



## IDEAS PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO

*Ideas for blocking the climate change*

Wenceslao Martínez del Olmo

San Ramón Nonato 1, 2º A, 28046 Madrid. [wmartinezo@ya.com](mailto:wmartinezo@ya.com)

**Abstract:** *There is no doubt that we are suffering another of the many climate changes that from the information provided by sedimentary records, we know that our planet has suffered; but we also recognize that the current change is attributed to the burning of fossil fuels: coal, oil and natural gas. In view of this evidence, it is worth asking whether our institutions and governments are acting in the right direction and without a cynicism, because in the face of the need for these fuels, they accept that they are produced from countries that, among other things, have led to a high level, the hydraulic fracturing, EEUU case, and thanks to it provide us with the natural gas that Europe needs, when foreign circumstances, the Ukraine war, show our needs and dependence on fossil fuels. The term cynicism qualification comes to mind because it means accepting that not here, but externally yes, because what happens outside Spain and Europe does not contribute to climate change. It is well known that our energy resources are considered valid when they come only from renewable energies, but it is equally obvious that if the wind, sun and rain fail, we would have serious problems, not only to develop, but also to maintain the well-being that our societies demand. From the geological knowledge of the Spain and Europe regions, we know that if we allowed exploration and in particular hydraulic fracturing, our natural gas imports could be significantly reduced.*

**Keywords:** *Climatic change, energy dependency.*

**Resumen:** *Es indudable que vivimos uno más de los muchos cambios climáticos, que desde los registros sedimentarios, sabemos, que ha sufrido nuestro planeta. También conocemos que este es atribuido a la quema de los combustibles fósiles. Ante estas evidencias, cabe preguntarse si nuestras Instituciones y Gobiernos están actuando en la dirección correcta y sin cinismo, pues aceptan que el gas provenga de países que han desarrollado la denostada fracturación hidráulica, caso de EEUU, y gracias a ella nos proporcionan el gas natural que Europa necesita, porque la guerra en Ucrania, evidencia nuestras necesidades y dependencia de los combustibles fósiles, vengan desde donde vengan, y sean obtenidos, incluso, por la fracturación hidráulica. El cinismo se justifica porque significa aceptar que aquí no, pero fuera sí, porque lo que ocurra fuera, se considera que no contribuye al cambio climático. Es notorio que nuestros recursos energéticos son considerados válidos cuando provengan de las renovables, pero también es evidente que si el viento, el sol y la lluvia fallan, tendríamos graves problemas, no ya para ampliar, sino para mantener el bienestar que nuestras sociedades demandan. Desde el conocimiento geológico del área España y de Europa sabemos que, si permitiésemos la exploración convencional y en especial la fracturación hidráulica, nuestras necesarias importaciones de gas natural podrían ser sustancialmente reducidas.*

**Palabras clave:** *Cambio climático, necesidades y dependencia energética.*



Martínez del Olmo, W., 2022. Ideas para combatir el cambio climático. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 35 (2): 20-27.

## Introducción

Hace mucho tiempo que estamos concienciados de que nuestro planeta está sometido a una crisis climática producida por la quema de los combustibles fósiles, crisis que fue iniciada en la llamada revolución industrial de principios del pasado siglo (Keeling, 1978; Etheridge *et al.*, 1996; Luthi *et al.*, 2008). A la vez, sabemos que un elevadísimo porcentaje de la emisión de los gases que producen el efecto invernadero provienen de la quema del carbón, motivo por el que nos felicitamos por las iniciativas tomadas para reducirla; pero también conocemos que ellas no son suficientes porque muchos países no pueden suprimirla por su gran dependencia del mismo para generar la electricidad que necesitan y no poner en grave riesgo el estado del bienestar y el desarrollo de sus economías. Motivo por el que, sin duda, nos solidarizamos con la mayoría de ellos, como son todos los que están en vías de desarrollo. Pero esta solidaridad no impide que fijemos nuestra atención en las recientes noticias de prensa que hablan de que países como Alemania y Austria están ahora considerando volver a la quema del carbón, para así, suplir sus necesidades, provocadas por la guerra en Ucrania, pero ello no impide que solicitemos que reconsideren su postura, y traten de reducir o aminorar los efectos del cambio climático que vivimos. Y ello, por el simple hecho de que sabemos, que si no es globalmente, y no se suman al esfuerzo iniciado por China, EEUU, Rusia e India, cuyas emisiones alcanzan las  $17-18 \times 10^9$  Tm de  $\text{CO}_2$  por año (50-55 % del total emitido) no habrá forma o medio de aminorar los efectos del ya, muy avanzado, efecto invernadero que origina el cambio climático.

No es la primera vez que, usando conocimientos de la Geología de España, se ha tratado de colaborar en la lucha contra el cambio climático, que fueron sustancialmente citados en el secuestro del  $\text{CO}_2$  (Martínez del Olmo, 2007a y b, 2008, 2019a y b, 2021, Zapatero y Martínez del Olmo, 2008). En cambio, sí que es la primera en la que estos datos pasan a un segundo plano, pues ahora se enfatiza en la responsabilidad que recae en nuestros Gobiernos e Instituciones y en las Leyes que promulgan.

