

Antonio Turiel

Carta abierta a los responsables políticos de la Transición Ecológica, tanto en España como en Europa

Estimados Sres., estimadas Sras.:

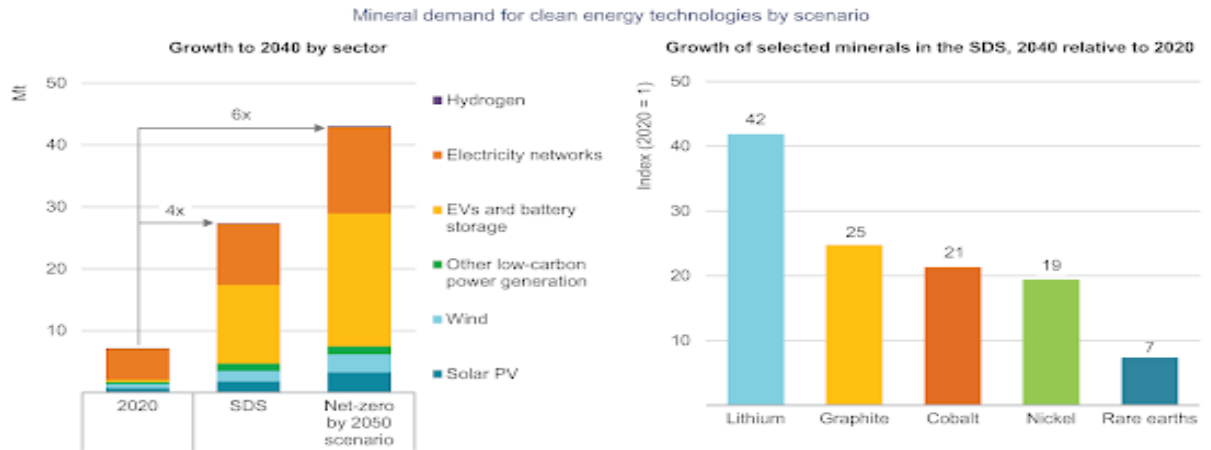
Me dirijo a Vds. con la intención de plantear una serie de cuestiones que me parecen relevantes, respecto al actual esfuerzo para la realización de una Transición Ecológica que debe conseguir la descarbonización total de España y de Europa para el año 2050. De acuerdo con lo que he leído sobre el tema, incluyendo la propia [Ley de Cambio Climático y Transición Energética](#), hay en los planes anunciados ciertos puntos oscuros que, por su gran relevancia, creo que convendría aclarar.

Dado lo extenso de los puntos a tratar, me permitirán que vaya directamente al grano. Éstas son las cuestiones:

1. Es conocido que se necesita una gran cantidad de materiales críticos para el gran despliegue de los sistemas energéticos renovables que se pretende hacer, y también se sabe que no hay suficiente para permitir ese despliegue a escala mundial ¿Contemplan Vds. un plan alternativo, en caso de que al final los materiales escaseen? En suma, ¿existe un Plan B para la Transición Energética?

El tema de la escasez de materiales críticos para la transición renovable es muy conocido desde hace bastante tiempo. Hace unos días, [la Agencia Internacional de la Energía \(AIE\) sacó un informe sobre estos materiales](#), en el cual se mostraban algunas cosas curiosas. La más destacada, estas gráficas, sobre todo la de la derecha.

Mineral demand for clean energy technologies would rise by at least four times by 2040 to meet climate goals, with particularly high growth for EV-related minerals

