

El Cenit Energético; ¿problema o solución? Una perspectiva permacultural (2ª parte).

En esta segunda parte, introduciré algunos conceptos energéticos básicos, para ayudar en la comprensión de los asuntos energéticos; veremos porque las fuentes energéticas alternativas no pueden sustituir, a corto plazo, el petróleo y el gas



Escrito por:

ANTONIO SCOTTI,
diseñador de
permacultura
y miembro de la
Asociación Cambium
PermaCultura-es.Org

Para comprender si un cierto elemento o sustancia es un productor neto o un sumidero de energía es necesario conocer algunos conceptos básicos clave como la Emergía, la Calidad Energética, la Energía Neta, la Eeroei

Energía incorporada

Este concepto (posiblemente el que más ha tenido influencia en el desarrollo de la permacultura) fue estudiado en profundidad por H. Odum, que propuso un sistema de contabilidad energética muy sofisticado para calcular la energía incorporada o Emergía*, de un producto, un servicio o un ser vivo, que tiene en cuenta también los aspectos económicos involucrados. Por ejemplo la energía de un árbol es la energía solar que recibe la planta hasta que se transforma en árbol. La energía de un mueble hecho con la madera de ese árbol es la suma de la energías utilizadas para el crecimiento del árbol más aquella necesaria para talarlo, transportarlo a un aserradero, cortar las tablas, tratar la madera, etc. hasta que el mueble entra en nuestra casa. De lo que precede, deducimos que se usaron muchos tipos de energía de calidad superior para la construcción del mueble y que su energía es bastante mayor que la del árbol inicial. Si aplicamos este razonamiento a muchos productos de uso común, podemos fácilmente intuir que tienen una energía muy alta. El aluminio y el cemento son unos de los productos industriales con la mayor energía.

Cualidad energética

H. Odum fue el primer científico a plantear la diferencia entre cantidad y calidad de la energía. Si quemamos un libro y un trozo de madera, nos devolverán más o menos la misma cantidad de calor. Pero todos comprendemos que la energía del libro es mayor que la del trozo de madera a causa de todos los procesos que intervinieron en su producción. El libro representa pues una energía (información) en una forma mucho más concentrada. En nuestra sociedad manejamos muchas formas de energía de calidad diferente. Una forma de energía es de calidad superior a otra si está

más concentrada, más organizada, y por ello nos permite realizar trabajos más complejos. Por ejemplo el sol envía cada día en la Tierra miles de MW de energía pero al ser muy dispersa es difícil usarla directamente de manera eficiente (solo las plantas lo consiguen pero tampoco llegan al 100% de eficiencia) y hace falta energía de otro tipo para ponerla a disposición de los seres humanos. Los combustibles fósiles constituyen un nivel superior en la jerarquía energética, con el petróleo en primer lugar. Siguiendo en la jerarquía encontramos la energía química, mecánica, eléctrica y la nuclear (ver libro de Odum). Otra manera importante de caracterizar la cualidad energética es en términos económicos. La calidad de una fuente de energía es la cantidad de producto económico generado por unidad de energía aportada¹.

Energía neta

Todo ser vivo debe disponer de más energía de la que gasta para mantenerse con vida, por lo menos a un nivel muy básico. Nuestros antepasados cazadores-recolectores conseguían este surplus de energía (comida) desde su entorno inmediato. En este caso esta comida se les presentaba casi 'gratis', ya que ellos no tenían que hacer ningún trabajo para producirla, sólo ir a buscarla. La única fuente energética era el sol y las plantas y los animales constituían un 'almacén' de energía solar pero de calidad superior.

Este razonamiento nos dice que, a parte las plantas que transforman la energía solar directamente en energía química (a través de la fotosíntesis), toda fuente de energía necesita un gasto energético para que esta sea disponible. Por ejemplo, el petróleo es una fuente energética gratuita pero, para convertirla en gasolina es necesario un aporte energético extra.

Si la diferencia entre la cantidad de energía que queda y la energía que se usó para hacer que esta fuente fuera disponible es positivo, o sea la cantidad de energía resultante es superior a la energía que se gastó en el proceso, entonces esta energía – la energía neta – es utilizable directamente. Si esta diferencia es negativa, la que creíamos ser una



f fuente energética es en realidad un sumidero energético, chupa energía en lugar de producirla. Es muy importante comprender si algo es una fuente o un sumidero de energía. Hasta hace pocos años el petróleo era una fuente de energía neta y relativamente barata. Con la llegada del pico del petróleo, este se irá convirtiendo cada vez más en un sumidero de energía.