A diferencia de prestigiosas instituciones que nos anuncian que ya es tarde para detener el cambio climático, creemos que aún se puede detener o aminorar, si, en primer lugar, nuestros gobiernos, y en segundo lugar, nuestros ciudadanos, propician:

- Todas las políticas que contribuyan a concienciar a unos y otros en la necesidad de ahorrar energía.
- Incentivar, mediante legislación adecuada, el desarrollo de las energías renovables.
- La producción, uso, distribución y almacenamiento del hidrógeno verde o gris.
- La exploración para el gas natural.
- Los conocimientos geológicos que permitirían una fracturación hidráulica, tan poco nociva para el medioambiente, tal y como se demuestra que ha ocurrido en EEUU.

- Replantearnos, si podemos olvidar Fukushima y Chernóbil y aceptar la energía nuclear, como una más de las posibilidades a tener en cuenta.

## Necesidad del ahorro en energía e incremento de la autogeneración

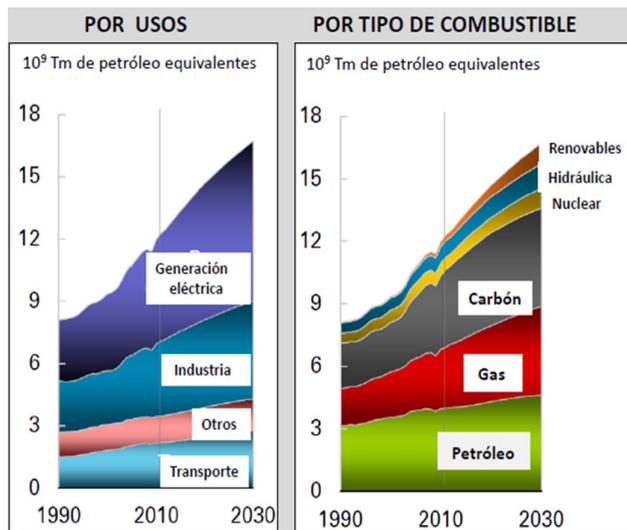
No nos caben dudas de que nuestras sociedades han vivido épocas de despilfarro energético que fueron promovidas por los eventuales bajos precios del petróleo y del gas, el desarrollo del transporte marítimo del gas licuado y la exploración-producción en las aguas profundas del planeta, tecnología que hasta hace pocos años era prácticamente inexistente. Pero todas estas posibilidades tienen problemas de desarrollo sostenible, si es que olvidamos que:

- Los recursos y reservas de los mismos también tienen sus límites, incluso en esas aguas profundas, porque hoy ya están prácticamente exploradas en la mayor parte del planeta.
- La guerra en Ucrania y las altas tasas de inflación, que castigan las economías, han venido a persuadirnos de que el ahorro energético es absolutamente necesario, a todos los niveles: doméstico, industrial y de país.
- Y si, persistimos en culpar, en exclusiva, del Cambio Climático a los combustibles fósiles, porque por el conocimiento geológico de los registros sedimentarios, conocemos muchos anteriores a la llamada revolución industrial, tales como:
  - a. Volcanismo durante el Triásico en Siberia que acabó con 99 % de las especies que poblaban el planeta, y en la meseta del Decan en la India (Cretácico Superior) que algunos geocientíficos interpretan que colaboró en la extinción de los dinosaurios.
  - b. Impacto del Yucatán que, al final del exuberante Cretácico, por eso llamado la green house, provocó la extinción de los dinosaurios y el desarrollo, de nosotros, los mamíferos.
  - c. La creación, en eleno-Pleistoceno, de los puentes intercontinentales, y con ellos, la expansión de nuestra especie, cuya responsabilidad en el cambio climático, es evidente.

Historia, que demuestra que, a pesar de todo, por suerte, las ramas del árbol de la vida siguen su curso; pero ello no implica que tratemos de evadir nuestra responsabilidad y posibilitar que su devenir, no sufra saltos o catástrofes de las que seamos responsables. Y es indudable que existe un primer y simple modo de hacerlo, y este no es otro, que agilizar y promover la autogeneración mediante placas solares y aerogeneradores domésticos, en millones de viviendas de aquellos países, caso de España, con condiciones climáticas favorables en la mayor parte de su territorio y otros, Europa del Norte, solo en sus costas porque en ellas la falta de sol es suplida por el viento y las fuertes brisas que diariamente se suceden.