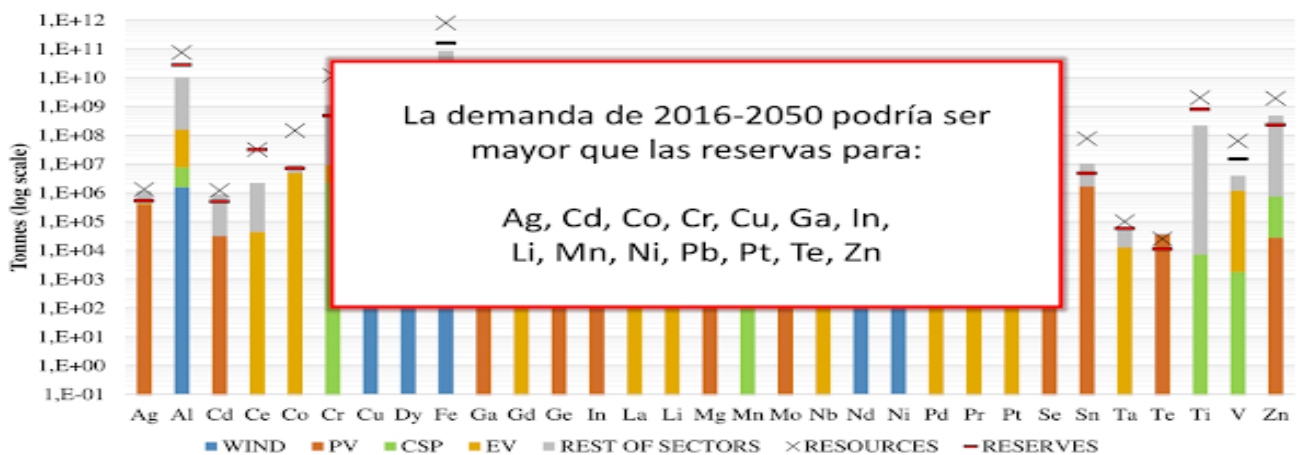


Notes: Mt = million tonnes. Includes all minerals in the scope of this report, but does not include steel and aluminium. See Annex for a full list of minerals. IEA. All rights reserved.

Como pueden ver, se prevé que, de aquí a 2040, la extracción anual de litio se multiplique por 42, la de grafito por 25, la de cobalto por 21, la de níquel por 19 y la de tierras raras por 7. Fíjense que no es que la AIE diga que eso es lo que va pasar: lo que dice es que eso es lo que se necesita que pase, lo que es muy distinto. Pero, ¿es ese incremento posible? La propia AIE tiene sus dudas, y entre sus 6 recomendaciones (obviamente, a los países de la OCDE) nos encontramos que se debe fomentar el reciclaje (complicado, porque alguna de estas materias se usa de tal manera que son difíciles de reciclar) y que, si acaso, se constituyan «reservas estratégicas para hacer frente a posibles interrupciones del suministro». En definitiva: mejor acaparar ahora estos materiales, no sea que después ya no vengan.

Volviendo a la cuestión de si tal incremento es posible, hay muchos estudiosos que tienen claro que no. Entre ellos, Alicia Valero y su padre Antonio Valero, de la Universidad de Zaragoza, que llevan años estudiando el tema. La siguiente imagen es una diapositiva de una presentación reciente de Alicia Valero.

Oferta y demanda de metales



Resulta que las reservas conocidas de muchos materiales son menores que la demanda esperada hasta 2050, y atención que incluye otros metales «más corrientes» que no estaban en la gráfica de la AIE, como la plata, el cobre, el plomo, el platino o el zinc, entre otros. Quizá la AIE se ha dado cuenta ahora de que hay un problema, pero en realidad los científicos lo saben desde hace tiempo. Por ejemplo, hay un [artículo reciente](#) del [Grupo de Energía, Economía y Dinámica de Sistemas](#) de la Universidad de Valladolid que muestra que no se puede pretender mantener el actual modelo de movilidad basándose en fuentes renovables y vehículos eléctricos.

En todo caso, no quiero discutir aquí si va a haber o no esa escasez, ni tan siquiera [si realmente las renovables pueden hacer todo lo que se dice](#). El caso es que hay una duda razonable de si los planes anunciados pueden llevarse a cabo, y eso lleva a mi pregunta.

La pregunta real es si tienen un Plan B. Si tienen una alternativa, por si esto falla. Una salvaguarda. Ésa es la pregunta. ¿La tienen o no? Porque si no la tienen, la cuestión que se suscita es otra: Vale, y si este plan falla, entonces, ¿qué? ¿Nos vamos al garete? En definitiva: ¿es éste un modelo de administración responsable si no se tiene en cuenta un riesgo tan evidente?

Seguramente la tentación es decir que la ciencia y la innovación permitirán mejorar la eficiencia en el uso de los materiales. A lo cual yo les digo: perdonen, pero no pueden dar eso por asumido, porque como no sea así nos estrellamos. De nuevo, no es un modelo de administración razonable.

Quizá la otra tentación es decir que si hay problemas podremos ralentizar la transición energética hasta que la tecnología avance lo suficiente (como si eso estuviera garantizado), estirando un poco más el uso de los combustibles fósiles gracias a una implantación masiva de sistemas de captura de CO₂ (suponiendo que éstos realmente se puedan implantar de manera masiva y eficaz). Si van por ahí, les recordaré esta gráfica del último informe de la AIE que nos dice que, [gracias a la desinversión de las petroleras desde 2014](#), de aquí a 2025 la producción de petróleo

puede caer hasta un 50%.