EROEI²

Esta sigla representa el beneficio energético de utilizar cierta fuente de energía. Es el ratio entre la energía que se invirtió para conseguir un recurso y la energía que este nos devuelve. Cuando el EROEI de un recurso es menor o igual a 1, esa fuente energética se convierte en un sumidero de energía y deja de ser útil como fuente primaria de energía. Por ejemplo, cuando el petróleo se descubrió, se necesitaba medianamente un barril de petróleo para descubrir, extraer y procesar 1001. En los EE.UU., ese ratio fue cayendo gradualmente durante el último siglo hasta alcanzar los 3 barriles ganados por uno usado, mientras que en Arabia Saudi el ratio era de 10 a 1.

Básicamente nos avisa de que, para conseguir un recurso energético es necesario gastar energía, para transportar una cierta forma de energía se tiene que gastar energía, para almacenar energía se tiene que gastar energía y para utilizar energía también hay que gastar energía.

¿Porqué las fuentes energéticas alternativas y renovables no pueden sustituir los combustibles fósiles?

Veamos como se comportan algunas de las fuentes energéticas alternativas al petróleo, a la luz de los conceptos de energía neta, incorporada y EROEI introducidos arriba.

La energía nuclear

La energía nuclear es un tipo de energía de calidad muy alta. Es defendida por muchos (entre ellos JAMES LOVELOCK, creador de la teoría Gaia3) como la solución a corto plazo, para paliar a los efectos más graves del cambio climático y mantener un flujo constante de

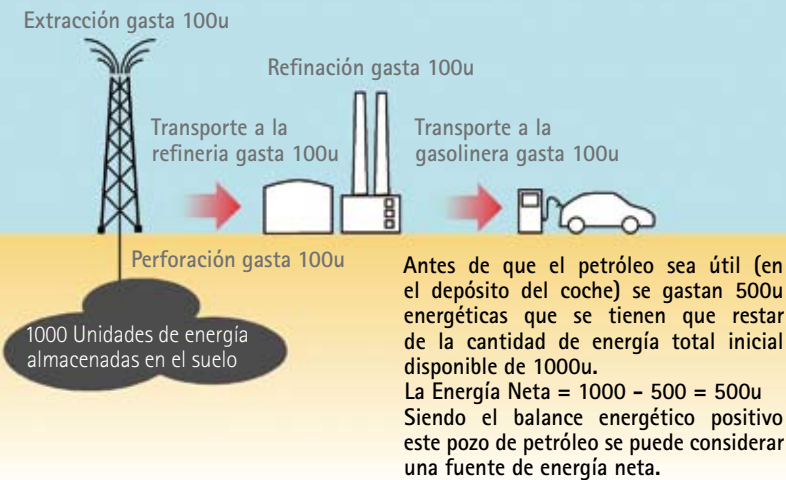
Energía incorporada de algunos materiales de construcción

Material	MJ/Kg	MJ/m3
Balas de paja	0,24	30,5
Tierra		
Bloque de adobe y paja estabilizado	0,47	750
Adobe, betún estabilizado	0,3	
Adobe, cemento estabilizado	0,4	
Tierra comprimida y cemento	0,8	
Madera de coníferas		
Secada al aire, roughsown	0,3	165
Secada al horno, roughsown	1,6	880
Secada al aire, dressed	1,16	638
Secada al horno, dressed	2,5	1380
Molduras, etc.	3,1	1710
Cartón madera	24,2	13,310
MDF	11,9	8330
Contrachapado	10,4	
Madera noble		
Secada al aire, roughsown	0,5	388
Secada al horno, roughsown	2	1550
Acero		
Virgen general	32	251200
Galvanizado	34,8	273180
Importado, estructural	35	274570
Reciclado	10,1	37210
Secciones, de refuerzo	8,9	
Aluminio		
Extrudido virgen	191	515700
Extrudido anodizado	227	612900
Reciclado Extrudido	17,3	46710
Materiales construcción		
Cemento	7,8	15.210
Cemento Ready mix 17,5 MPa	1	2350
Ladrillos	2,5	5250
Piedra local	0,8	1890
Cristal		
Flotante	15,9	40060
Endurecido	26,2	66020
Tejidos		
Alfombras	72,4	
Aislantes		
Celulosa	3,3	112
Lana (reciclada)	14,6	139
Fibra de vidrio	30,3	970
Polyester	53,7	430
Poliestireno	117	2340
Pinturas		
Basadas en solventes	98,1	128/litro
Al agua	88,5	115/litro
Fibras		
Pladur	6,1	5890
Papel para construcción	25,5	
Polimeros		
PVC	70,0	93,620
Nylon	148	
Polipropileno	64	57600
Polietileno de baja densidad (LDPE)	103	91,800

