

Tendiendo puentes sobre la garganta de Olduvai. (I)

Por Rafael Iñiguez.

Publicado originalmente en www.crisisenergetica.org en agosto de 2012.

Con este texto quiero presentar mi análisis particular de una parte de la compleja industria de la generación de la energía eléctrica. Lo haré en forma de varias entregas, ya que el tema es demasiado extenso, interesante, importante y desconocido como para tratarlo en un solo artículo.



Introducción.

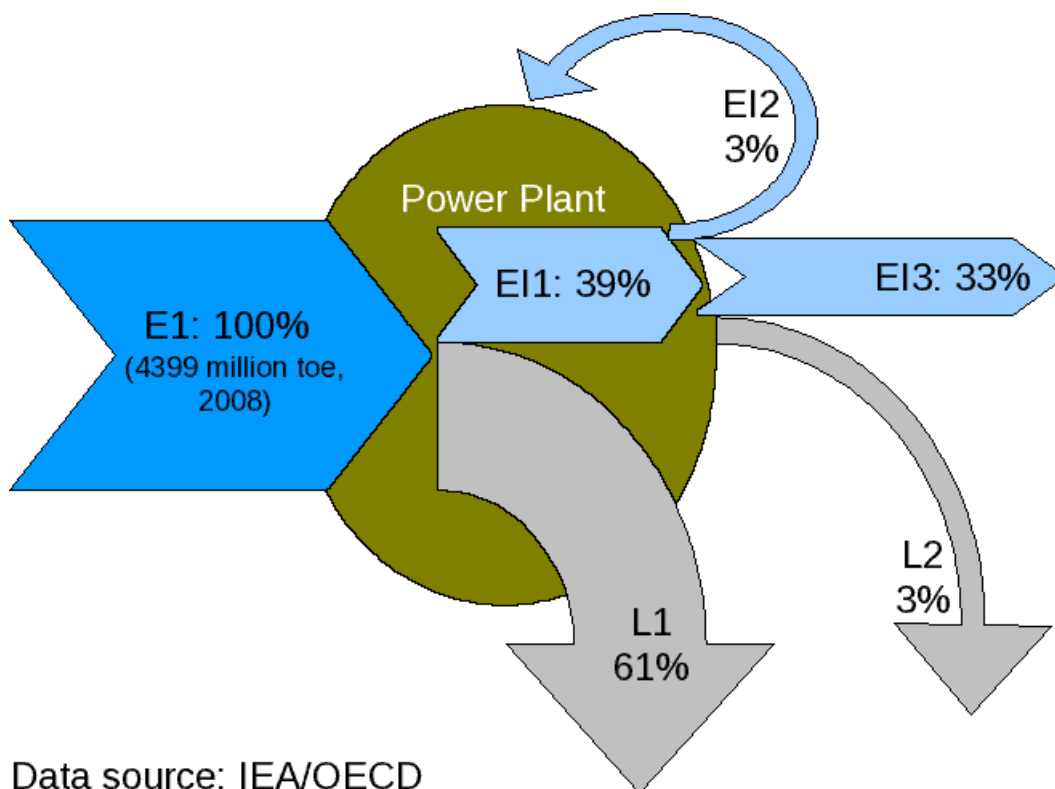
El título que alude a *Olduvai* quiere resaltar la importancia de la energía eléctrica en la civilización humana. La trascendencia de un suministro eléctrico continuo la pondera adecuadamente la [Teoría de Olduvai](#), que la resume crudamente con la idea de que perderlo sería como retroceder a un mundo medieval.

La disponibilidad de energía limpia y controlada para nuestro uso final en cualquier momento y lugar de nuestro entorno podríamos considerarlo como un **milagro**, pero como la sensación con más pronta caducidad en el ser humano es la *sorpresa*, dejamos de valorarlo ya hace mucho tiempo, quizás demasiado.

Casi la totalidad de los instrumentos que usamos en nuestra actividad diaria utilizan la electricidad como un fluido ‘portador’ de energía. Además se sirve de la ‘lógica digital’ implementada mediante la electrónica para el control, de forma que en el extremo de esa maravilla tecnológica esté la extremidad del ser humano: un dedo, mano o pié que administre los efectos de esa energía sobre casi todo con lo que interactuamos, y esto no es ciencia ficción, es una realidad que supera a todo lo que pudimos imaginar, ¡Así es el mundo del [BAU](#)!