De hecho, por culpa de este descenso ahora mismo ya escasea el plástico y cada día escasean más cosas: acero laminado, aluminio, cobre, chips...

Así, pues, ¿hay plan B? Porque a lo mejor tenemos que implementarlo urgentemente...

2. Incluso asumiendo que España consiguiera asegurarse suficientes materiales para hacer «su» transición, ¿es una buena apuesta a largo plazo, teniendo en cuenta de aquí 20-30 años las nuevas instalaciones renovables acabarán su vida útil y entonces será imposible reemplazarlas?

Tengamos en cuenta que muchos materiales son de difícil reciclaje por la manera en que se usan. En la electrónica de más altas prestaciones, las tierras raras que se usan y metales como el oro y la plata entran en cantidades muy pequeñas, típicamente en aleaciones con concentración de traza. El diseño de esos circuitos no está pensado para el reaprovechamiento. Algo similar le pasa a las placas fotovoltaicas: la concentración de materiales como la plata y la forma en la que están hechos los paneles no favorecen su recuperación. En el caso de los aerogeneradores, reaprovechar el cobre y el núcleo magnético o inductivo es mucho más simple; pero en su caso el problema es la degradación de los metales con el paso del tiempo, y también la dificultad para reemplazar el hormigón armado (recordemos que la arena que se usa para hacer cemento empieza a escasear) y para el reciclaje de las aspas (que es posible, pero que hasta ahora masivamente lo que se hace es enterrarlas).

¿Tiene por tanto sentido que lo apostemos todo a un sistema que quizá solo se pueda usar durante esos 20 o 30 años, para luego dejar a la sociedad inerme para gestionar lo que venga después? ¿Volveremos a recurrir al comodín de «el progreso tecnológico lo resolverá», cosa que no podemos saber si pasará? ¿Nos vamos a arriesgar a condenar a nuestros hijos?

3. La instalación de los sistemas renovables es posible consumiendo grandes cantidades de combustibles fósiles, tanto en la extracción de materiales, su elaboración, el transporte, la instalación, el mantenimiento, etc. No se instalan parques renovables usando energía renovable; quizá hacer eso ni siquiera es posible. ¿No se han parado a pensar que el modelo que se propone solo puede funcionar si hay combustibles fósiles?

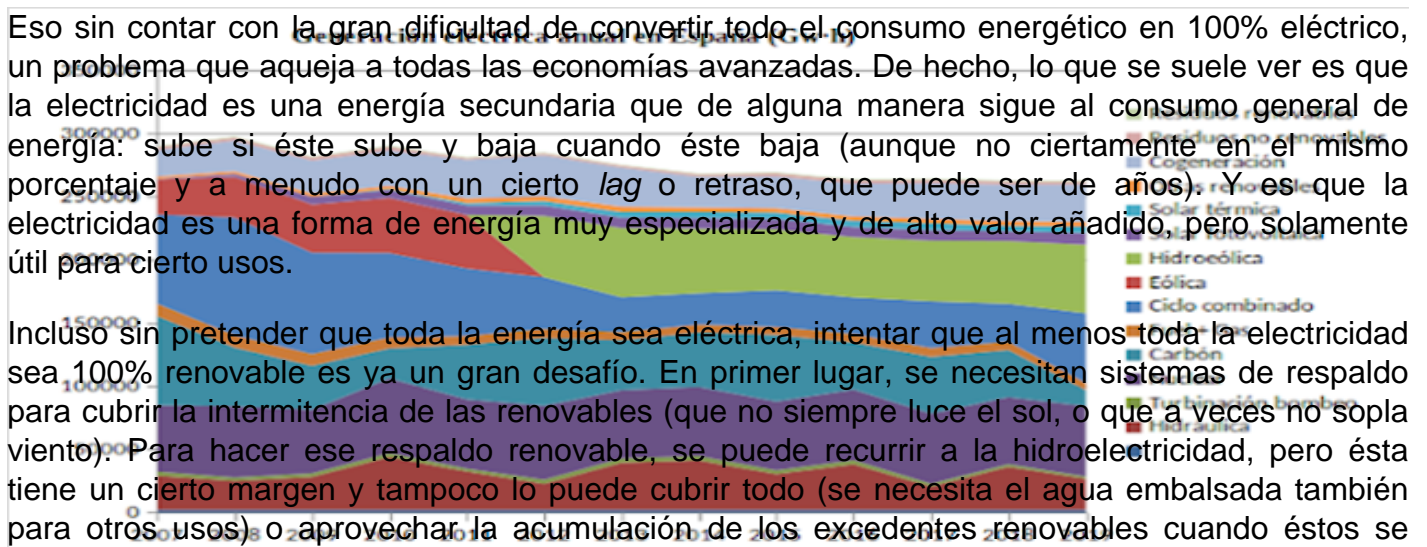
Éste es un de los problemas más serios del modelo propuesto: nadie se ha planteado seriamente que todo el proceso de elaboración, transporte y despliegue use solo energía renovable. ¿Es ni tan siquiera posible? Algunos autores, como Gail Tverberg, consideran los modernos sistemas de energía renovable meras extensiones de los combustibles fósiles: solo pueden dar energía si hay combustibles fósiles disponibles. Una de las dificultades para que se pueda cerrar el ciclo de «producción de energía renovable – uso de la misma para generar más» es la complejidad (y coste energético) de los procesos, y la gran cantidad de materiales que se requieren. En un escenario de rápido declive de la cantidad de petróleo disponible, eso haría que la energía renovable producida con este modelo también decreciera en un determinado plazo. Por tanto, nos arriesgamos a que en un plazo breve de tiempo este modelo de renovable dejara de servir. ¿De verdad que es eso lo que queremos?