Alcorn 1998
<http://www.converge.org.nz/atla/new-11-98-p4.html>

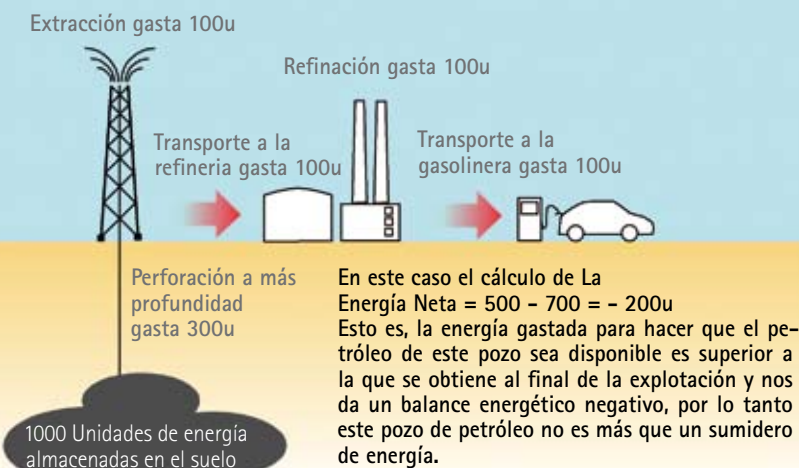
energía relativamente barata para apoyar al crecimiento económico, ya que en la fase de producción las centrales no generan CO₂. El caso es, que sí genera CO₂ en el resto del ciclo nuclear y su EROEI en términos de construcción, combustible, residuos y desmantelamiento es bastante malo, depende de un combustible muy escaso: el uranio; y por si fuera poco no incide para nada sobre el transporte, que es el mayor consu-

Ejemplo de fuente de energía limpia



Ejemplo de sumidero de energía

Si el petróleo se encontrara a mayor profundidad y además el pozo es más pequeño, se necesitaría más energía para extraerlo.



midor de petróleo y mayor productor de CO₂. Sin hablar de los temas de seguridad aun sin resolver.

El hidrogeno

Mucho se ha hablado en los últimos tiempos sobre la nueva "economía del hidrógeno", como la panacea para solucionar el problema energético y especialmente el problema del transporte que, en la actualidad es el sector que más consume combustibles fósiles (68%, 2003). A parte de los problemas tecnológicos relacionados a su almacenamiento de forma segura, hay que incluir la energía de su producción y licuefacción. Concretamente el proceso de producción por hidrólisis consume 1,3 unidades de energía por cada unidad de energía producida: o sea una pérdida neta de energía. No sirve para remplazar el petróleo, que tiene una EROEI positiva de 30/1. También es muy importante considerar los enormes costes económicos y energéticos de remplazar la infraestructura existente de gasoductos y los millones de vehículos (coches, aviones, barcos) que aun funcionan a base de petróleo. En síntesis, el hidrógeno como combustible es un sumidero de energía.

Biocombustibles

Los combustibles producidos a partir de biomasa vegetal como el etanol y el biodiesel, recién entraron en la opinión publica como otra grande promesa para paliar la situación causada por el pico de petróleo, pero a parte el etanol que merece una mención a parte, también son un sumidero de energía, además de contribuir a la deforestación de grandes áreas de selva virgen, para cultivar las palmeras de don-

de se extrae el aceite, que posteriormente será transformado en biodiesel y la expulsión, a menudo por la fuerza, de las poblaciones autóctonas de sus tierras.