## Incentivar las renovables

Si las líneas anteriores ya muestran una solución en millones de viviendas, y quizás miles de comunidades, no cabe duda de que nuestros Gobiernos e Instituciones deberían prestar mayor atención, y más recursos económicos, al desarrollo de las renovables, de las que España, en solar y eólica posee muchas posibilidades de incremento, aunque su crecimiento no parece posible que llegase a asegurar que solo con ellas pudiésemos atender todas nuestras necesidades inmediatas y en especial futuras (Fig. 1) porque se puede anticipar que estas, lo que es deseable, no dejaran de crecer; deseable porque ello significa que damos pasos



**Fig. 1.-** Estimaciones de la demanda de energía como consecuencia del crecimiento de la población y del mantenimiento del estado del bienestar. Nótese que, si como es deseable, carbón y petróleo reducen su quema, el gas natural, la hidráulica, las renovables y quizás la nuclear, podrían compensar la generación de energía (según los datos de British Petroleum 2020 y 2021).

adelante para mantener el estado del bienestar, y a la vez, tratamos de detener o aminorar el cambio climático.

Es decir, sea cual sea la causa del actual cambio climático, no cabe duda de que las renovables, constituyen una inmejorable oportunidad tecnológica para combatirlo, y para ello, solo es necesario dedicar más recursos económicos para su desarrollo exponencial: termo solar en países soleados, mini saltos hidráulicos allí donde la orografía y el clima lo permitan y eólica, última con enormes posibilidades de desarrollo en cientos de miles de kilómetros costeros de la Europa falta de sol.

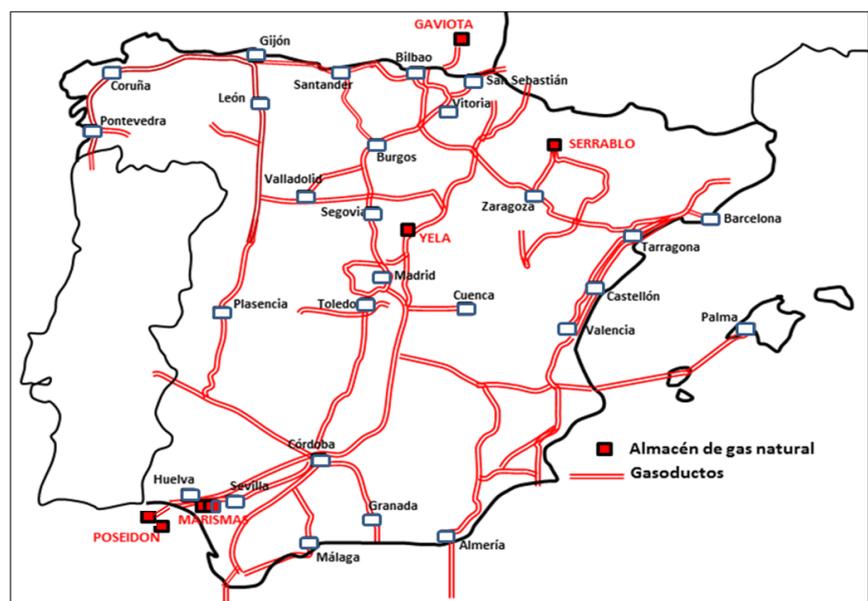
## Hidrógeno verde o gris

El llamado hidrógeno verde, así

nombrado porque su producción, mediante hidrólisis, emana de la electricidad procedente de las renovables, se perfila como el combustible del futuro, porque al no generar gases de efecto invernadero ( $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ ) es inocuo con el medioambiente. Pero el llamado gris porque la hidrólisis se realizaría con el gas natural, no es un proyecto a invemar, porque entre el gris y el verde hay una notable diferencia de costes y lo que es evidente, el verde, supone la merma de las renovables para otros usos, también necesarios.

Es así por lo que, no es nada evidente que podamos renunciar al hidrógeno gris (Martínez del Olmo, 2021) y ello implica que necesitamos gas natural y un mejor conocimiento geológico de las trampas para almacenarlo, estudio que necesita de una mejor definición de las que se consideran trampas mejor conocidas, y este solo podrá ser ultimado con nuevos sondeos y líneas sísmicas, cuya realización podría chocar con las restricciones que podría imponer la Ley de Transición Energética y Cambio Climático (2021) porque ella quizás entendería que realizar sondeos y líneas sísmicas para ultimar su estanqueidad y capacidad de almacenamiento, son trabajos que podrían ser considerados como relativos a la prohibida exploración pura y dura. Es deseable y necesario que esto no ocurra, pero nada nos asegura que no suceda o que las autorizaciones necesarias tarden en conseguirse más tiempo del deseado.

En conclusión, al día de hoy, no es seguro que podamos conseguir aprobación para perforar sondeos y adquirir nuevas líneas sísmicas, pues sin ellas, solo contaríamos como almacenes completamente fiables para el hidrógeno, los bien conocidos de Gaviota (Mar Cantábrico), Serrablo (Pirineo), Yela (Madrid) y Marismas-Poseidón (Golfo de Cádiz), con capacidades respectivas de 1.600, 1.100, 2.000 y 120 millones de  $\text{m}^3$ , que a todas luces son insuficientes (Fig. 2) porque su uso para el hidrógeno verde o gris limitaría su capacidad de almacenamiento y ello mermaría su actual utilización como almacenes de gas natural, que sin duda,



**Fig. 2.-** Red de gasoductos y localización de las únicas trampas geológicas (color rojo) bien definidas para almacenar el hidrógeno. Trampas con capacidad, a todas luces, insuficientes para el futuro y deseado uso del hidrógeno (Martínez del Olmo, 2007).

también, son necesarios por la, quizás, probable existencia de problemas puntuales con la importación del mismo por:

- Recientes dificultades con Argelia.
- Incendio en la terminal de gas licuado en EEUU o cambios en su estrategia.
- Suministro del gas procedente de Rusia que, aunque ahora sea de solo el 5%, hay que tener presente que llegue a desaparecer.