Pero volviendo a la frase anterior, vamos a poner énfasis en el concepto de ‘**milagro**’, que a los efectos de este artículo lo vamos a equiparar a: ‘un suceso que tiene una ínfima probabilidad de producirse, y aun menos de forma continuada’, y por supuesto lo contemplamos como el resultado del uso intensivo de enormes cantidades de energía con la tecnología para manejarla.

El concepto de [corriente eléctrica](#) como portadora de energía implica la existencia de un flujo, en este caso de electrones, donde reside la energía que en sí vamos a aprovechar para nuestros usos. La palabra ‘corriente’ significa en continuo movimiento, esto implica como primer condicionante que una vez que fluye, es necesario utilizarla en el momento o instante temporal en que se produce esa energía que *está en el propio flujo*, ya que si no se ‘perderá’ la posibilidad de aprovechar los posibles efectos deseados para nuestros pretendidos fines. Resumiendo: esta forma de energía no se puede volver a utilizar ni almacenar, o el hacerlo es con grandes pérdidas energéticas, lo que prácticamente lo hace económica y termodinámicamente absurdo.



Data source: IEA/OECD

Flujo de Energía en centrales eléctricas, E1=Energía utilizada, E11=Energía eléctrica generada, E12=Uso interno, E13=Energía eléctrica para consumo final, L1=Perdida en Procesos, L2=Perdida en Transmisión. (Resultado de año 2008)

Por los mismos conceptos de eficiencia y rendimiento, la cuantificación de la energía final disponible para nuestro uso en proporción con la energía primaria necesaria para generarla nos muestra que es un auténtico lujo y un derroche, ya que la proporción es de 1:3 (33%), solo con la cogeneración se reducen estas cifras, que si se estudian con más detalle son aun peores en ambos extremos de los cálculos, ya que existen muchas más pérdidas que quedan sin contabilizar.

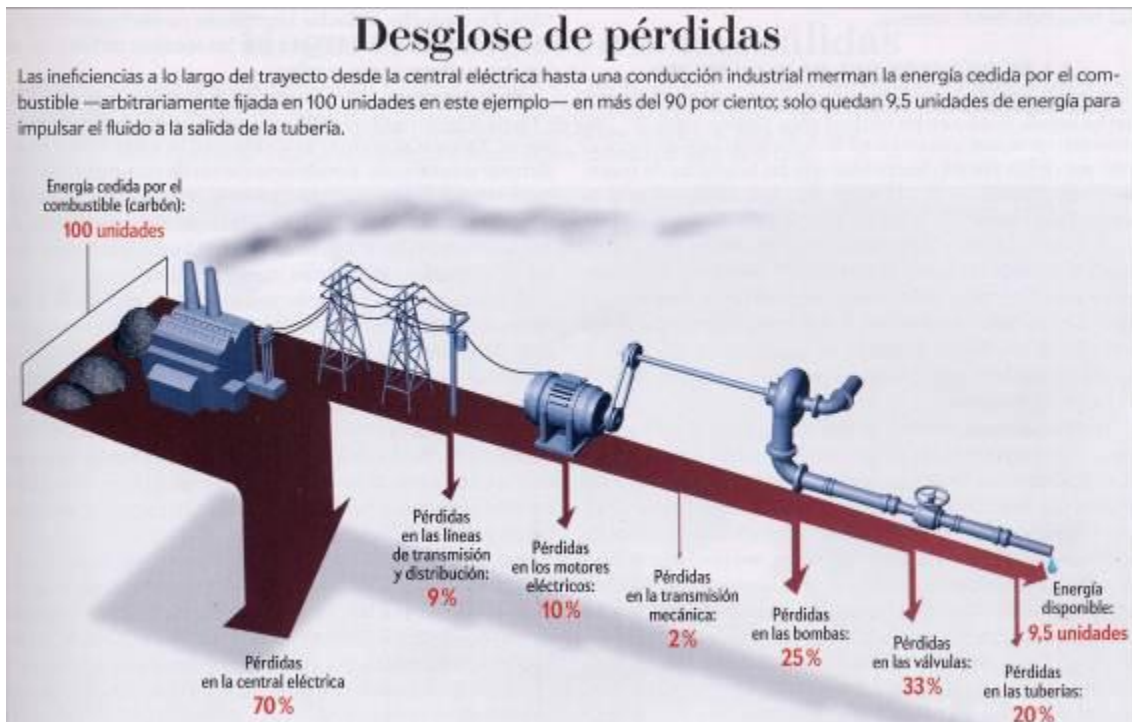
Por transmitir un orden de magnitud, las cifras según la [IEA en el año 2009](#), serían que de unos 508,7 [EJ ó exajulios](#) (100%) de energía primaria mundial, 189 EJ (37,5%) se

destinan a producción eléctrica de la que quedan netos 60 EJ (12%) para consumo final, una autentica orgía de pérdidas.