Estos combustibles necesitan de grandísimas superficies de tierra arable, para cultivar suficiente biomasa y producir poco combustible.

Energías renovables

Las energías renovables, todas derivadas de la energía solar, tampoco pueden asegurar una continuidad del flujo energético comparable con el flujo existente hoy en día gracias a los combustibles fósiles. A pesar de que la Tierra intercepte cada minuto más energía solar que la cantidad de combustibles fósiles que se usan en un año en el mundo por ejemplo, la calidad de la energía solar es baja con respecto a estos. Esto es así porque esta energía se distribuye sobre toda la superficie terrestre. La biomasa de las plantas por ejemplo, solo consigue capturar 0,1% de la energía solar que alcanza la Tierra. Eso nos dice que la energía solar, la biomasa de las plantas y otras formas renovables de energía, representan formas de energía difusas especialmente si las comparamos con los combustibles fósiles. Esta realidad se expresa a través del concepto de densidad energética. Este concepto combina 2 atributos de las fuentes energéticas: el ratio al que una fuente produce energía y el área geográfica cubierta por esta fuente. La gran mayoría de tecnologías solares tienen densidades energéticas bajas en comparación con los combustibles fósiles. Esto implica que se deben usar grandes cantidades de capital, trabajo, energía y materiales para recolectar, concentrar y distribuir la energía solar a los usuarios. Y esto tiende a hacerlas más caras que los combustibles fósiles. El EROEI de los combustibles fósiles tiende a ser grande mientras que el de la energía solar es bajo. Esta es la razón principal por la cual la humanidad desarrolló agresivamente los combustibles fósiles.

Concretamente, la producción de energía eléctrica con placas fotovoltaicas es aun hoy en día un sumidero de energía en cuanto a que la energía de estos aparatos es muy alta: más alta de la energía que pueden devolver en su vida útil. Según DAVID HOLMGREN, "considerando que la energía solar ha sido la principal fuente de energía primaria externa para la vida en la Tierra, miles de millones de años de evolución, probablemente ya han optimizado la captura y la conversión de la energía solar. Es improbable que las alternativas tecnológicas alcancen la eficiencia de los cloroplastos de las plantas (la placa fotovoltaica de la naturaleza)".

Otras dificultades a tener en cuenta son, la incompatibilidad como combustibles para el transporte, la intermitencia energética (las energías naturales no están disponible a toda hora y dependen de factores climáticos) y la gran dificultad para escalar.

Razonamientos análogos valen para la energía geotérmica y mareomotriz, con los condicionantes de que sólo muy pocas naciones pueden aprovechar la energía geotérmica de tal manera que pueda incidir en el consumo de combustibles fósiles y la mareomotriz es viable solo en zonas costeras.

Sabiendo todo esto, ¿de qué manera es posible salir del paso a partir del momento en que los efectos del Pico de Petróleo, o sea una disminución importante de la energía neta a nuestra disposición, se convierta en una realidad innegable? Algunos estudios⁷ sugieren que, una sociedad que sea conciente de una tal avenencia, debería empezar a prepararse al menos una década antes de que los efectos empiecen a ser notables. Otros sugieren que sería necesario empezar movilizaciones del tipo de las que se hacen en

El caso del etanol

Dice D. Pimentel⁴ que si decidiésemos alimentar a nuestros vehículos con etanol, deberíamos cubrir el 97% de nuestra tierra (EE.UU) con cultivos de maíz. El biodiesel es bastante mejor que el etanol pero tiene un EROEI de 3/1 que aun no puede compararse con el del petróleo de 30/1 (de los años '80). Este Científico de la Universidad de Cornell, ha estado redactando un informe sobre el balance energético del alcohol como combustible desde los años '80 para la administración de EE.UU. (su último informe salió en 2005), pero pocos saben que estaba también en nomina de Mobil Oil. En su informe concluye que la energía que se obtiene del etanol, producido desde el maíz, es menor de la que se necesita para producirlo, en otras palabras es también un sumidero de energía. Pero esto ha sido rebatido por un ecólogo, granjero y permacultor de EE.UU., David Blume: <http://www.permaculture.com8>. Después de haber trabajado muchos años como granjero y haber experimentado con el alcohol como combustible durante los últimos 25 años,

D. Blume explica como se han creado muchos mitos sobre el etanol. Se nos ha dicho por ejemplo, que el cultivo de plantas para producirlo estaría superficie a los cultivos alimenticios, pero no se menciona que más del 70% de la cosecha de maíz se destina a la alimentación de las vacas y solo el 1% va para la alimentación humana. El maíz, además, no es el mejor alimento para las vacas, originarias de los (entonces) bosques del sur de Europa y el norte de África y son incapaces de digerirlo completamente (el 80% de los almidones acaba en los excrementos sin digerir).