Ante esta limitación de la capacidad de almacenamiento del hidrógeno, se conoce la existencia de otras trampas geológicas con diferentes probabilidades de existencia (Fig. 3) y por ello necesitadas de nuevos trabajos de

Geología y Geofísica, absolutamente necesarios para poder incorporarlas a los futuros y deseados almacenes de hidrógeno. Junto a estas posibilidades, también podemos contar con otras 23, pequeñas pero fiables porque fueron yacimientos de gas natural en la cuenca del Guadalquivir (Asperillo-2, Saladillo-1, Marismas-2, 4 y 5, Tarajales-1, Melo-1, Arrayan-1, Vico-1, Azul-1, Palacares-1, San Juan R-1, R-2, R-4, V-6 y Z-1, Sevilla 1 y 3, Santa Clara-1, Río Corbones-1, Córdoba B-2, C-1 y C-1A), que aunque de pequeño volumen, propician la posibilidad de generar pirólisis locales, que evitarían el transporte de larga distancia del hidrógeno.

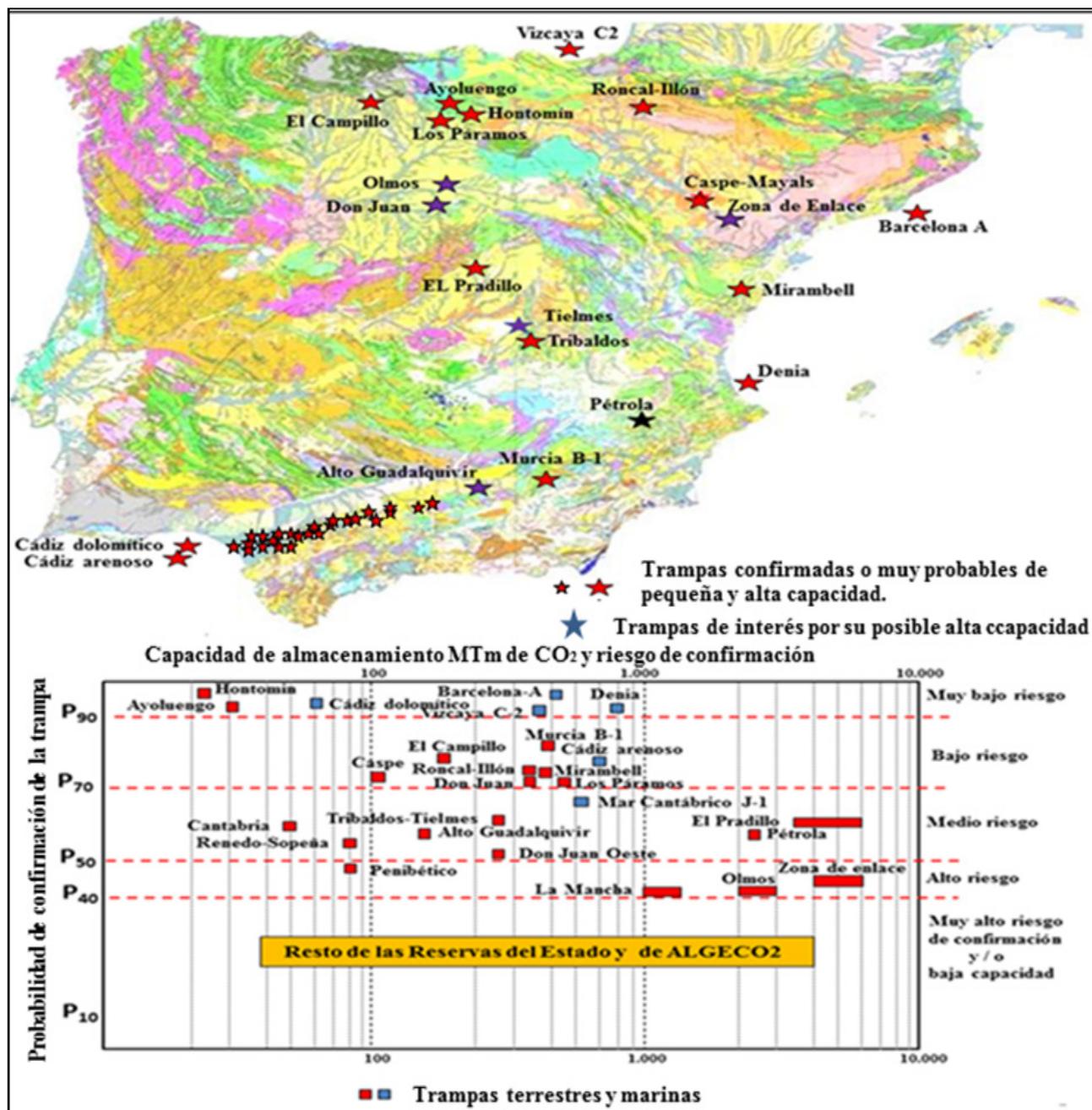


Fig. 3.- Resumen de las trampas geológicas estudiadas para el secuestro del CO<sub>2</sub> (IGME, 2009) por lo que podrían ser utilizadas para el almacenamiento de hidrógeno. Nótese, que si suprimimos las marinas y las de baja capacidad todas ellas necesitarían programas de Geología y Geofísica para asegurar su utilización futura (Martínez del Olmo, 2008; López Barrera, 2011; Martínez y Suárez, 2011; Suárez Díaz, 2011).

De otra parte, la Hoja de Ruta editada en 2020 por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, plantea 60 medidas encaminadas a conseguir que, en un breve plazo, en Europa, se pase de los actuales 6 GW de hidrógeno verde a 40 GW (de 1 a 36 MTm). Incremento, que indica la importancia que la Unión Europea atribuye al desarrollo del hidrógeno verde como combustible.

España, hoy produce desde el gas natural (hidrógeno no verde)  $\pm 0,5$  MTm/año y se prevé la instalación en 2024 de 4 GW ( $\pm 0,66$  MTm) de hidrógeno verde, lo que indica nuestra necesidad de incrementar y propiciar el desarrollo de las renovables.

En resumen, si el hidrógeno verde es considerado el combustible del futuro, es evidente que necesitamos cambios en la legislación que abran la puerta a su futuro. Cambios legislativos, que permitan la adquisición de nuevas líneas sísmicas y la perforación de sondeos, pues sólo con ellos podremos asegurar la necesaria existencia de algunas de las trampas, de alta capacidad, no confirmadas por los datos de Geología y Geofísica que se poseen.

