) , aumento de la materia orgánica (mostazas), etc.

### **No laboreo o laboreo mínimo**

---

La estrategia de voltear la tierra para oxigenar y generar una explosión de vida aeróbica necesita de insumos constantes, ya que al destruir la estructura de la tierra se pierde la capacidad de ésta de generar alimentos para nuestras plantas, se destruye el complejo arcillo-húmico que intercambia distintos tipos de materiales y deja a su disposición los asimilables por ellas, por lo que hay que sustituirlo por abonos minerales o de síntesis. Con una combinación de acolchado, introducción de materia orgánica en forma de compost y siembras de abonos verdes se puede evitar este laboreo que requiere de altas cantidades de energía y que tiende, además, a compactar y salinizar el suelo.

### **Rotación de cultivos**

---

Plantar diferentes cultivos secuencialmente en la misma parcela de tierra para mejorar salud del suelo, optimizar los nutrientes de la tierra y evitar la presión de las plagas y enfermedades

### **Permitir adventicias en lindes**

---

Crear pequeños ecosistemas en los que vivan plagas y sus depredadores permite que ante un desequilibrio en el cultivo y la consiguiente plaga, sus depredadores actúen rápidamente, pudiendo conseguir la total eliminación de plaguicidas en los cultivos. Esto también favorece la polinización y hace de reservorio de todo tipo de fauna beneficiosa.

### **Asociación de especies**

---

Una forma de que los cultivos aumenten su resiliencia y se aproveche mejor el terreno es mediante la combinación de especies que no compitan por el mismo estrato de suelo ni aéreo, por ejemplo puerro y zanahoria. Además se pueden encontrar asociaciones que intercambian protección contra plagas (como la mencionada) o que permiten que las plantas crezcan mejor si están juntas por múltiples motivos: estructura (unas plantas soportan a otras), formación de suelo (unas plantas preparan el suelo para hacerlo más conveniente a otras en cuanto a nutrientes o fauna), estacionalidad (una planta puede proteger a otra hasta que esta sea lo suficientemente fuerte). Un ejemplo clásico en cuanto a asociaciones son las tres hermanas: judías (que, al pertenecer a la familia de las leguminosas, son capaces de fijar nitrógeno) que se enraman en el maíz, que requiere un suelo fresco que siempre está protegido por calabazas. Esto necesita de observación y de intercambio de información con campesinado experimentado. También hay que observar que existen interacciones negativas entre plantas.

## 5. Acceso y gestión del agua

Disponer de agua dulce para usos agrícolas y uso directo humano es una necesidad y un derecho básico que hoy en día no está asegurado para millones de personas. Uno de los grandes impactos ambientales asociados al agua, normalmente inadvertido, es el de su necesidad de potabilización para el consumo directo por parte la población, un complejo proceso cuyo tratamiento requiere de unas cantidades de energía nada despreciables<sup>74</sup>.

Además, en España el 74% de la superficie se encuentra en riesgo de desertificación<sup>75</sup>. Es especialmente importante implementar sistemas de gestión del agua que permitan una mayor accesibilidad durante todas las épocas del año, incluyendo las de menor precipitación.

Todas estas formas de acceso y manejo sostenible del agua demuestran la importancia del uso y la gestión comunal de los recursos hídricos.

### Aumento de la materia orgánica en los suelos

Existen múltiples técnicas para aumentar la retención de agua por el suelo: la captación e introducción de agua de caminos y tejados en el terreno, canalizándola para distribuirla por el terreno; la instalación de setos para evitar la evaporación producida por el viento; la colocación de ramas y palos o la siembra de especies autóctonas en lugares por donde el agua corra cuando llueve con el fin de ralentizarla, que se infiltre y reduzca la escorrentía; la instalación de zanjas de infiltración (*swales*), pequeñas balsas que se cargan con agua que posteriormente penetra en el terreno cuando cesan las lluvias. En ocasiones también es necesario todo lo contrario: permitir la escorrentía para que los ríos con escasez de agua se recarguen, se generen bosques de ribera, etc.

Una de las técnicas que más se pueden generalizar en el territorio peninsular (y en grandes zonas del planeta) es el aumento de materia orgánica presente en el suelo. Los suelos con menos de un 2% de materia orgánica son considerados pobres, ya que no retienen humedad. Sin embargo, un suelo rico en materia orgánica puede retener gran parte de la lluvia, evitar parte de la evapotranspiración y disminuir la escorrentía por la que podría perder suelo fértil. Además, un suelo con bajo porcentaje de materia orgánica puede tener déficit de micronutrientes, tiene ausencia de microbiología, falta de porosidad y en general presenta malas condiciones físicas y químicas para favorecer

74 Turiel, A. (2012). "Agua", *The Oil Crash*. Disponible en: <https://crashoil.blogspot.com/2012/12/agua.html>

"Teniendo en cuenta que el consumo anual de una ciudad como Madrid (5 millones de habitantes) es de 500 millones de metros cúbicos, es fácil hacerse una idea del coste energético que esto supone. Haciendo una aproximación de 1 bep = 160 KWh, estamos hablando de entre 9 y 18 millones de barriles de petróleo equivalentes al año. Teniendo en cuenta que el consumo anual de una ciudad como Madrid (5 millones de habitantes) es de 500 millones de metros cúbicos, es fácil hacerse una idea del coste energético que esto supone."

75 MITECO (2022). *Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación*. Disponible en: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transicion-ecologica/Paginas/2022/260422-estrategia-desertificacion.aspx>

el crecimiento de las plantas. Para tener una tierra sana y que retenga la humedad es necesario que la materia orgánica presente sea superior a un 5%.

<b>Descripción:</b>	Aumentar la cantidad de materia orgánica presente en el suelo en forma de plantas o estiércol de animales mediante siembra de plantas que la generen en grandes cantidades (o permitiendo la plantas adventicias), y su incorporación posterior al suelo, o trayéndola de otros lugares. Determinadas estrategias de pastoreo puede aumentar y mejorar la cantidad de materia orgánica presente (manejo holístico).
<b>Intensidad material y energética</b>	Permitir las plantas adventicias y que el ganado la pastoree con una planificación concreta de tiempos de pastoreo y tipos de animales tiene una intensidad material y energética muy baja.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Desde ninguno, a maquinaria necesaria para trasladar la materia orgánica o para incorporar la que exista en el terreno.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Bajo. Cuanto más conocimiento de las plantas a utilizar se tenga, más eficaz será la rotación entre cultivos e incorporación de materia orgánica.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Total. Se utilizan lo que en algunos casos puede ser un residuo para mejorar las características del suelo. En caso de utilizar maquinaria, se pierde parte de estas ventajas.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Cuanto más se utilice esta técnica, más se mejora el suelo. Se debe realizar de manera periódica.
<b>Rendimientos</b>	El proceso será tanto más rápido cuanto más humedad y materia orgánica exista previamente en el terreno.
<b>Otros</b>	Más de la mitad de la materia orgánica del suelo es carbono, por lo que puede ser una forma de almacenarlo. Además aumenta la vida en el suelo y ayuda a la regeneración de la biodiversidad.
<b>Desventajas</b>	La liberación de nutrientes es lenta y determinados tipos de materia orgánica pueden dificultar el laboreo.

# TERRA PRETA

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>MATERIA ORGÁNICA Y DESECHOS</b>
<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>MEJORA DE LOS SUELOS</b>	

**EXCREMENTOS**  
**RESTOS VEGETALES**  
**Y ANIMALES**  
**CARBÓN Y CENIZA** 0,5 - 2 M  
**CERAMICAS**

<b>TERRA PRETA</b> 15% 9%	<b>SUELO NORMAL</b> MATERIA ORGÁNICA 2 % CARBÓN 0,5%
---------------------------------	--

COMPARACIÓN DE DOS SUELOS CERCANOS EN EL AMAZONAS

¿QUÉ ES?