4. El nuevo modelo pretende substituir los combustibles fósiles por electricidad renovable, pero los combustibles fósiles mayoritariamente no se usan de manera eléctrica. Aquí hay un salto al vacío tecnológico enorme, teniendo en cuenta que 1) en España tenemos ya mucha más capacidad instalada de la estrictamente necesaria para garantizar el consumo; 2) en los países avanzados, la electricidad representa poco más del 20% del consumo de energía final y electrificar ese casi 80% restante parece difícil; 3) el consumo de electricidad cae en España desde 2008. ¿No tendría sentido que se concentran los esfuerzos en ver cómo aprovechar la electricidad, más que en producir más? ¿O quizá mirar cómo producir con renovables otras formas de energía que no sean electricidad?

En España la potencia media equivalente al consumo eléctrico de 2008 fue de 32 GW, y ha ido disminuyendo hasta los 30 GW de 2019. Eso, con una potencia instalada de 108 GW. Incluso contando con un cierto grado de redundancia para tener en cuenta el factor de planta, es una cantidad excesiva, que ahora se quiere incrementar en otros 58 GW de aquí al 2030.

Eso sin contar con la gran dificultad de convertir todo el consumo energético en 100% eléctrico, un problema que aqueja a todas las economías avanzadas. De hecho, lo que se suele ver es que la electricidad es una energía secundaria que de alguna manera sigue al consumo general de energía: sube si éste sube y baja cuando éste baja (aunque no ciertamente en el mismo porcentaje) y a menudo con un cierto lag o retraso, que puede ser de años. Y es que la electricidad es una forma de energía muy especializada y de alto valor añadido, pero solamente útil para cierto usos.

Incluso sin pretender que toda la energía sea eléctrica, intentar que al menos toda la electricidad sea 100% renovable es ya un gran desafío. En primer lugar, se necesitan sistemas de respaldo para cubrir la intermitencia de las renovables (que no siempre luce el sol, o que a veces no sopla viento). Para hacer ese respaldo renovable, se puede recurrir a la hidroelectricidad, pero ésta tiene un cierto margen y tampoco lo puede cubrir todo (se necesita el agua embalsada también para otros usos) o aprovechar la acumulación de los excedentes renovables cuando éstos se producen (usando, por ejemplo, bombeo inverso o hidrógeno verde), pero éstos también son limitados. La otra opción para conseguir electricidad de respaldo es las interconexiones de larga distancia, por ejemplo de ámbito continental, porque sobre la escala de un continente se puede compensar mucho la intermitencia, ya que en todo momento algún lado de Europa soplará el