### Exploración con objetivo gas natural

Sin duda que el gas natural, es un combustible fósil, pero también es una de las energías cuya quema menos contribuye al efecto invernadero y cuyo uso en las térmicas de ciclo combinado proporciona un elevado porcentaje de la electricidad que necesitan nuestras sociedades, ya que, sin ella las dejaríamos a oscuras y en riesgo de parálisis.

Ha tenido que ocurrir el drama de Ucrania para que nos percatásemos de la gran dependencia que Europa tiene en este combustible, dependencia, que aumentará exponencialmente, si la deseada supresión de la quema del carbón y el petróleo sigue acelerándose (Fig. 1).

Un año antes de esa guerra, nuestro gobierno emitió la Ley de Transición Energética y Cambio Climático (20 de Mayo, 2021) que aprobada por una impresionante, y poco usual, mayoría parlamentaria, impide la exploración con objetivo en el gas natural y ello entra en contradicción con la reciente propuesta Hispano-Lusa de topar el precio del gas para abaratar la electricidad que ambos países necesitan; es así como la Península Ibérica es calificada-considerada una isla energética, y por ello, necesitada de ayuda. La citada ley es tan restrictiva que llega a advertir que no concederá concesiones de explotación en el hipotético caso de que alguna compañía de exploración no cumpliera la Ley, por anteponer un posible beneficio económico a la defensa del cambio climático, y de esta guisa, encontrase un yacimiento de gas natural convencional. ¿Necesitamos gas natural o solo topar su precio para abaratar la factura eléctrica? Parece evidente que ambas cosas, pero nada mejor para los precios que disponer de recursos nacionales, no sujetos a las cuantiosas importaciones de este combustible fósil; más aún cuando es tan necesario para mantener el bienestar de nuestras sociedades y cuya quema contribuye, al cambio climático, en mucha menor medida (Termühlen, 2001) de lo que usualmente se estima (Fig. 4). Razón que, entre otras (necesidad de uso, falta de recursos y reservas propias) ha llevado a Europa a una difícil situación

energética, que le hace valorar y modificar muchas de sus políticas de conexión con el gas procedente de Rusia, e incluso, como antes comentado, volver a la quema del carbón (Alemania, Países Bajos y Austria) tal y como recogen recientes noticias de prensa.