TÉCNICA DE INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO, UTILIZADO EN EL AMAZONAS SE REALIZÓ ALTERNANDO FINAS CAPAS DE CARBÓN A CAPAS DE MATERIA ORGÁNICA. EL CARBÓN ES PRODUCIDO A BAJAS TEMPERATURAS

¿COMO FUNCIONA?

LOS COMPONENTES UTILIZADOS RETIENEN DE MANERA MUY EFICAZ HUMEDAD, NUTRIENTES Y MICROORGANISMOS. ALGUNOS DE ESTOS SUELOS HAN SIDO CULTIVADOS DURANTE DECADAS SIN ABONOS

## Biofiltros

La contaminación del agua por materiales orgánicos, metales pesados o compuestos químicos que están presentes en la mayoría de metabolismos de la industria agroalimentaria, textil, química, etc., suponen un problema, pues este agua acaba normalmente en los ríos y afluentes de los entornos periurbanos sin demasiado control, provocando la eutrofización, pérdida de biodiversidad y degradación de los ecosistemas adyacentes.

Los biofiltros o filtros biológicos son dispositivos utilizados para la eliminación de elementos contaminantes de aguas grises o masas de agua contaminadas por estas. El tratamiento se lleva a cabo mediante microorganismos que degradan biológicamente los contaminantes<sup>76</sup>, convirtiéndolos en nutrientes asimilables por algas, macrófitas y

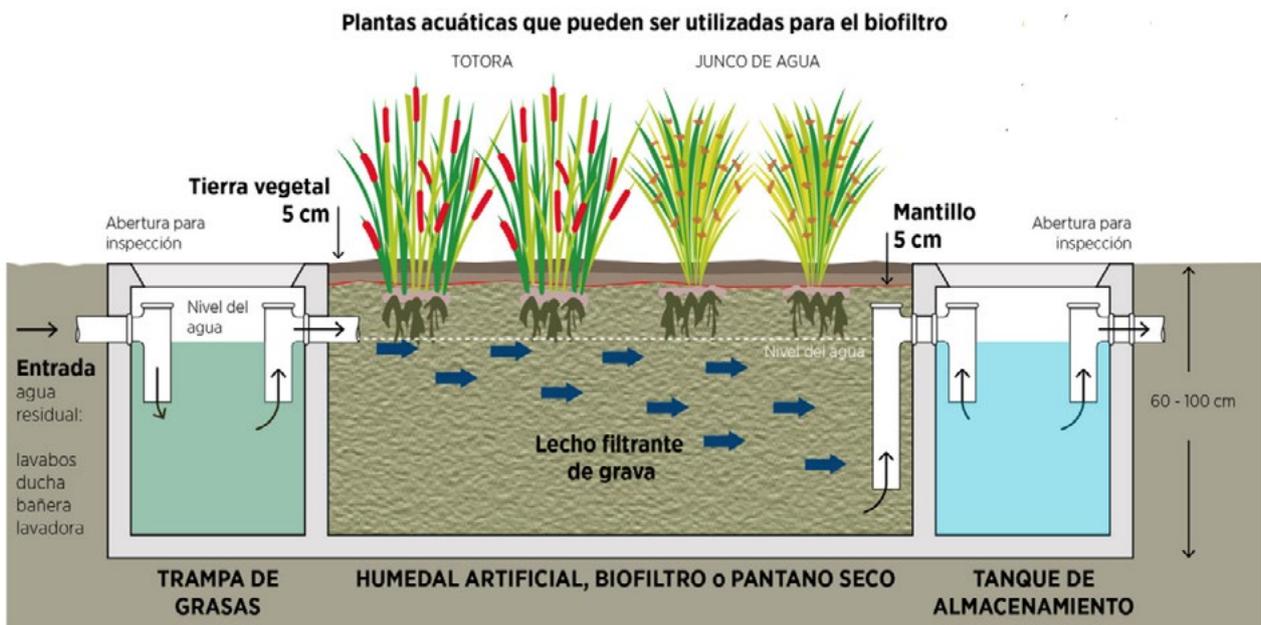
<sup>76</sup> ECOTEC, Unidad de Ecotecnologías de la Universidad Nacional Autónoma de México (2023). "Biofiltros". Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/biofiltro#:~:text=Los%20biofiltros%20son%20dispositivos%20utilizados,verter%20directamente%20el%20agua%20residual>

plantas palustres. Éstas a su vez oxigenan el agua y sostienen una red de seres vivos que ayudan en la eliminación de elementos no deseados.

Estos sistemas se pueden reproducir a cualquier escala, y en el ámbito doméstico es relativamente sencillo conseguir instalar sistemas de filtración de aguas grises. Las que provienen únicamente de lavabos, fregaderos, lavaderos, duchas o lavadoras, consiguen eliminar con bastante eficacia estos componentes nocivos para la salud humana para que pueda ser reutilizada posteriormente para distintos usos: riego de áreas verdes, en agricultura, lavado y recarga de mantos freáticos. Las aguas tratadas pueden igualmente ser descargadas en lagos y ríos, sin afectar la calidad del agua del cuerpo receptor<sup>77</sup>. Además, tienen la ventaja de ser sistemas pasivos, muy poco intensivos en trabajo humano tras su instalación, por lo que funcionan prácticamente de manera autónoma.

Existen multitud de tipos de biofiltro, según las necesidades y las posibilidades de las aguas a tratar y su volumen y uso posterior y del lugar de instalación. Por ejemplo, un depósito de agua o una piscina pueden contener un lecho de gravas a través del cual se fuerza el paso del agua, en este lecho se fijarán los microorganismos que descompondrán la materia orgánica y captarán los elementos disueltos en el agua, transformándolos en moléculas asimilables por palustres y macrófitas plantadas sobre él. Igualmente, un depósito o canal de gravas puede recibir las aguas y verterlas en una zona de altas exigencias hídricas. Previo a esto se suele instalar una trampa de grasas y de sólidos. Ésta consta de dos depósitos donde se hace circular el agua, captando para la salida de la parte inferior del primero hacia el segundo, lo que permite que los desechos de menor densidad permanezcan en la parte superior y después, del segundo a la salida, se capta de la parte superior, permitiendo que queden en este depósito los residuos más pesados.

En la figura se ve un modelo simplificado que capta el agua de la zona intermedia.