viento o lucirá el sol (excepto de noche). Pero aquí chocamos con el segundo problema de la electricidad renovable: la estabilidad de la red. La instalación de muchos sistemas de generación eléctrica, que entran y salen continuamente del sistema y que están distribuidos sobre un territorio muy amplio y lejos de los centros de consumo genera inestabilidad de la red. Resulta que en Europa usamos corriente alterna con una frecuencia de 50 ciclos por segundo, pero con tanta generación intermitente y distribuida mantener esa frecuencia es hoy en día un hito: de hecho, [el pasado 8 de enero una inestabilidad originada en Croacia se propagó por toda Europa y estuvo a punto de tumbar toda la red.](#) Y poner más y más sistemas renovables conectados a la red incrementa el riesgo de inestabilidad. Se podría compensar instalando sistemas de estabilización en la red, pero nadie quiere hacer frente a este sobrecoste, que además tendría que ir creciendo con el número de sistemas enganchados. [En Australia se está planteando prohibir que se conecten más sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica.](#)

Lo mejor sería ir aprovechando la electricidad localmente, pero entonces nos encontramos con el problema del aprovechamiento para ese casi 80% de usos no eléctricos. Es aquí donde se debería estar incidiendo seriamente, pero lo que se hace es simbólico. ¿Qué sentido tiene dar por hecho que nos conviene tener más electricidad, teniendo en cuenta todo lo dicho arriba? ¿Para qué va a servir, si no hay demanda posible para tanto?

5. Para intentar cubrir con renovables ese casi 80% de la energía final actualmente no eléctrico actualmente, la gran apuesta es utilizar el hidrógeno producido a partir de electricidad renovable, o hidrógeno verde. El hidrógeno, sin embargo, no es la panacea y sus problemas originales no han sido resueltos. ¿Por qué va a solucionar ahora el hidrógeno nada, conociendo como conocemos sus limitaciones?

Hace algunas semanas asistí a una conferencia telemática organizada por el Club de Roma sobre el hidrógeno verde. En un momento de sinceridad, uno de los ponentes dijo que hace unos 20 años se había intentado introducir el hidrógeno como el combustible del futuro y se había fracasado; que hacía 10 años se había intentado de nuevo y que tampoco se había conseguido; y que esperaba que ahora, a la tercera, fuera la vencida. Esta reflexión es bastante interesante, porque refleja muy crudamente el problema que no se quiere ver. Y es que, ¿por qué tendría que funcionar una solución energética basada en el hidrógeno? Nos negamos a aceptar que es una mala solución, e insistimos sobre ella una y otra vez, pero no por ello se va a convertir en una buena solución. Damos por descontado que el progreso tecnológico conseguirá superar los problemas del hidrógeno, pero no comprendemos que a lo mejor esos problemas no se pueden superar porque dependen de principios inviolables de la Física o la Química.

Recordemos, una vez más, cuáles son los inconvenientes del hidrógeno:

- **El hidrógeno no es una fuente de energía:** En la actualidad la mayoría del hidrógeno se consigue mediante el procesamiento químico del gas natural u otros hidrocarburos, con desprendimiento de dióxido de carbono, pero el objetivo es pasarse al «hidrógeno verde», que es el que se obtiene haciendo pasar una corriente eléctrica por una cubeta de agua, lo cual rompe la molécula de este líquido (electrolisis) y separa el hidrógeno del oxígeno, sin otras emisiones. El problema es que se necesita consumir electricidad para producir el hidrógeno; el hidrógeno es un sitio donde guardar energía, pero no una fuente de energía. Técnicamente es lo que se denomina un vector energético.