Del maíz se producen hasta 1512 L/Ha pero otros cultivos son mucho más eficientes: de la remolacha se consiguen hasta 9828L/Ha y de la enea 18900L/Ha. Este último dato es de interés porque si usáramos sistemas de tratamiento biológico de aguas residuales en nuestras ciudades, la biomasa generada podría eliminar del todo, posiblemente, sus necesidades de petróleo. También es posible producir etanol de la celulosa, gracias a que unas empresas

han sintetizado unos enzimas presentes en el aparato digestivo de las termitas para digerir la celulosa, con lo cual sería sencillo generar etanol de los recortes de césped de los jardines.

El etanol es neutral en cuanto a las emisiones de CO₂. Si se produce del maíz, el CO₂ que se emite en su combustión es menor del que necesitó para crecer, porque hasta el 60% se envía hacia las raíces para alimentar las micorrizas y otros microorganismos. De hecho contribuiría a secuestrar CO₂, y otras plantas, como la remolacha, son muchos más eficientes en bombear CO₂ hacia el suelo y crear biomasa subterránea.

Se nos dice que producirlo es insostenible, cuando solo depende de la energía solar y de ella vamos a tener, gratis, durante los próximos 4.000 millones de años. De hecho, el alcohol puede considerarse ENERGÍA SOLAR LÍQUIDA

Los agricultores deberían educarse a diversificar sus cultivos y producir energía además de alimentos (más sobre esto en la próxima entrega)

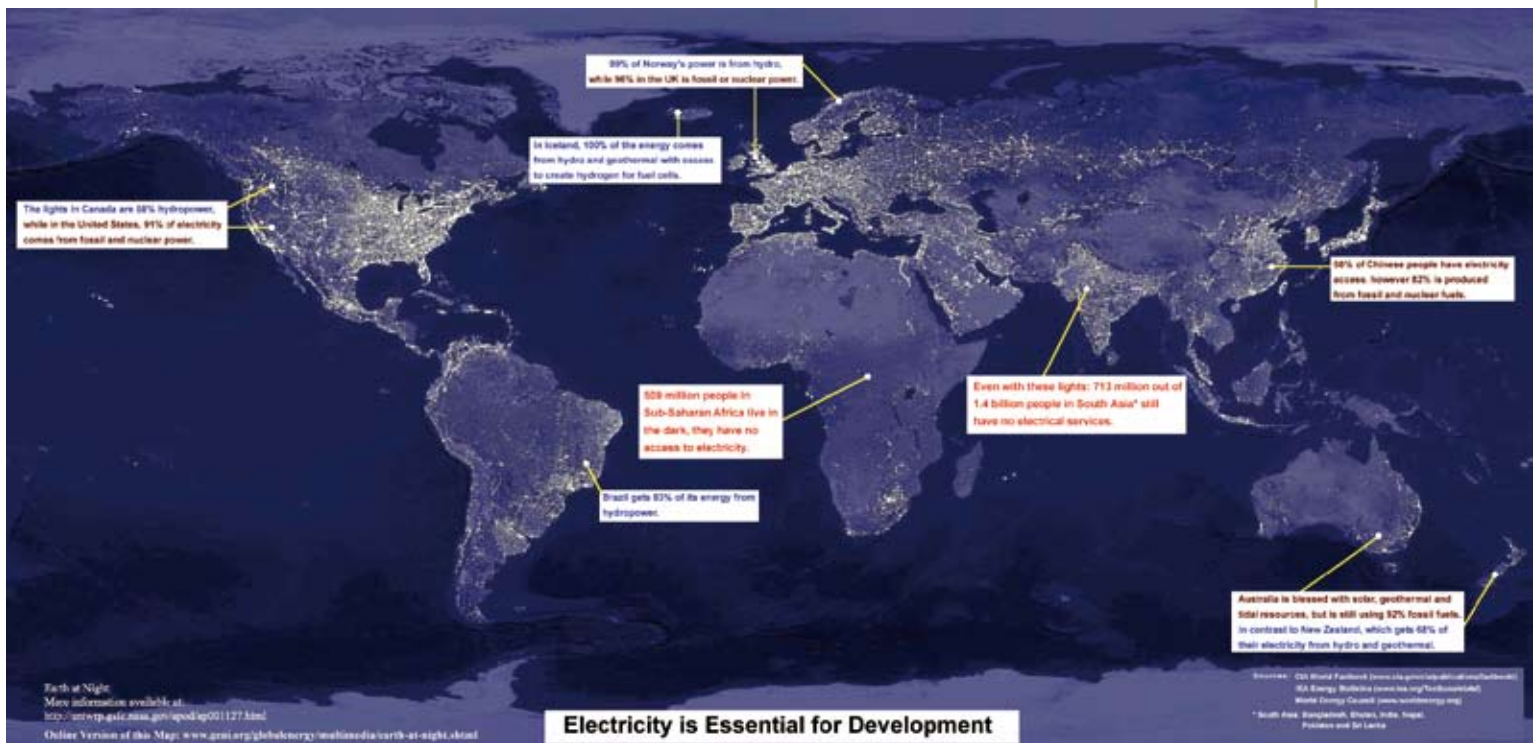
tiempo de guerra. Sin embargo no es esto lo que están haciendo los gobiernos.