77 Garzón-Zúñiga, M. A., Buelna, Ge., Moeller-Chávez, G. E.. (2012). "La biofiltración sobre materiales orgánicos, nueva tecnología sustentable para tratar agua residual en pequeñas comunidades e industrias". *Tecnología y ciencias del agua*, 3(3), 153-161. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222012000300011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000300011&lng=es&tlng=es)

<b>Descripción:</b>	Los biofiltros o filtros biológicos son dispositivos utilizados para la eliminación de elementos contaminantes en aguas contaminadas en procesos industriales, agropecuarios o domésticos. A nivel doméstico se utilizan comúnmente para el tratamiento de aguas residuales, particularmente de aguas grises (provenientes de la cocina, lavadero, lavabo y ducha). A niveles mayores suele ser parte de un sistema con más elementos de depuración. El tratamiento del agua se lleva a cabo mediante microorganismos que degradan biológicamente los contaminantes <sup>78</sup> .
<b>Intensidad material y energética</b>	Baja-media: requiere algún tipo de material no renovable para la conducción de aguas grises, aunque no es estrictamente necesario.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Cemento, mortero, arena, gravas impermeabilizante, tubos y codos de PVC u otro material menos impactante en su producción para los conductos. También se han empleado, con buenos rendimientos, turba, astillas de madera y corteza de coníferas.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Se requiere algún tipo de conocimiento técnico, pero son fácilmente instalables con manuales. Hay mucho conocimiento comunitario sobre su funcionamiento.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Muy alta.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Son sistemas pasivos, que requieren poca intervención humana tras su instalación (unas 3 h/semana de mantenimiento por personal no especializado).
<b>Rendimientos</b>	Los rendimientos alcanzados dependen de la naturaleza y la concentración de los contaminantes y otros compuestos presentes en la mezcla tratada. Suelen alcanzar valores de 95-99 % y son por lo tanto comparables con los rendimientos alcanzados por otros procesos de desodorización como el lavado químico o los filtros de carbón activo <sup>79</sup> .

78 ECOTEC, Unidad de Ecotecnologías de la Universidad Nacional Autónoma de México (2023).

“Biofiltros”. Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/biofiltro#:~:text=Los%20biofiltros%20son%20dispositivos%20utilizados,verter%20directamente%20el%20agua%20residual>

79 “Biofiltros”. *Wikipedia*. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Biofiltros>

## 6. Movilidad y transporte de personas y mercancías

Tenemos un serio desafío en cómo nuestras sociedades organizan la movilidad de personas y mercancías. Existen básicamente dos problemas aparejados. Por un lado, la dependencia prácticamente total de todos los medios de transporte (corta, media y larga distancia) de los combustibles fósiles, en concreto del petróleo. Esto significa que la movilidad está fuertemente comprometida por la escasez de hidrocarburos que será cada vez más frecuente y acentuada en los próximos tiempos. También con la imprescindible descarbonización impuesta por la emergencia climática. Sin un flujo de suministro continuado y relativamente asequible de estos combustibles, el sistema industrial y la enorme cantidad de personas, mercancías e información que fluyen por sus arterias sencillamente no pueden continuar al mismo ritmo.

*“El transporte privado masivo no es un accidente de las metrópolis, sino lo que permite que existan. No es sustituible. Por ello, los nodos de transporte público previstos [en los] desarrollos urbanísticos no serán suficientes (nunca lo pueden ser para sostener la hiper-movilidad que demandan las ciudades) y la extensión del hormigón traerá aparejada la de vehículos privados.”<sup>80</sup>*

Las grandes ciudades están diseñadas bajo el supuesto de la disponibilidad combustible abundante y barata de petróleo. Podemos hablar, en rigor, de un urbanismo fósil<sup>81</sup>: la ampliación de las ciudades hacia los territorios aún no urbanizados en barrios o ciudades-dormitorio (los PAU), el modelo de consumo masivo de los centros comerciales, los parques tecnológicos y sedes de muchas empresas, los centros de estudio y de trabajo, conforman todos ellos nodos esenciales que distan varios kilómetros entre sí, en un contexto en que el tiempo se convierte en un recurso escaso bajo los asfixiantes ritmos con los que se armonizan las vidas en el capitalismo.

Cuando se habla de “movilidad sostenible” se piensa casi como un resorte en el vehículo eléctrico, que es la solución ofrecida por el mercado. No obstante, existen fuertes limitaciones materiales por los requerimientos de minerales escasos de este tipo de tecnologías, que varían según los escenarios de demanda<sup>82</sup>, entre otras problemáticas. Está claro que el parque automovilístico actual no es sustituible por otro electrificado de similares dimensiones. Por lo que, además de cierta electrificación, habrá sobre todo que organizar otra manera mucho más colectiva de movernos (transporte público), movernos menos y más cerca, y hacerlo de forma mucho más lenta. A continuación proponemos algunas propuestas en este sentido, en función de la escala en la que se den los desplazamientos.

80 González Reyes, L. (2022). “Madrid en un contexto de crisis sistémica”, 15/15/15. Disponible en: <https://www.15-15-15.org/webzine/2022/03/15/madrid-en-un-contexto-de-crisis-sistemica/>

81 Barricarte, G. (2021). *Urbanismo fósil: crisis global e imaginarios urbanos en la cultura de masas*. Trabajo de Final de Grado. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/352556>

82 Pulido-Sánchez, D. y col. (2022), “Material and energy requirements of transport electrification”. *Energy and Environmental Science*.

Además, en un entorno de reruralización social, la población estaría más dispersa por el territorio. Esto es clave para adaptar la actividad humana a la capacidad de carga de los distintos lugares, pero a la vez dificulta la logística, el transporte y la comunicación. Todo ello supone no solo cambios técnicos, sino también transformaciones importantes en cuanto a la percepción de la importancia de la movilidad y la conexión.

## **Corta distancia**

No hay ninguna duda en que la bicicleta es la herramienta más eficiente para moverse de forma autónoma en entornos urbanos. “Las bicicletas pueden cubrir de manera eficiente distancias de viaje de hasta 7 km, o incluso hasta 15 km con mecanismos de pedaleo asistido. Esto significa que [una o] un ciclista puede cubrir un área de 150 km<sup>2</sup> en torno a su residencia. En general, la mitad de los viajes urbanos en coche recorren menos de 5 kilómetros”<sup>83</sup>. No obstante, hay algunos inconvenientes a su uso: condiciones meteorológicas adversas, una orografía urbana con muchas pendientes y, sobre todo, los obstáculos del urbanismo fósil a su uso, con carriles-bici insuficientes e inseguros. La bicicleta contribuye a elevar las cuotas de ejercicio físico de una mayoría social crecientemente sedentaria, y la disminución de la velocidad, además de mejorar la seguridad de las calles y hacerlas más amables al paseo y la convivialidad. Permite hacer a las personas ser más conscientes de su entorno, contribuyendo así a su conocimiento, respeto y cuidado. Adicionalmente, la bicicleta es relativamente sencilla de reparar y poco costosa. Tiene una larga vida útil y puede generar puestos de trabajo verde en talleres urbanos. Finalmente, fomenta el uso muchísimo más eficiente del espacio dedicado al tráfico, descongestionando las principales vías públicas. Todas estas razones hacen que el ecologismo elogie la bicicleta. En todo caso, en la actualidad los procesos de producción de las bicicletas se han industrializado y, en algunas ocasiones, requieren de maquinaria muy específica y de un alto nivel de especialización. Sería importante impulsar alternativas más humildes en los procesos de producción, como por ejemplo la fabricación de cuadros a partir de bambú o la minimización del uso de aleaciones. Este comentario es a su vez extensivo a casi todas las alternativas de transporte que vamos a detallar a continuación.

## **Bicicleta de carga**

En los últimos años, el auge del comercio electrónico ha generado un volumen desproporcionado de envíos a domicilio que aumentan significativamente el tráfico urbano por el rodaje de vehículos de transporte y reparto de todo tipo de mercancías. La carga media transportada en las ciudades europeas pesa menos de 100 kg y ocupa un volumen de menor al 1 m<sup>3</sup> <sup>84</sup>, lo cual hace que la gran mayoría de estos sistemas de reparto pudieran llevarse a cabo a través de bicicletas u otros vehículos similares (triciclos, cuadríciclos) movidos principalmente por tracción humana.