- **El rendimiento del proceso es bajo:** Centrándonos en el hidrógeno verde, las mejores plantas de electrolisis consiguen un rendimiento del 70%, es decir, que el 30% de la energía se pierde y no se acumula en las moléculas de hidrógeno producidas. Pero este mejor rendimiento solo se produce en condiciones ideales y con plantas muy sofisticadas y caras; en condiciones más realistas, el rendimiento ronda el 50%, y el otro 50% simplemente se pierde.
- **El rendimiento de los motores de hidrógeno es bajo:** Si se quiere el hidrógeno para motores, se puede quemar directamente en un motor de gasolina pero entonces se aprovecharía solo entre el 15% y el 20% de la energía del hidrógeno (es decir, solo entre el 7,5% y el 10% de la energía eléctrica inicial). Incluso usando pilas de combustible de las más eficientes (y haciendo más complejo el motor, porque se requiere una batería además) el rendimiento ronda el 50% (es decir, solo el 25% de la energía eléctrica inicial). Por comparación, un motor eléctrico tiene rendimientos que están sistemáticamente por encima del 75% o del 80%. Se podría decir que el hidrógeno se quiere solo para producir calor (por tanto, rendimiento del 50% sobre la energía eléctrica inicial), sobre todo industrial, pero lo cierto es que también se necesita hidrógeno para sustituir al diésel en la flota de camiones y maquinaria pesada.
- **El hidrógeno tiene que estar almacenado a alta presión:** Al ser un gas, para conseguir una densidad energética en volumen aceptable el hidrógeno tiene que estar a una alta presión, generalmente de 750 atmósferas (enorme: es la presión a 7.500 metros de profundidad en el mar) para tener una densidad energética que es solo la mitad de la del gas natural a la presión habitual. Estas altas presiones implican, primero, un esfuerzo para comprimirlo (otro gasto energético adicional), segundo, usar recipientes de paredes densas (más costosos) y tercero, que se tenga que refrigerar previamente a la compresión para evitar que la temperatura suba mucho (más gasto energético). Y por no hablar del peligro que supone una grieta o un impacto medianamente fuerte en el depósito.
- **El hidrógeno se escapa de los recipientes:** Al ser una molécula tan pequeña, el hidrógeno se escapa con facilidad de cualquier recipiente, incluso en uno de paredes densas y especialmente bien sellado. Pérdidas de entre el 2 y el 3% diario son normales, lo cual implica que el hidrógeno tiene que ser producido para ser consumido en el plazo de pocos días.
- **El hidrógeno corroe el acero:** En los depósitos y conducciones de acero al carbono, el hidrógeno forma hidruros que acaban fragilizándolos hasta que se rompen. La solución es recubrirlos con unas películas especiales que se llaman *liners*, pero que no están exentas de problemas (aguantan mal los contrastes térmicos y los esfuerzos mecánicos) y que para mayor ironía se fabrican con petróleo.

En la práctica, las pérdidas energéticas de convertir electricidad a hidrógeno para cualquier uso energético son bastante grandes, yendo del 50% de producir hidrógeno para ser quemado inmediatamente hasta pérdidas superiores al 95% si se tiene que almacenar a presión para ser consumido unos días más tarde en un motor de un camión.

En una [conferencia reciente](#), yo presenté unos números sencillos comparando el consumo de energía del sector del transporte en Europa con la producción de energía eléctrica renovable que se necesitaría para que pudiera funcionar con hidrógeno, asumiendo el máximo y mejor rendimiento (pilas de combustible con platino, hidrógeno producido prácticamente para consumir, despreciando las pérdidas por refrigeración y compresión, etc.). La conclusión es que Europa

debería multiplicar su producción eléctrica renovable por 3,5. En condiciones mucho más realistas, no sería de extrañar que esa multiplicación fuera por 4, 5 o un factor todavía mayor; pero en todo caso, ese 3,5 ya supone un reto de gran envergadura... y solamente para mantener el transporte. Y ese reto es probablemente imposible, porque aquí no hemos incorporado [los límites de las renovables](#), pero siguen existiendo.

Extrapolándolo al caso de España, no resulta creíble que pudiéramos producir aquí todo el hidrógeno que se necesitaría ya tan solo para mantener todo el sistema de transporte en pie. Y eso sin contar con todo el gasto de combustible que implica nuestro estilo de vida pero que no se computa aquí (por ejemplo, esos cargueros que llegan cargados de mercancías fabricadas en China).

¿Alguien se ha parado a mirar estos problemas con detenimiento y objetividad? ¿O solamente se han limitado a sumar cantidades en un fichero Excel, contando que todo lo que se necesite va a estar ahí porque se necesita? ¿Alguien se ha parado a pensar que quizá el hidrógeno no da, ni de lejos, para mantener el actual estado de cosas? ¿Alguien se ha planteado que quizá no es la solución?

6. Dado que el hidrógeno que se puede producir domésticamente no puede cubrir nuestras necesidades, ¿de dónde lo vamos a sacar? ¿Vamos a intentar explotar la producción de otros países, típicamente de África?

Porque al final es de esto de lo que estamos hablando. Sabiendo que no podremos producir suficiente hidrógeno para poder mantenerlo todo en pie, dado el bajo rendimiento del proceso y los límites a la producción renovable, la idea seguramente es ir a apropiarse del hidrógeno que produce otro. Por ese motivo [Alemania está en la presa del río Inga en el Congo](#). Y por ese motivo el tren de hidrógeno, mucho más ineficiente que el eléctrico, está ahora en boga: para sacar corriendo el hidrógeno de países que tienen vías de tren pero no catenaria.