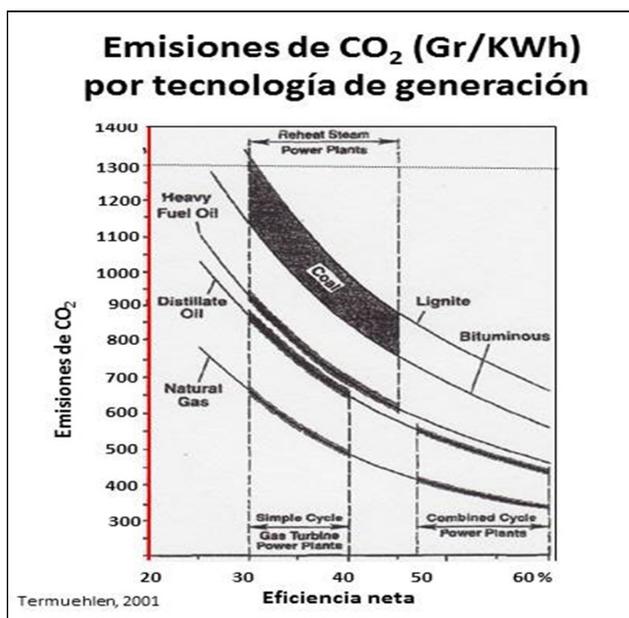
De la Ley de Transición Energética y Cambio Climático (20 de mayo, 2021) ha resultado que los pocos proyectos de exploración que en España quedaban por investigar (País Vasco, Rioja y Andalucía) han sido llevados a la vía muerta, quizás para siempre, porque no se intuye un cambio legislativo. Y la pregunta que surge es si hará falta una mayor dependencia del gas procedente de Rusia (5 %) o de que se incrementen las dificultades con Argelia, nuestro gran proveedor, vía gasoducto, o que EEUU, por políticas cambiantes y cuestiones de precio “*business are business*”, decida que hay que cambiar las terminales donde viajan sus metaneros.

### Fracturación hidráulica

El llamado *fracking* o fracturación hidráulica ha sido tan estigmatizado, que su uso para producir gas natural ha sido prohibido en toda Europa. Su prohibición provino de mal informadas campañas mediáticas, que el paso de los años han venido a demostrar, caso de EEUU, que todos los argumentos contrarios a su uso (contaminación de acuíferos, inyección de venenos, gigantesco o desafortunado uso del territorio, etc.) eran realmente falacias, pues es desde EEUU desde donde se exportan enormes cantidades de gas natural, procedentes de la fracturación hidráulica, con el que hoy se intenta mitigar la dependencia del gas natural procedente de Rusia. Es decir, han hecho falta unos años de experiencia en EEUU y una guerra en Ucrania, para que la fracturación hidráulica haya pasado de ser una técnica denostada y prohibida, a una posibilidad a tener en cuenta, porque ella puede llevarnos a producir el gas natural que necesitamos, que como es deseable y peligroso, se incrementa año tras año; deseable porque significa desarrollo industrial y doméstico, y peligroso, porque nos hace aún más dependientes del exterior.

En España, sin ir más lejos, conocemos que, en las cuencas Cantábrica, y en menor medida del Guadalquivir, ciertos intervalos sedimentarios del Cretácico Superior y del Jurásico (Martínez del Olmo, 2018, 2019b) albergaron muchos proyectos que tuvieron que ser abandonados por las insistentes y negativas campañas mediáticas. Proyectos que son fáciles de retomar, y que probablemente, conducirían a soluciones de abastecimiento de los muchos y necesarios usos, que el gas natural ejemplariza: a) producción de electricidad, b) hidrólisis del hidrógeno gris, c) precio del gas para la industria, d) rebaja en nuestra abultada factura de su importación, e) aminorar nuestra dependencia de allende nuestras fronteras.

Estos últimos párrafos solo quieren indicar que la fracturación hidráulica debería ser replanteada en España y Europa, pues si en la primera existen posibilidades, en la segunda, ellas son aún más evidentes, porque sus cuencas sedimentarias contienen muchos intervalos con espesores, grados de maduración y riqueza orgánica, que superan con creces a las existentes en España, de ahí que el histórico de



**Fig. 4.-** Emisiones de CO<sub>2</sub> en función de la tecnología usada para la generación de electricidad. Nótese que una térmica de gas natural emite un 66% menos CO<sub>2</sub> que una de carbón, luego con el uso del gas en los ciclos combinados se reducirían un 55-60 % las emisiones de CO<sub>2</sub>. ¿Se justifica la exploración para el gas natural? ¿Hay reservas de gas para ese cambio? (desde Termuehlen 2001).

su producción de gas natural multiplique por más de 10<sup>12</sup> lo producido en España.

### La nuclear como solución

Si somos capaces de olvidar Chernóbil y Fukushima, y miramos a nuestro entorno próximo, caso de Francia (53 centrales nucleares activas) y lejano EEUU (97 centrales) se atisba que la energía nuclear puede constituir una alternativa de interés, porque es poco emisora de CO y CO<sub>2</sub> y su tecnología ha alcanzado altos niveles de seguridad, y porque sus dos históricos desastres fueron motivados por causas, que con más prevención y dinero, serían fáciles de evitar:

- La vieja tecnología nuclear soviética.
- La construcción de centrales en una de las líneas geológicas más representativas del llamado cinturón de fuego del Pacífico, lo que hace evidente la ausencia de prevención ante un tsunami, que era, y sigue siendo, en cierto modo, predecible.
- Otras destructivas catástrofes naturales (erupciones volcánicas, terremotos, grandes huracanes) es seguro que se repetirán en nuestro inquieto y activo planeta, pero sus efectos serían mínimos si se destina dinero y tecnología a su prevención. Circunstancias, que creemos, que son fáciles de no olvidar, y por ello sencillas de evitar.