La conocida como “última milla”, es decir, el último tramo de todo el transporte de mercancías -que corresponde con el recorrido que se realiza para su reparto desde los

83 Diputación Foral de Bizkaia (2016). *Principales ventajas y obstáculos de la bicicleta como medio de transporte*. Disponible en: [https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/1\\_Principales%20ventajas%20y%20obstaculos\\_cas.pdf?hash=53667994a55cd04b23dbff5d275d4ba5](https://www.bizkaia.eus/fitxategiak/07/Mediateka/1_Principales%20ventajas%20y%20obstaculos_cas.pdf?hash=53667994a55cd04b23dbff5d275d4ba5)

84 “Cargo cyclists replace truck drivers on European city streets”, *Low Tech Magazine*. Disponible en: <https://www.lowtechmagazine.com/2012/09/jobs-of-the-future-cargo-cyclist.html>

centros logísticos hasta el domicilio - es el más caro, menos eficiente y más contaminante de todos, debido a las características propias del trazado urbano, con un mayor gasto de combustible.

<b>Descripción:</b>	Una bicicleta que cuenta con una cesta o espacio de almacenaje tamaño variable para transportar una carga. Se emplea para el transporte y reparto de ciertas mercancías ligeras a cortas distancias, sobre todo en tramos urbanos.
<b>Intensidad material y energética</b>	La cantidad y el tipo de materiales utilizados para la construcción de una bicicleta tiene un impacto ecológico mucho menor al de un vehículo a motor.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Las propias de la bicicleta, que incluyen materiales abundantes y reciclables, como el hierro, y otros más complejos de obtener y gestionar localmente, como el caucho. Puede tener algún tipo de asistencia eléctrica al pedaleo, facilitando la velocidad de desplazamiento y la capacidad total de carga.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Requieren de una infraestructura previa para la bicicleta, como carriles separados y un terreno más o menos llano y uniforme.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Alta.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Tienen una alta reparabilidad, normalmente accesible a cualquier persona.
<b>Rendimientos</b>	Algunos modelos pueden alcanzar hasta 180 kg de capacidad total de carga.
<b>Otros</b>	Las consecuencias ecológicas y sociales positivas son evidentes: importantes ahorros de combustible, menor contaminación, menos ruido, menos congestión de tráfico y menos accidentes graves en ciudades más agradables y seguras para las personas.
<b>Desventajas</b>	Las bicicletas de carga funcionan especialmente bien en las ciudades centroeuropeas, muy llanas, con un trazado irregular y estrecho y una alta densidad de población, que permiten a la bici igualar o mejorar la eficiencia de transporte y velocidad respecto del vehículo a motor. Esta ventaja comparativa se ve claramente comprometida en núcleos urbanos con muchas cuestas o amplias avenidas de varios carriles (ciudad norteamericana). También en los ámbitos rurales.



Bicicleta de carga en tramo urbano en Alemania.

## Velomóvil

Es un híbrido entre una bicicleta y un microcoche, pero cuya construcción es mucho menos intensiva en materiales y energía. Se trata de vehículos movidos por tracción humana que pueden alcanzar fácilmente velocidades medias de hasta 40 km/h, muy aptas para cubrir con facilidad la mayoría de desplazamientos de media por debajo de los 15 km. Podrían emplearse para uso privado o comercial en el que se necesite una mayor velocidad, distancia o capacidad de carga.

<b>Descripción:</b>	El velomóvil, velomobile o bicicleta coche es un vehículo de tracción humana que incluye una carrocería aerodinámica que favorece su avance y la protección contra las colisiones y los agentes atmosféricos, como la lluvia o la nieve. Es la evolución de las bicicletas con silla y triciclos (tipo bicicleta reclinada).
<b>Intensidad material y energética</b>	Los velomóviles eléctricos tienen una velocidad y un alcance comparables a los de los automóviles eléctricos, pero son hasta 80 veces más eficientes.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Los mismos que para una bicicleta con asistencia de pedaleo, más los materiales empleados para la cubierta aerodinámica.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Al incrementarse la complejidad del diseño, requiere de un entramado industrial sencillo para poder fabricarse de una manera estandarizada.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	En función de los materiales que utilice para la protección, puede ser alta (si son reciclables) o mejor (si son plásticos derivados del petróleo, como ocurre en los modelos actuales).
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Alta.
<b>Rendimientos</b>	En un velomóvil no eléctrico, el pedaleo continuo de una persona normal es alrededor de 100 vatios que, traducido en términos de velocidad, nos daría unos 35 km/h gracias a su cubierta aerodinámica <sup>85</sup> . En el caso del velomóvil eléctrico, los 100 vatios del pedaleo se combinan con los 250 vatios de un motor eléctrico, dando una potencia combinada de 350 vatios, logrando unos 50 km/h.
<b>Desventajas</b>	La carrocería añade un peso que penaliza la velocidad en las subidas importantes. El mayor obstáculo para su proliferación es la competencia con los coches en las calzadas. Mientras tengan que compartir vía, el velomóvil siempre será una opción más expuesta y menos segura, lo cual hace que la regulación en varios países sea muy rígida y limite su circulación en carreteras convencionales.

85 "Electric Velomobiles: as Fast and Comfortable as Automobiles, but 80 times more Efficient." *Low-Tech Magazine*. Disponible en: <https://www.lowtechmagazine.com/2012/10/electric-velomobiles.html>



Un modelo de velomóvil  
del fabricante alemán Hase Klimax

## Media distancia

Para la media distancia, **el ferrocarril** es el medio de transporte que permite un mayor equilibrio entre sostenibilidad, velocidad y capacidad (en volumen) en el desplazamiento tanto de personas como de mercancías. Actualmente, el automóvil privado es el que ejerce la mayor parte de los desplazamientos interurbanos, que son los que alcanzan una mayor velocidad en carretera, lo cual aumenta exponencialmente las emisiones y el riesgo de accidente. Frente a este modelo, un ferrocarril lento, público y descentralizado<sup>86</sup> puede articular un modelo de movilidad interurbana a escala regional y estatal que consideramos óptimo. Hoy en día, su mecánica se puede electrificar en catenarias y no hay una dependencia del carbón para alcanzar velocidades significativas.

- ▶ **Lento:** España es el segundo país con más kilómetros de alta velocidad del mundo, después de China. La apuesta por el tren de alta velocidad por parte de las administraciones públicas ha venido acompañada de una desinversión en las líneas de media distancia, que son absolutamente fundamentales y las que articulan y cohesionan el territorio. Muchas zonas rurales o núcleos poblacionales de la “España vaciada u olvidada” se encuentran con que las estaciones dejan de prestar servicio o este es insuficiente para cubrir la demanda. Por el contrario, no dejan de abrirse nuevas líneas de alta velocidad.
- ▶ **Público:** es evidente que la creación y adaptación tanto normativa (tendencia a la gratuidad, intermodalidad, mejora de accesos y frecuencia del servicio), como de infraestructuras debe contar con un fuerte apoyo e impulso público. De hecho, los úl-

86 Krause, E.; Alonso, A. (2021). “Una visión sistémica para un ferrocarril lento, público y descentralizado”. *El Salto Diario*. Disponible en: <https://www.elsaltodiario.com/tren/vision-sistemica-ferrocarril-lento-publico-descentralizado>

timos esfuerzos en política pública para hacer frente al ahorro energético ya apuntan en esa dirección que, si bien acertada, debe hacerse mucho más ambiciosa<sup>87</sup>. En esta línea, la prohibición por ley en Francia –pendiente de aprobación en el Senado– de operar vuelos estatales para los que haya alternativa en tren en menos de 2,5 horas de trayecto o la propuesta para del Partido Verde Europeo de recuperar y crear una red europea de trenes nocturnos<sup>88</sup> son ya una realidad anticipada de lo que debería ser el transporte de media distancia en un futuro cercano.