Ese modelo de explotación colonial tiene no pocos riesgos y muchas fragilidades, aparte de otras cuestiones de índole moral. Pero además, el colonialismo se puede ejercer a muchas escalas. Colonialismo energético del [centro contra la periferia](#), dentro de nuestro país. Pero también desde otros países, y más concretamente Alemania, contra nuestro país.

Este modelo colonial probablemente nos lo aplicarán a nosotros en beneficio de Alemania; [el Gobierno federal alemán ya dice que espera que los países europeos con mayor potencial renovable le aporten su hidrógeno](#). Es decir, que la energía renovable captada aquí se convertirá en hidrógeno, con enormes pérdidas, para después irse en un tren de hidrógeno fabricado por Siemens hasta Frankfurt o Munich. Señores y señoras representantes políticos de mi país, ¿habían pensado en esto? ¿Están seguros de que es el hidrógeno lo que tenemos que producir, si no nos da para nosotros mismos y encima nos lo quieren quitar?

7. Por todo lo expuesto más arriba, me resulta evidente que nos hacen falta modelos alternativos para el aprovechamiento de la energía renovable, modelos mucho más locales y eficientes que garanticen la riqueza del país. El caso es que existen, pero no se debaten, no se contemplan. ¿No creen que se debería invertir, si cabe un pequeño esfuerzo, en ver cuánto podrían dar de sí?

A principios del siglo XX, proliferaban en Cataluña las colonias textiles. Se aprovechaba la fuerza hidráulica de los ríos para producir algo de electricidad de consumo local, y la fuerza mecánica del agua servía en muchos casos para accionar directamente los telares, con un rendimiento mucho mejor que poner un generador eléctrico en un extremo y un motor eléctrico en el otro. Con este sistema se mantuvieron también fundiciones y otras industrias; en todos los casos, aprovechando la energía de manera más eficiente que si se usase electricidad y, lo que es más importante, generado riqueza y empleo localmente. La energía mecánica no es como los electrones o el hidrógeno: no se puede exportar a grandes distancias. La energía de aquí se queda aquí.

Con todo el conocimiento y desarrollo técnico del último siglo, podríamos hacer eso mismo y mucho mejor. Aprovechando el sol directamente para calentar, fundir, transformar. Aprovechando la fuerza mecánica del agua y del viento para mover, trabajar, forjar. Aprovechando las plantas, cultivadas y silvestres, herbáceas y árboles, para obtener reactivos y materiales. Produciendo también algo de electricidad para cuando fuera necesario, pero sin obsesionarse con producir solo electricidad. Produciendo también algo de hidrógeno para cuando fuera necesario, pero sin obsesionarse con mantener una ingente flota de camiones y maquinaria pesada con él. Siendo más eficientes. Alcanzando un mejor equilibrio con la naturaleza, disminuyendo nuestro impacto ambiental, adaptándonos a los ritmos del planeta, dependiendo lo justo de materiales que llegan de lejos, con instalaciones a una dimensión más humana y más fáciles de reparar y mantener, creando riqueza y empleo localmente, descarbonizando plenamente nuestra actividad.

¿Por qué no?

Repito.

¿Por qué no?

¿Qué sentido tiene que esto ni se considere, ni se analice, ni se estudie siquiera someramente?
¿Qué sentido tiene que nos empeñemos en un modelo megalomaniaco, tremendamente destructivo y contaminante que, encima, ni siquiera es posible, cuando podríamos tener una alternativa mucho más razonable que ni nos dignamos en estudiar?

¿Por qué no?

¿Por qué nos vamos a condenar a un modelo insostenible e imposible que va a fracasar, cuando puede haber una alternativa viable y mucho menos costosa? Seguro que habrá muchas dificultades, pero la mayor ahora mismo es ni siquiera comenzar a trabajar sobre esta posibilidad

Yo les pregunto, y les preguntaré una y otra vez:

¿Por qué no?

Agradeciendo de antemano la atención recibida, resto expectante por conocer su respuesta a estas, tan apremiantes, cuestiones.

Saludos cordiales.

Antonio Turiel

18 de mayo de 2021

[Fuente: [The Oil Crash](#)]