Otro gran condicionante consecuencia de tratar con un *fluido* contenedor de energía es que hay que [transportarlo](#) al lugar en que pretendemos usarlo, luego tenemos que encauzarlo de forma que el flujo sea conducido, pero con las mínimas trabas posibles, para que la energía del propio flujo no se disipe o destruya al conductor. Esto choca con numerosas leyes y limitaciones físicas que hay que respetar para que la transmisión energética funcione adecuadamente y que supone el uso de materiales y técnicas de elevado coste: tendidos de conductores de metales de baja [resistencia óhmica](#) y suficiente solidez mecánica, con estabilidad térmica y duraderos en el tiempo frente los agentes externos, y además que sean viables por su disponibilidad y rentabilidad energética, la cual a su vez permitirá la rentabilidad económica y minimizará las pérdidas de energía del transporte y distribución, estimadas en el 9%. El mantenimiento y operación de esta **red** conductora no es en absoluto trivial, y administrar el flujo energético en unos rangos variables de enormes magnitudes es otro gran milagro, que normalmente desconocemos y por tanto no valoramos.

Una vez disponible en el enchufe del punto de consumo, prácticamente todos los efectos de trabajo deseados son posibles: frío, calor, magnetismo, movimiento, iluminación, emisión de radiofrecuencia, elevación de masas en contra de la gravedad, bombeo a presión, funcionamiento de autómatas y un sinnúmero de aplicaciones son ejecutadas con la energía transportada en la corriente de electrones y el control que permite la electrónica digital y al final, en el trono, estará el ser humano, el consumidor con mayúsculas de energía; no nos confundamos, *no consumimos electricidad consumimos la energía que ha hecho que el electrón se mueva de su orbital*, cada electrón que entra por el [cable conductor](#) de la fase saldrá por el neutro, [el trabajo que hace al fluir](#) es por lo que pagamos y es lo que queremos que realice por y para nosotros.

Pero nos encontramos que el diseño de esta industria de servicios es una [red de distribución](#) de una energía cuya generación se realiza de forma principalmente ‘**centralizada**’, palabra antagónica de ‘[distribuida](#)’. Esto es una herencia que tiene sus ventajas e inconvenientes, pero que hoy por hoy es un hecho y dada la estructura económica mundial actual, además implica que debe haber una gran **producción**, para que se abastezca a un gran **consumo**, lo que implica también que debe haber una gran **demanda**. Aquí chocamos con el condicionante de que a efectos prácticos no se puede almacenar la energía y que el adjetivo ‘grande’ aparece por todas partes. Además la energía ha de ser dosificada: su ausencia implica el colapso y su exceso la destrucción por sobrecarga, un panorama muy complicado, cuya gestión es en definitiva y para nosotros otro continuo milagro.



Fuente: Revista investigación y ciencia, Temas 67.

Centrales eléctricas

Central térmica de carbón

Hidroeléctrica

Eólica terrestre

Fuel/gas y Cogeneración

Solar Fotovoltaica

Gas natural en ciclo combinado.

Nucleares

Eólica marina

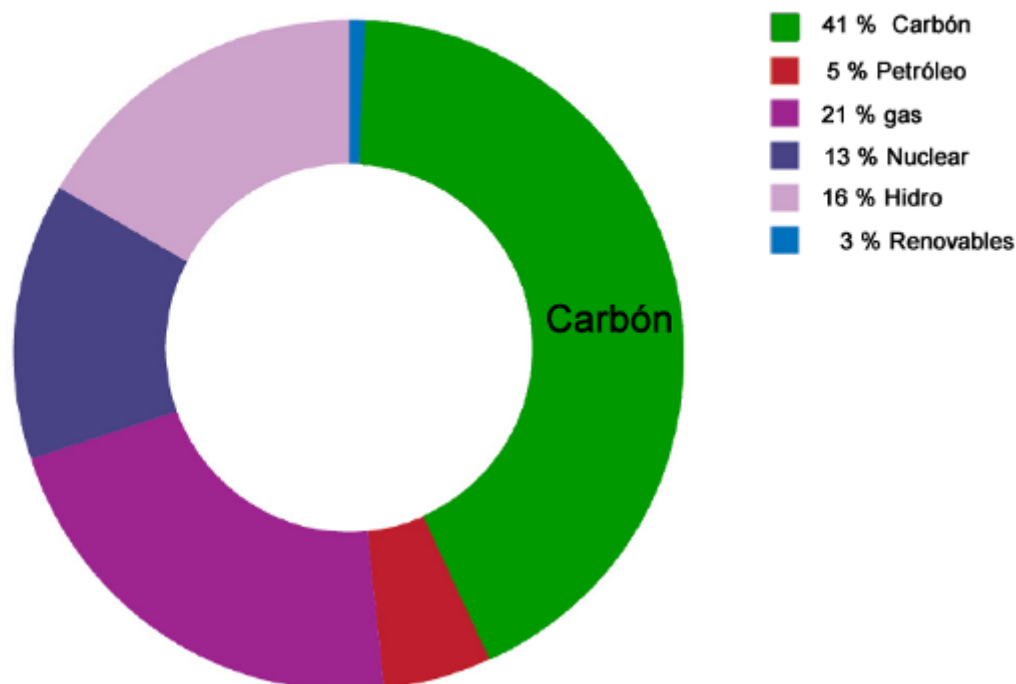
Térmica renovable (Biomasa)