- ▶ **Descentralizado:** el sistema radial de organización territorial español no favorece la interoperabilidad de las líneas de cercanía y media distancia, por lo que, para desplazarse entre dos capitales de provincia, en muchas ocasiones el desplazamiento más corto supone pasar por Madrid. En un futuro en el que la economía de cercanía gane peso (pensamos en la agroecología de proximidad como forma principal de producción alimentaria o el impulso a las manufacturas intermedias) frente a los grandes flujos de comercio internacional, es fundamental que exista una red de ferrocarril de mercancía que conecte los diversos territorios con sus economías de base regional y estatal. Un modelo de economía social y solidaria, en la que la demanda compulsiva de productos baratos importados del continente asiático haya sido sustituida por el impulso a las cooperativas de producción y consumo agroecológico de “cinturones verdes”; necesita de una red de ferrocarril descentralizada que vertebre los territorios fomentando las conexiones regionales. Su despliegue contribuirá asimismo a fortalecer e impulsar este modelo.

En puridad, el ferrocarril no se puede considerar una técnica humilde. Es más, probablemente no haya habido otra tecnología más importante en la historia del capitalismo industrial que ésta. Para su fabricación y mantenimiento es necesario un entramado industrial con ciertos grados de concentración y escala. También una maquinaria compleja y una generación de energía eléctrica, hasta cierto punto, concentrada y con suministro regular. Si la recuperamos aquí es por varios motivos. Primero porque nos parecería prioritario, y posible, innovar en este tipo de técnicas basadas en el transporte por vía en términos de los parámetros de las técnicas humildes. Segundo porque, si tenemos en cuenta que existe ya una extensa infraestructura en marcha, es sin duda la alternativa en términos de transporte que supone una reducción mayor en el consumo material y energético. Podríamos considerarla, por tanto, una suerte de técnica de transición para el transporte terrestre a medias distancias en casos en los que no es posible recurrir al viaje a pie o usar tracción animal. No obstante, sería importante impulsar dinámicas de innovación que desacoplaran este tipo de transporte de sus impactos y dependencias industriales .

87 Ecologistas en Acción (2022). “Valoran positivamente las medidas de ahorro energético del Gobierno, pero demandan un plan estructural y ambicioso”. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/205901/valoran-positivamente-las-medidas-de-ahorro-energetico-del-gobierno-pero-demandan-un-plan-estructural-y-ambicioso/>

88 Barragán, C. (2021). “El mapa de trenes nocturnos en Europa para desterrar el avión: ¿tiene sentido el plan Verde?” *El Confidencial*. Disponible en: [https://www.elconfidencial.com/mundo/europa/2021-09-23/trenes-nocturnos-europa-verdes-alemania\\_3294358/](https://www.elconfidencial.com/mundo/europa/2021-09-23/trenes-nocturnos-europa-verdes-alemania_3294358/)

## **Larga distancia: el caso de comercio internacional**

En el escenario descrito en la introducción, lo más probable y deseable es que el comercio internacional por vía transatlántica y el transporte de personas a largas distancias deba reducirse enormemente por las crisis energética y climática. Quedando el ferrocarril, y sobre todo el transporte marítimo, como opciones de menor uso de energía y materiales.

Actualmente, en torno al 80% del comercio internacional de mercancías se produce a bordo de grandes buques portacontenedores, que generan el 3% de las emisiones a nivel planetario. Las rutas mundiales pasan por cuatro “cuellos de botella” principales (Canal de Suez, Panamá, Ormuz, Estrecho de Malaca), que hacen al modelo altamente vulnerable por motivos geopolíticos, logísticos o ecológicos. Aún así, el barco ha sido la forma más utilizada para el transporte de larga distancia por las ventajas que tiene respecto al terrestre: aprovechamiento de la energía eólica y de las corrientes marinas, menor rozamiento, etc.

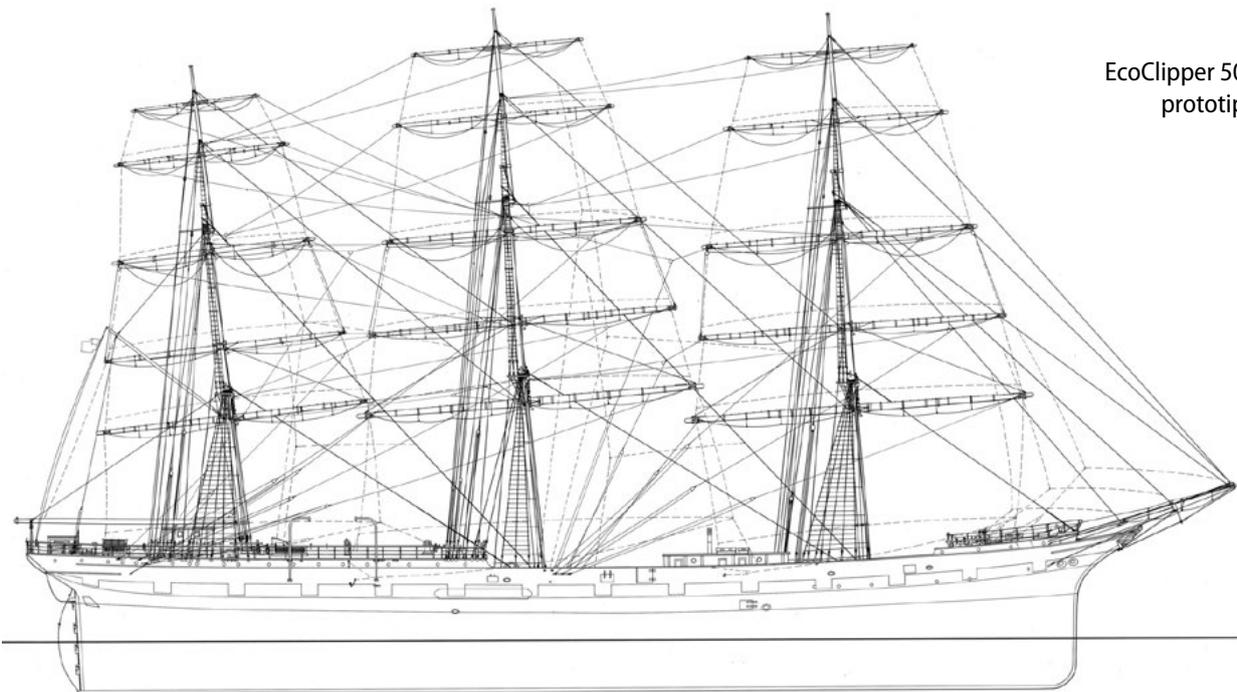
### **Barco de vela**

Durante al menos 4.000 años, los buques a vela han sido el principal medio de transporte de personas y mercancías para viajes transatlánticos, llegando a haber incluso una “época dorada” de los buques mercantes durante el siglo XVIII, que conseguían mover cantidades importantes de materias primas provenientes del Caribe y Latinoamérica o África hacia las costas europeas. Su principal fuente de energía fue, durante la época antigua, la humana, cuando estos eran impulsados por los esclavos de las galeras. Posteriormente, se consiguieron mejoras técnicas que permitieron surcar los mares simplemente con la fuerza del viento.