### Discusión

Aunque es notorio que el cambio climático es un hecho irrefutable, también lo es que su progreso es atribuido a la quema de los combustibles fósiles, especialmente el carbón. No discutimos esta aseveración, porque no es este el

propósito de este trabajo, pero tampoco podemos sustraernos a indicar que su posible gran causa es el tránsito por un inter-glacial cálido, tal y como podría deducirse de los trabajos de Milankovitch, 1920 y Petit, *et al.*, 1990; hecho que no está reñido con tratar de combatirlo y por ello se ofrece la presentación de reflexiones e ideas que creemos posibilitarían, posiblemente, no su detención y sí solo su ralentización. Y se escribe esto, porque el conocimiento geológico de la historia del planeta nos ha enseñado que cambios climáticos, incluso, más notables que el actual, no fueron producidos por la quema del petróleo y el gas. Lo que no está opuesto al conocimiento de que su quema, se disparó con el inicio de la revolución industrial (Keeling, 1978; Etheridge *et al.*, 1996; Luthi *et al.*, 2008). Y ello ha motivado la definición del llamado Antropoceno, como una nueva etapa, no piso Geológico, que superponer al Holoceno.

Esa inicial conclusión no está reñida con la obligación, personal y comunitaria, de luchar contra el avance del cambio climático, porque el Antropoceno, somos nosotros y no debemos, ni esconder, ni obviar, nuestra responsabilidad en su progreso, lo que motiva que estemos obligados a proponer soluciones que deben adoptar, primero, nuestras Instituciones y Gobiernos, y segundo nuestra diligencia o labor personal, pues aunque las responsabilidades, de unos y otros sean muy diferentes, no parece razonable:

- No impulsar, con más ayudas gubernamentales el uso de las energías renovables.
- No incentivar, la producción y posibilidades de almacenamiento y distribución del hidrógeno verde o gris.
- No concienciarnos, mediante frecuentes y agresivas campañas mediáticas, de la necesidad del ahorro de energía.
- Prohibir la exploración para el gas natural.
- Prohibir la fracturación hidráulica.
- Y, por último, no replantearnos si debemos cerrar las centrales nucleares.

El ahorro energético es algo tan evidente y necesario que es traído a la discusión porque no se entiende como no se difunden agresivas y continuas, no esporádicas (invasión de Ucrania) campañas mediáticas que lo propongan.

Es también evidente que las renovables constituyen una magnífica tecnología de lucha contra el cambio climático, y por ello tampoco se entiende por qué no se destinan más recursos económicos a su desarrollo exponencial.

Si el hidrógeno verde o gris (Martínez del Olmo, 2021) es considerado el combustible del futuro, es indudable que se necesita un mayor conocimiento geológico de las trampas, conocidas o posibles, donde almacenarlo, porque no son más de tres o cuatro de alta capacidad, las que en España, se consideran listas para su uso, y es evidente que son insuficientes; por ello necesitamos adquirir líneas sísmicas y perforar sondeos, cuyas autorizaciones, se intuyen difíciles, si es que no se introducen cambios, o se adapta a este fin, la legislación recogida en la Ley de Transición Energética y Cambio Climático, 2021.

La prohibida fracturación hidráulica en todo el territorio europeo no deja de sorprender porque ella está permitiendo, caso de EEUU, que enormes volúmenes de gas na-

tural procedentes de esta técnica, vengan a Europa para así suplir nuestras crecientes necesidades. ¿Se cree necesario un cambio en esta política de prohibición?

Prohibir en España la exploración con objetivo al gas natural, parece un desacierto que, ya estamos pagando y que previsiblemente pagaremos en un futuro más lejano. ¿Deberíamos cambiar esta política?

Nuestra vecina Francia desarrolla una política energética en la que las centrales nucleares alcanzan un papel preponderante y por ello solucionan su déficit energético; pero en España no solo olvidamos esta posibilidad, sino que incluso se plantea el cierre definitivo, inmediato o próximo, de las nucleares que aún existen en funcionamiento. Cierre que debe plantearse con un riguroso estudio de sus condiciones de seguridad y su aportación a la generación de electricidad, no agresiva con el medioambiente.

## Conclusiones

Es evidente que Europa, y especialmente España, necesitan legislaciones adecuadas que no se fijen exclusivamente en problemas puntuales y temporales (invasión de Ucrania) sino que atiendan a lo que pueda venir en los próximos años. Esta, especie de súplica, se resume en:

- Intensificar las campañas mediáticas que estimulen el ahorro energético.

- Fomentar el crecimiento de las renovables mediante legislaciones adecuadas que pueden llevar a su desarrollo en miles de viviendas unifamiliares y comunidades, gracias al uso de placas solares, aerogeneradores y mini saltos hidráulicos.