Solar Termoeléctrica

La forma de producción de energía eléctrica más usada en las [centrales generadoras](#) es la de convertir energía mecánica en eléctrica aplicando los principios de [Faraday](#) y [Lenz](#) y el efecto de la fuerza [contra-electromotriz](#).

Es de destacar la generación [fotovoltaica con energía solar](#) que aspira a buscar un hueco significativo en los porcentajes de generación mundial. También existen otros métodos de alta tecnología como las [pilas de hidrógeno](#), pero funcionan a nivel prácticamente experimental y por sus altos costes no son comercialmente competitivos.

Generación eléctrica según procedencia en el año 2009 (IEA)



Veamos las [fuentes de energía primaria](#) empleadas en la generación:

Combustibles fósiles

Un 67% ó 2/3 del total de las fuentes primarias son clasificables como sustancias [fósiles](#): **carbón, petróleo y gas**, esto también significa que al otro lado del enchufe hay una [combustión](#), una llama, un fuego que no vemos, en eso seguimos tan primitivos como los cavernícolas, solo que hemos trasladado el fuego lejos de nosotros.

Energía nuclear

La energía nuclear, que aporta un 13% de electricidad mundial, también nos la encontramos ‘almacenada’ en los [materiales fisibles](#), ‘pero las instalaciones y procesos necesarios para encender y controlar la reacción nuclear son muy complejos, delicados y costosos. Y cuando los combustibles nucleares se agoten, que será pronto, no los podremos renovar, por lo que se podrían considerar también como ‘fósiles radioactivos’. Además del riesgo por accidente nuclear, la posible contaminación por los residuos deja en un mero juego de niños a los riesgos de las emisiones de CO₂ de la combustión de los fósiles convencionales.

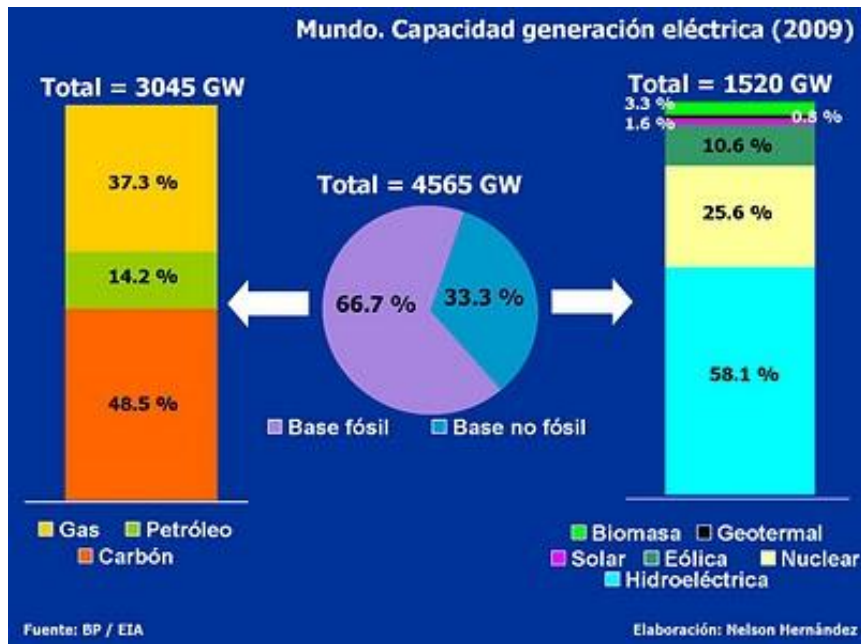
Hidráulica

Entre las energías “renovables” la que tiene una mayor antigüedad es la [generación hidráulica](#), la cual abastece 1/6 parte de la demanda de generación eléctrica mundial. ¿Por qué se explotó antes que el resto de las llamadas renovables y tiene un peso tan grande en el total de la generación? Si observamos la forma de generar la electricidad por fuentes renovables, la mayoría son por el aprovechamiento de los ‘flujos’ presentes en la naturaleza causados por el calentamiento del sol y que produce los vientos, las corrientes marinas, la lluvia y las corrientes fluviales. Estos, combinados con la