Los estudios más punteros para sustituir este tipo de buques portacontenedores por las versiones más modernas de barcos de vela, como el modelo EcoClipper500 con dos aerogeneradores hidráulicos instalados, apuntan que en el mejor de los casos no darían sino para abastecer un sexto del consumo total de energía que realiza la tripulación de un transatlántico convencional. Esto implica un estándar de confort, seguridad e higiene muy por debajo de los actuales (por ejemplo, una ducha de agua caliente por persona y día), aunque sería perfectamente digno y asumible si se rebajan esas expectativas a bordo. Y, por supuesto, su capacidad de carga sería muy inferior al volumen total de mercancías que hoy en día surca los océanos<sup>89</sup>.

89 De Decker, K. (2022) “¿Cómo diseñar un mercante a vela para el siglo 21?”, *Low-Tech Magazine*. Disponible en: <https://solar.lowtechmagazine.com/es/2021/05/how-to-design-a-sailing-ship-for-the-21st-century/>

<b>Descripción:</b>	EcoClipper500. Buque mercante a vela, réplica de última generación del clipper holandés Noach (1857). Navega por las rutas de aguas profundas. Tiene tres mástiles de aparejo cuadrado impulsado por una superficie de 976 m <sup>2</sup> de velas <sup>90</sup> .
<b>Intensidad material y energética</b>	No tienen un impacto ambiental cero, puesto que requieren de tala de madera y producción de acero para su construcción. Su intensidad material y energética puede considerarse alta. Aun así, resulta menor que el resto de formas de transporte, como el ferrocarril, que depende de grandes cantidades de hierro y combustibles.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Materiales: acero, madera, fibra de aramida (para las velas), componentes electrónicos. Energía: dos hidrogenadores, biodigestor y eólica.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Requiere de un alto conocimiento técnico por parte de compañías especializadas en ingeniería aeronáutica. Es muy intensivo en trabajo, sobre todo durante su construcción. También requiere de formación para la tripulación.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	El EcoClipper500 tiene una huella de carbono de dos gramos por tonelada y kilómetro, lo que es cinco veces inferior que la huella de carbono de un portacontenedores convencional. La mayoría de emisiones de los buques a vela se producen durante la aleación y trabajo del acero en los astilleros, mientras que para los portacontenedores a motor se producen durante los viajes y la extracción de combustibles fósiles.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Se estima una vida útil de 50 años.
<b>Rendimientos</b>	El EcoClipper500, con 60 metros de eslora puede cargar 500 toneladas.
<b>Desventajas</b>	Condiciones de confort y seguridad menores que las disponibles con un motor diésel. Sin embargo, dos hidrogenadores a máxima potencia pueden proporcionar una cantidad suficiente de electricidad para la tripulación y los usos tecnológicos modernos a bordo.



EcoClipper 500, prototipo.

90 ECOCLIPPER 500, Prototype. Disponible en: <https://ecoclipper.org/prototype/>

## 7. Industria ligera

A falta de capacidad de transporte y entrada de insumos, las poblaciones pueden cubrir sus necesidades de fabricación de utensilios cotidianos, materiales de construcción, etc. con pequeñas industrias que aprovechen las energías que atraviesen su territorio y que estén construidas y mantenidas con materiales que se puedan encontrar en el entorno, y que se dedicarán a transformar elementos también presentes en el entorno o procedentes de vertederos y ciudades donde se han acumulado durante los últimos años. Estas industrias requieren un conocimiento medio, la mayoría de las veces, para su operación y mantenimiento. Además, son complementarias de otros oficios y artesanías. Algunas serían:

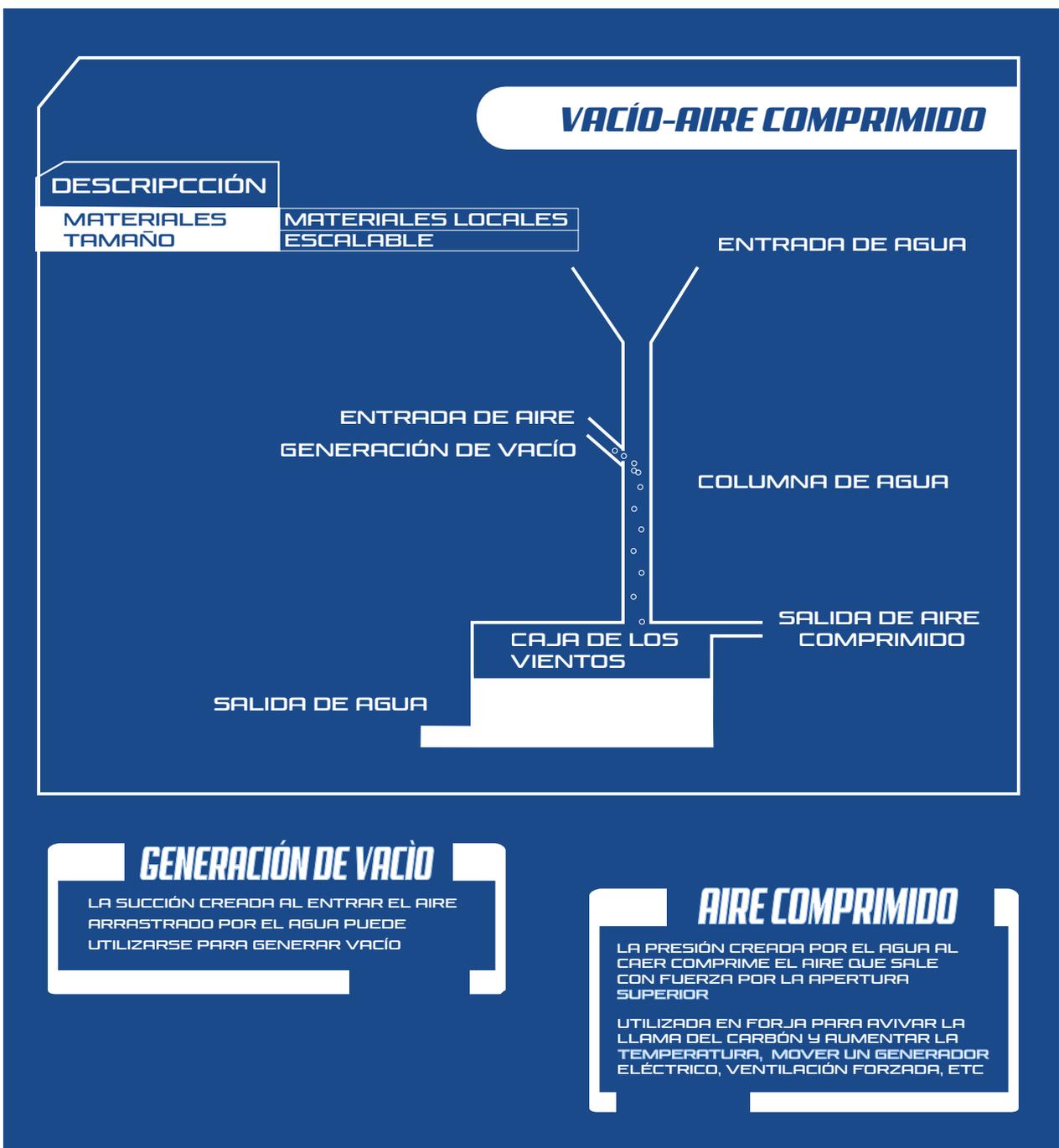
- ▶ Fragua para el procesado de metales.
- ▶ Batán para la mejora de la calidad de tejidos.
- ▶ Molinos para moler grano.
- ▶ Serrería para la transformación de la madera.
- ▶ Telar para la confección de tejidos.
- ▶ Hornos de cal.
- ▶ Tejas para la fabricación de ladrillos y tejas.
- ▶ Canteras artesanales.
- ▶ Plantas de destilado de esencias.
- ▶ Carboneras.