- Acabar de estimar la capacidad, localización y trabajos necesarios de Geología y Geofísica, para que el almacenamiento del hidrógeno verde o gris sea una oportunidad real, que no nos haga depender de los países de nuestro entorno.

- Arbitrar de una vez si la fracturación hidráulica es o no recomendable y viable en España, porque gracias a ella podríamos resolver, en gran medida, nuestra dependencia en gas natural, y porque no podemos asegurar que los metaneros procedentes de EEUU, no cambien, por política exterior o precios, sus puertos de descarga.

- Reconsiderar, superar o vencer la prohibición de la exploración con objetivo en el gas natural.

- Plantearnos, mediante rigurosos trabajos, si las centrales nucleares, aún existentes y activas en España, significan un peligro y deben cerrarse.

## Agradecimientos y financiación

A la editora Nieves López y a los revisores Isaac Álvarez y un anónimo, cuyas observaciones y comentarios mejoraron el texto original. La realización del presente trabajo no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Referencias

British Petroleum, 2021. 70st edition of Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (último acceso 07/11/2022).

British Petroleum, 2022. 71st edition of Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (último acceso 07/11/2022).

IGME, 2009. Proyecto ALGECO2. <https://info.igme.es/geologiasubsuelo/AlmacenamientoCO2/Algeco2.aspx> (último acceso 07/11/2022).

Keeling, Ch.D., 1978. The Influence of Mauna Loa Observatory on the Development of Atmospheric CO<sub>2</sub> Research. En Mauna Loa Observatory a 20 th Anniversary Report (J. Miller, Ed), NOAA Special Report, 36-54.

Ley de Transición Energética y Cambio Climático, 2021. Boletín Oficial del Estado nº 121: 44p.

López Barrera, A.I., 2011. Caracterización geológica y petrofísica mediante adquisición e interpretación de diagrafas en formaciones con potencial como sello y almacén de CO<sub>2</sub> en cuencas de la Península Ibérica. IV Jornadas de Investigadores en Formación en Ciencias de la Tierra. Libro de Resúmenes. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 61-62.

Martínez, R., Suárez, I., 2011. Characterization of geological storages of CO<sub>2</sub> in Spain. Seminario Anual de la Red Europea CO2Net. Londres.

Martínez del Olmo, W., 2007a. Propuesta de Reservas del Estado para el secuestro del CO<sub>2</sub>. Fundación para Estudios de la Energía, Madrid, 47 p.

Martínez del Olmo, W., 2007b. Una primera selección-evaluación de lugares geológicos donde inyectar el CO<sub>2</sub>. Repsol Exploración y Fundación para Estudios de la Energía, Madrid, 166 p.

Martínez del Olmo, W., 2008. Posibles almacenamientos de CO<sub>2</sub> en España. En El futuro del carbón en la política energética española. Fundación para estudios sobre la energía, Madrid, 225-246.

Martínez del Olmo, W., 2018. Geología, cambio climático y como tratar de aminorarlo. XIV Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales, Sevilla, 10 p.

Martínez del Olmo, W., 2019a. Cambio climático, acuerdos de París y trampas geológicas donde secuestrar el CO<sub>2</sub> en España. Revista de la Sociedad Geológica de España, 32 (2): 87-106.

Martínez del Olmo, W., 2019b. The Spanish petroleum systems and the overlooked areas and targets. Boletín Geológico y Minero. 130 (2): 289-315. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.130.2.005>

Martínez del Olmo, W., 2021. Almacenamiento de hidrógeno en España. Revista de la Sociedad Geológica de España, 34 (2): 53-59. [https://doi.org/10.14195/0870-4147\\_53\\_6](https://doi.org/10.14195/0870-4147_53_6)

Milankovitch, M., 1920. Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire. Gauthier-Villars, Paris, 339 p.

Suárez Díaz, I., 2011. Perspectivas del Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub> en España. Proyectos en el IGME.

- II Coloquio Hispano Francés sobre Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>. Ponferrada (España). <http://www.coloquiohalmacenamientoco2.es/descargas.php>
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barko, N.I., Barnolas, J.M., Basile, I., Bender, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delaygue, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V.M., Legrand, M., Lipenkov, V.Y., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E., Stievenard, M., 1990. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399: 429-436. <https://doi.org/10.1038/20859>
- Termuehlen, H., 2001. 100 years of power plant development: focus on steam and gas turbines as prime movers. ASME Press, New York, 208 p.
- Tripati, A.K., Roberts, C.D., Eagle, R.A., 2009. Coupling of CO<sub>2</sub> and ice sheet stability over major climate transitions of the last 20 million years. *Science*, 326: 1394-1397. <https://doi.org/10.1126/science.1178296>
- Zapatero, M.A., Martínez del Olmo, W., 2008. Confinamiento del CO<sub>2</sub>. En: El futuro del carbón en la política energética española, Fundación para estudios sobre la energía, Madrid: 219-225.
- MANUSCRITO RECIBIDO: 27-06-2022  
REVISIÓN RECIBIDA: 23-09-2022  
MANUSCRITO ACEPTADO: 29-09-2022