Por alguna razón se está haciendo mucha propaganda sobre el cambio climático y en especial modo sobre el calentamiento global pero la gran mayoría de los medios de comunicación se obstinan a no hacer caso de la inminente crisis energética, ¿porqué?

En el próximo artículo que completa la serie, pasaré en reseña las indicaciones apoyadas por el movimiento internacional de permacultura para hacer frente a un futuro de declive energético, cuando si seremos lo suficientemente sabios, el diseño sustituirá el uso desenfrenado y destructivo de nuestro capital natural para mantener un nivel de confort aceptable y protegiendo nuestro planeta para las generaciones futuras y los demás seres. ☺

Referencias

- 1.- "Energy Quality, Net Energy, and the Coming Energy Transition", Cutler J. Cleveland, <http://www.hubbertpeak.com/Cleveland/EnergyQualityNetEnergyComingTransition.pdf>
- 2.- Energy Returned on Energy Invested. A veces en la literatura se le denomina también como EROI
- 3.- Artículo en la revista Resurgence de James Lovelock: Resurgence Enero/Febrero 2005, Nº 228
- 4.- La Vida después del Colapso Petrolero, Por Matthew Savinar, <http://www.ecoport.net/content/view/full/52289>
- 5.- "Worst than Fossil Fuel", Artículo sobre biocombustibles del periodista británico George Monbiot. <http://www.monbiot.com/archives/2005/12/06/worse-than-fossil-fuel/>
- 6.- Permaculture: Principles and Pathways beyond Sustainability, David Holmgren, Holmgren Design Services, 2002. Se publicará próximamente en castellano, es posible bajar un artículo de presentación del libro: "La esencia de la Permacultura", desde <http://www.permacultura-es.org>
- 7.- Energy Descent Pathways: evaluating potential responses to Peak Oil. By Rob Hopkins An MSc. Dissertation for the University of Plymouth, publicado por <http://www.transitionculture.org>
- 8.- International Institute for Ecological Agriculture



Electricity is Essential for Development

The Earth at Night map from NASA shows areas of prosperity – those people with access to electricity. 1.6 billion, 25% of humanity, remain in the dark – with no access to running water, refrigeration or lighting. Nearly all the lights in this picture are supplied via high-voltage transmission lines, and 100 nations already exchange power across borders. To meet the UN Millennium Development Goals, a combination of grid-connected and stand-alone renewable electricity development will

elevate a community out of basic poverty in an environmentally sustainable manner. While most nations use polluting fossil and nuclear fuels, abundant renewables – hydro, geothermal, biomass, wind and solar – exist on every continent. Linking the renewable electricity resources in Africa and South Asia will provide the foundation for ending hunger and poverty.