La energía sería extraída de flujos de energía como cursos de ríos y corrientes de aire, mediante molinos, trompas de agua y otros ingenios. También a partir de la biomasa.

## Vacío-aire comprimido mediante trompa de agua

Una trompa de agua es un compresor de aire y generador de vacío que usa la fuerza del agua, aprovechando un salto de agua para comprimir el aire. Uno de los usos más extendidos de las trompas de agua era proporcionar aire comprimido en las fraguas. En la ciudad de París se usaron trompas de agua para comprimir el aire que accionaba los primeros generadores eléctricos. En los Alpes franceses y suizos las trompas de agua permitieron ventilar los primeros túneles alpinos. Las trompas se pueden dimensionar según las necesidades, habiéndose construido algunas de gran tamaño.

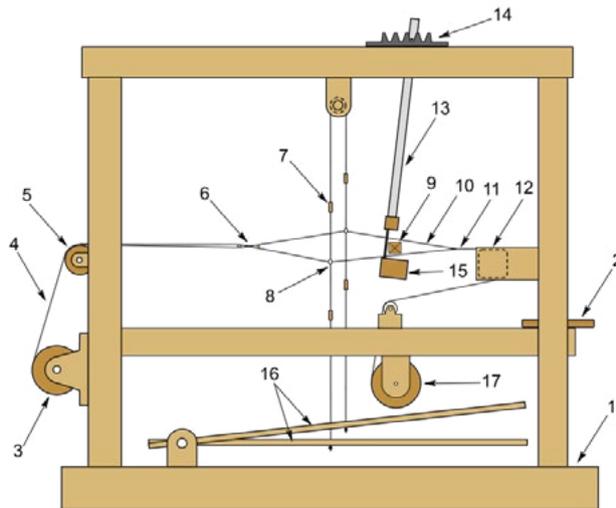
El sistema es muy sencillo. Un tubo con aperturas laterales, para la absorción de cierta cantidad de aire, conduce hacia abajo el agua hasta la cámara de separación. En esta, también llamada caja de los vientos, el aire comprimido de las burbujas se recoge en una tubería de salida para ser utilizado.



## Telar

El telar es una máquina para tejer, construida con madera o metal, en la que se colocan unos hilos paralelos, denominados urdimbres, que deben sujetarse por ambos extremos. Mediante un mecanismo, estos hilos son elevados individualmente o en grupos, formando una abertura denominada calada, a través de la cual pasa la trama.

Los telares artesanales se clasifican en tres grandes familias: bastidores, verticales y horizontales.



Elementos de un telar de suelo de pedal:

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. Marco de madera                          | 9. Lanzadera con hilo de trama    |
| 2. Asiento para el tejedor                  | 10. Calada                        |
| 3. Warp beam- let off                       | 11. Tela completada               |
| 4. Hilos de urdimbre                        | 12. Haz de pecho                  |
| 5. Haz trasero o platena                    | 13. Batidora con peine de rejilla |
| 6. Varillas – usados para hacer una calada  | 14. Ajuste de batidora            |
| 7. Marco de lizo - también denominado arnés | 15. Pedales                       |
| 8. Lizo- también denominado "el ojo"        | 16. Receptor rodante de tejido    |

Los **bastidores** son todos aquellos marcos de madera cuadrados, rectangulares, triangulares y hexagonales, con medida menor a 50×70 cm, para hacer tejidos planos.

Los **verticales** son rectángulos de madera, que se sostienen verticalmente sobre una base y que a veces tienen una tabla, a manera de asiento, adicionada a sus vigas verticales. Se utilizan principalmente para fabricar tapices, tapetes y cojines en tejido anudado.

Los **horizontales** son máquinas con marcos de madera que contienen las agujas o mallas por donde pasan cientos y miles de hilos para tejer la tela, principalmente en algodón o utilizando la lana de los camélidos andinos (guanaco, llama, alpaca o vicuña), oveja y cabra.

En los telares para tejido plano o rectangulares, los hilos base, sobre los cuales se teje, la urdimbre, se colocan verticalmente. Los hilos con los cuales se teje, colocados horizontalmente, se denominan trama. El tejido o tisaje es un proceso por el cual se va pasando la urdimbre por arriba y debajo de la trama, cruzándola. Con este cruzamiento entre trama y urdimbre se consigue la tela.

## Tejera/horno de cocción de piezas de arcilla

<b>Descripción:</b>	Horno de grandes dimensiones en el que se cuecen piezas de arcilla: ladrillos, tejas, vasijas, platos, etc. para su endurecimiento.
<b>Intensidad material y energética</b>	Media, la arcilla tiene un uso directo, por lo que no genera más residuos que las piezas defectuosas, que se integra en el entorno y la energía que se utiliza es biomasa del entorno.
<b>Tipo de materiales y energía</b>	Los materiales, arcilla principalmente, son recogidos en la zona. El combustible suele ser leña fina que desprende su energía calorífica de manera rápida y permite controlar la temperatura.
<b>Nivel de complejidad</b> (especialización requerida, jerarquía implícita en su diseño y uso, potencial democrático)	Medio. Requiere aprender los tiempos de cocción de cada elemento y su colocación dentro del horno, también el uso de este y su conservación.
<b>Circularidad</b> (nivel de integración de sus residuos y materiales en el ecosistema)	Alta, ya que los residuos se integran fácilmente en la biosfera.
<b>Reparabilidad</b> (nivel de obsolescencia)	Total. El horno se repara cada vez que se va a utilizar, tapando grietas con la misma arcilla.
<b>Rendimientos</b>	Alto.

## IV. Conclusiones

Son muchas las preguntas y problemáticas en la encrucijada entre técnica y horizonte de colapso ecosocial que quedan por abordar. Una, central, es la relativa no tanto a la técnica y la tecnología, sino a la forma de pensarlas hoy en las sociedades capitalistas e industriales. Merecería un informe en sí mismo el desarrollo de la importancia de ideas como progreso<sup>91</sup>, de los estrechos vínculos que existen entre tecnología y religión<sup>92</sup> o del nocivo papel que está jugando la confianza ciega en la tecnología a la hora de afrontar (o más bien no hacerlo) algunos de los impactos de la actual crisis ecosocial global<sup>93</sup>.

Estas dimensiones de nuestra relación con la tecnología, que son un claro reflejo de la no neutralidad de ésta, ya que permean nuestros modos de vida independientemente del uso individual de tecnologías, ampliarían nuestra visión del tipo de desafío que constituye hoy buscar técnicas humildes alternativas a la hegemonía de las tecnologías imperiales. Las técnicas humildes tienen también que contribuir a un nuevo paradigma civilizatorio que ponga en el centro nuestra naturaleza finita, nuestros vínculos con todo lo viviente, nuestra fragilidad. La simbioética<sup>94</sup> que la crisis actual necesita como nuevo marco poliético debería también tener un reflejo en una nueva forma más humilde de pensar, usar y construir técnicas.

Es imprescindible que partamos de un reconocimiento radical de nuestra ignorancia e impotencia (no lo sabemos ni podemos todo), que pongamos en el centro el principio de precaución, que favorezcamos la contemplación frente a la dominación y el control. Las técnicas humildes también tienen que trabajar por romper con la soberbia epistémica de la dupla ciencia-tecnología y reconocer la importancia de otras formas de situarse en el mundo y conocerlo<sup>95</sup>. Formas que, en tanto que caracterizadas por valores, objetivos y prioridades distintas a las de la Modernidad industrial capitalista, tienen también el potencial de dar lugar a técnicas diferentes. Nuestras técnicas humildes, por tanto, deben aspirar a ser simbióticas: simbiotécnicas para nuestra simbioética.