gravedad terrestre y sus diferencias de potencial provocan los flujos que nosotros aprovechamos de las sustancias fluidas más abundantes del planeta tierra: los gases atmosféricos (el aire) y el agua. Pero, ¿cuál es el secreto a veces de la generación hidráulica? Pues otro milagro más: la orografía de las cuencas fluviales aprovechables que ya existían formando ‘trampas’ para el agua y que el hombre ha sabido aprovechar. Enclaves en cuencas de alta pluviometría, con desniveles suficientes y presencia de cañones angostos que permiten la construcción de las presas y diques, y que estaban ahí, “puestas” por la naturaleza esperando a que el ser humano les pusiera un tapón con válvula y generase la electricidad con una [turbina hidráulica](#) y un [alternador](#). En definitiva y sin poder ser de otra forma, otro regalo de la naturaleza, pero que también tiene fecha de caducidad y produce alteraciones en el medioambiente. La caducidad es debida a que los arrastres de sedimentos acabaran llenando todas las presas del mundo, solo es cuestión de tiempo. Los efectos indeseados son que puede inundar importantes extensiones de terreno, las grandes [emisiones de gases](#) de invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) de las aguas estancadas, el freno a la vida silvestre por las barreras de las presas, la supresión de los aportes de sedimentos y nutrientes que alimentan a la fauna de los litorales costeros en las desembocaduras, la desaparición de los deltas de los ríos y un largo etcétera.

Renovables

Nos quedan las ‘[nuevas renovables](#)’, sobre todo la eólica terrestre, la solar fotovoltaica y la termo-solar. Su aportación total es superior al 3% de la producción mundial, pero para ellas tenemos que fabricar también todo el sistema de captación e instalarlo (incluyendo además las infraestructuras de la red de transporte y distribución de la electricidad generada). Aquí la naturaleza solo pone difíciles enclaves y el fluido en movimiento, y ambos son regalos temporales, caprichosos y limitados, por lo que no ofrecen [garantía de suministro](#). Los captadores son artificios de alto coste energético en su construcción y con un gran coste de mantenimiento, por lo que en los balances, los retornos son pequeños y no pueden competir con los anteriormente descritos en rendimiento. Además, hoy por hoy se nutren de las energías fósiles y los llaman Extensiones de los Combustible Fósiles o [Fossil Fuel Extenders](#) y su reciente aplicación es mas debido al BAU que a la ecología.



Después de estas descripciones, tendríamos que cuantificar los costes propios *versus* la energía entregada, es decir, calcular la Tasa de retorno energético (TRE) o EROEI y ver cual nos permite mayor rentabilidad y por cuánto tiempo nos la puede proporcionar, esto hay que estudiarlo tecnología a tecnología, teniendo en cuenta lo que nos regala la naturaleza y lo que tendremos que consumir e invertir para aprovechar estas energías.

Hay otro parámetro importantísimo, los costes de mantenimiento, que al final condicionaran la vida útil de la instalación y que no se suelen cuantificar íntegramente, porque además suele ser frecuente que se recorten peligrosamente en tiempos difíciles como en la actual crisis y que se tomen riesgos al final de la vida útil, para “mantener y maximizar” la rentabilidad de los balances económicos.

En el siguiente post trataré las ventajas e inconvenientes de los diferentes modos de generación de energía eléctrica, sus costes, su seguridad de suministro, los factores de utilización o de carga, precios y las implicaciones en la economía, el medio ambiente, etc.

También habría que hacer una proyección de futuro, teniendo en cuenta que somos una especie animal mas y tenemos o tendremos hijos, o los tendrán otras personas y debemos contemplar la viabilidad global del conjunto, no la individual, o la familiar, o nacional o de una empresa o casta en particular, el mundo es para todos el mismo y lo inteligente es procurar que funcione para todos, ese mundo se llama planeta Tierra y en su fluir energético existimos en el mismo instante todos los seres vivos.