Las tareas pendientes en el ámbito de la investigación tienen que caminar en paralelo a un ejercicio práctico de exploración, recuperación y creación de ejemplos vivos y prácticos de técnicas humildes. En esta tarea no partimos de cero. Contamos, por un lado, con la enorme riqueza del acervo técnico acumulado por todas las sociedades preindustriales del planeta. El lugar más evidente para comenzar a buscar técnicas que no requieran de un uso intensivo de combustibles fósiles son todas las sociedades que o no viven o no vivieron con ellas, es decir, el mundo campesino y los pueblos indígenas.

No obstante, la labor de recuperación tendrá que necesariamente combinarse con la creación, con una innovación muy distinta a la que nos propone hoy el neoliberalismo.

91 Mumford, L. (2011). *El pentágono del poder: El mito de la máquina (dos)*. Pepitas de Calabaza Ed.

92 Alonso, A.; Arzo, I. (2002). *La nueva ciudad de Dios: Un juego cibercultural sobre el tecno-hermetismo*. Ediciones Siruela.

93 Riechmann, J. (2016). *¿Derrotó el «smartphone» al movimiento ecologista? Para una crítica del mesianismo tecnológico*. Catarata.

94 Riechmann, J. (2022). *Simbioética. Homo sapiens en el entramado de la vida (elementos para una ética ecologista y animalista en el seno de una Nueva Cultura de la Tierra gaiana)*. Plaza y Valdés.

95 Santos, B. de S.; Meneses, M. P. (Eds.) (2016). *Epistemologías del Sur: Perspectivas*. Akal.

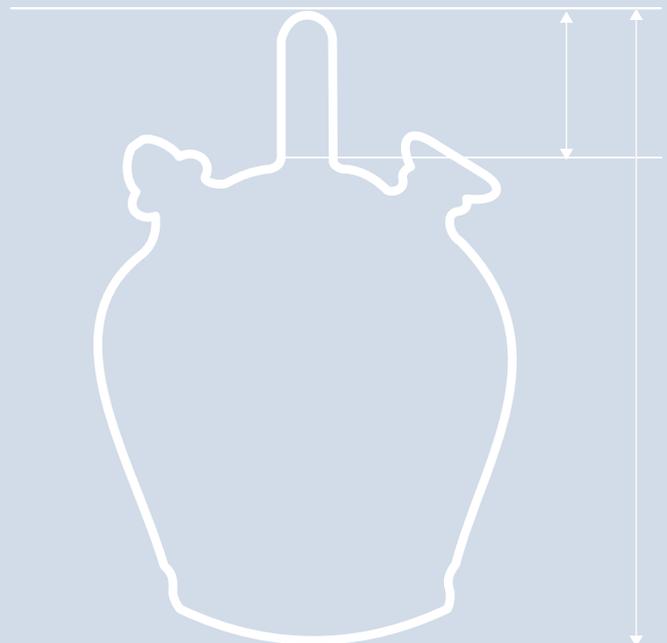
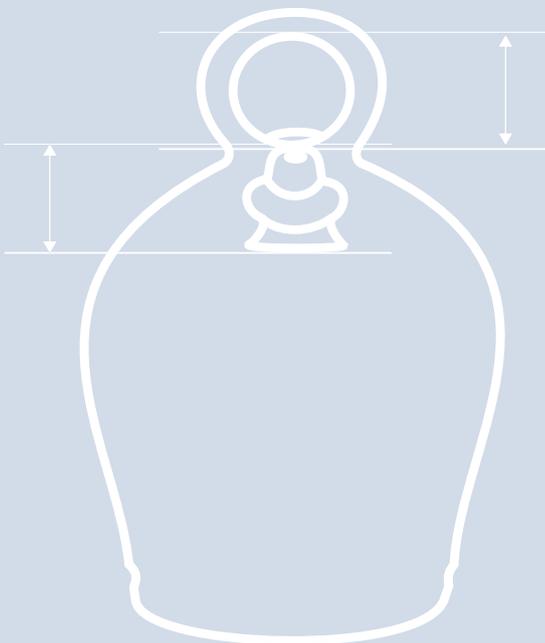
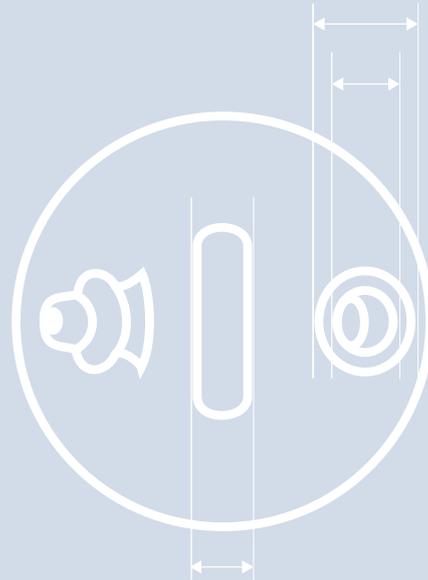
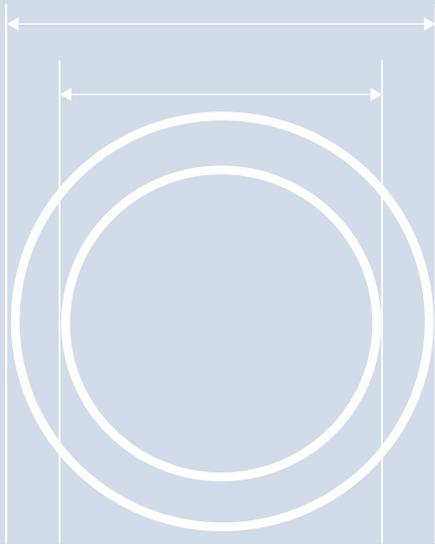
Dar respuestas técnicas capaces de satisfacer las necesidades humanas en todo el planeta en el difícil escenario actual, sin comprometer la vida del resto de seres, y con condiciones biosféricas cambiantes, resulta un desafío civilizatorio de primera categoría.

En todo caso, la propuesta de las técnicas humildes tiene que ser comprendida como un modesto punto de partida de lo que, necesariamente, tendrá que convertirse en una conversación en la que quepan muchas voces y otras técnicas y, sobre todo, de un movimiento social capaz de hacer que estos principios generales se conviertan en iniciativas concretas de oposición a nuevas tecnologías dañinas, de desmantelamiento de tecnologías existentes y creación de nuevas técnicas.

Tales técnicas humildes constituyen destellos no únicos que nos orientan en el camino hacia otros horizontes civilizatorios de corte decrecentista. Esperamos que contribuyan a configurar de forma concreta, construyendo autonomía material y técnica, pero sobre todo cambiando nuestra relación con la tecnología, apuntando a un orden socioeconómico distinto en los márgenes del actual sistema. Un orden que vaya funcionando de forma paralela en contextos en los que haya afección y compromiso político suficientes para renunciar a los privilegios del mundo industrial capitalista y apostar con convencimiento por otro tipo de sociedades o mundos posibles.

# TÉCNICAS HUMILDES

## PARA EL DECRECIMIENTO



$V \cdot CP(DQLDT) = HC(A+S)(QG-QS) + F \cdot \epsilon \cdot \Sigma [(7 \cdot \dots)^4 - (273+QS)^4]$   
 $(4 \pi R^2 - S) - U(A+S)(QL-QS) - \Lambda W(-DV)$

$-DVDT = K(A+S)$   
**ecologistas  
en acción**

