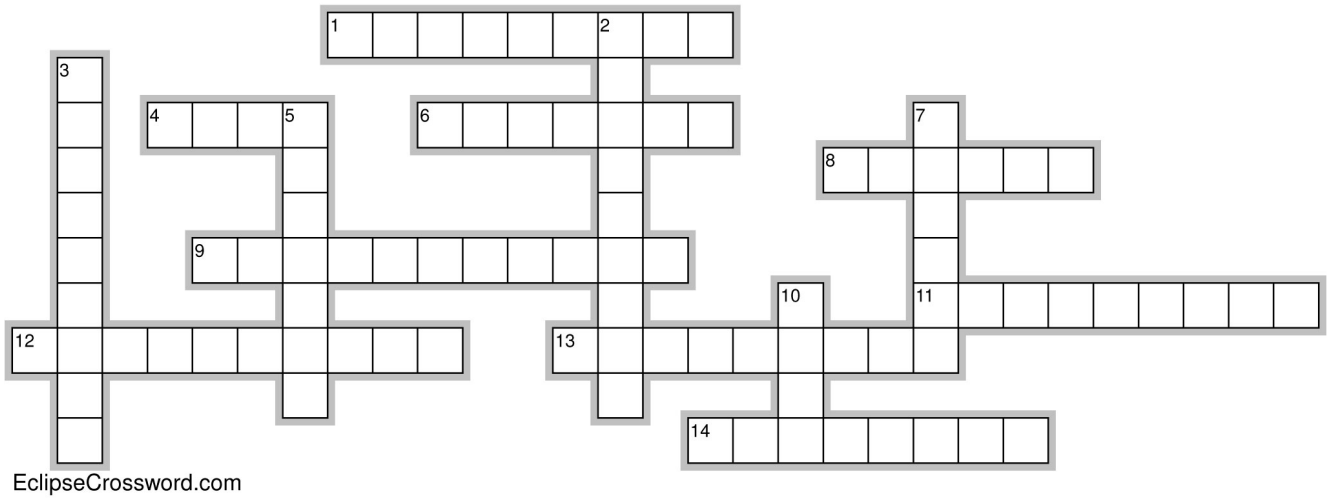
Alcohol atmosférico: metanol verde obtenido del aire

13/09/2026

ALCOHOL ATMOFÉRICO

A. REQUENA & VALLE DE ELDA, © 2026



EclipseCrossword.com

HORIZONTALES

1. Mediante cambios de temperatura, presión o humedad, el dióxido de carbono concentrado puede hacerlo y utilizarse como materia prima.
4. La propuesta actual consiste en obtener directamente del aire ambiente las dos materias primas fundamentales necesarias para producir metanol removable, que son el dióxido de carbono y ésta.
6. El protagonista es este producto, el alcohol más sencillo desde el punto de vista químico, una molécula formada por un átomo de carbono, cuatro de hidrógeno y uno de oxígeno.
8. Actualmente, la mayor parte del metanol producido en el mundo procede de combustibles fósiles, especialmente gas natural y este producto.
9. El proyecto alemán transforma el inconveniente en una de éstas. Si el dispositivo captura simultáneamente CO2 y humedad atmosférica, ambos productos pueden aprovecharse para fabricar metanol.
11. Aunque el metanol pueda quemarse con relativa limpieza, si el carbono utilizado para fabricarlo procede del subsuelo, su empleo termina incorporando dióxido de carbono adicional a ésta.
12. La conocida como captura directa del aire, o DAC por sus siglas inglesas, hace circular grandes cantidades de aire a través de materiales capaces de retener selectivamente el CO2.
13. El metanol, se utiliza en la fabricación de éstos, pinturas, adhesivos, disolventes y numerosos productos químicos y, además, está adquiriendo creciente interés como combustible para el transporte marítimo.
14. La solución propuesta consiste en buscar el agua donde aparentemente apenas existe, pero sí que lo está, en la propia atmósfera.

VERTICALES

2. Una de las grandes aspiraciones de la transición energética consiste en producir metanol de este tipo, utilizando carbono que ya se encuentre circulando por la atmósfera.
3. Producir éste mediante electrólisis requiere agua, y utilizar agua dulce en territorios sometidos a estrés hídrico plantearía importantes problemas ambientales y sociales.
5. La posibilidad de fabricar este compuesto, prácticamente a partir del aire puede parecer, a primera vista, una idea propia de la ciencia ficción.
7. Incluso el aire de estas regiones contiene cierta cantidad de vapor de agua. La concentración puede ser pequeña, pero el volumen de aire disponible es prácticamente ilimitado.
10. Se ha producido agua a partir de éste, por diversas vías y con éxito acceptable. Pero no es todo.

Hace no tanto, del que practicaba “el dolce farniente”, se decía que “vivía del aire”, aludiendo a la negativa al “laboro” y como referencia emblemática de conseguir algo sin esfuerzo, sin dedicación, sin trabajo. Se ha producido agua a partir del aire, por diversas vías y con éxito acceptable. Pero no es todo. La posibilidad de fabricar un alcohol prácticamente a partir del aire puede parecer, a primera vista, una idea propia de la ciencia ficción. Sin embargo, determinados desarrollos tecnológicos están acercando esta posibilidad a una realidad industrial. El protagonista es el metanol, el alcohol más sencillo desde el punto de vista químico, una molécula formada por un átomo de carbono, cuatro de hidrógeno y uno de oxígeno. Su fórmula, CH_3OH, es muy simple, pero su importancia industrial es extraordinaria. Se utiliza en la fabricación de plásticos, pinturas, adhesivos, disolventes y numerosos productos químicos y, además, está adquiriendo creciente interés como combustible para el transporte marítimo.

El problema fundamental reside en cómo se obtiene ese carbono. Actualmente, la mayor parte del metanol producido en el mundo procede de combustibles fósiles, especialmente gas natural y carbón. Aunque el metanol pueda quemarse con relativa limpieza, si el carbono utilizado para fabricarlo procede del subsuelo, su empleo termina incorporando dióxido de carbono adicional a la atmósfera. Por eso, una de las grandes aspiraciones de la transición energética consiste en producir metanol renovable, utilizando carbono que ya se encuentre circulando por la atmósfera.

Una propuesta especialmente interesante ha sido estudiada por investigadores del Forschungszentrum Jülich, en Alemania. El concepto consiste en obtener directamente del aire ambiente las dos materias primas fundamentales necesarias para producir metanol removable, que son el dióxido de carbono y agua.

El planteamiento resulta particularmente atractivo porque muchas de las regiones que poseen mejores condiciones para generar electricidad renovable presentan, paradójicamente, graves problemas de disponibilidad de agua. Las zonas desérticas y semidesérticas reciben una intensa radiación solar y, en numerosos casos, cuentan también con regímenes de viento extraordinariamente favorables. Podrían convertirse, por tanto, en grandes centros productores de hidrógeno verde y combustibles sintéticos. Pero producir hidrógeno mediante electrólisis requiere agua, y utilizar agua dulce en territorios sometidos a estrés hídrico plantearía importantes problemas ambientales y sociales.

La solución propuesta consiste en buscar el agua donde aparentemente apenas existe, pero sí que está presente, en la propia atmósfera. Incluso el aire de las regiones áridas contiene cierta cantidad de vapor de agua. La concentración puede ser pequeña, pero el volumen de aire disponible es prácticamente ilimitado. El proyecto DryHy, coordinado por investigadores de Jülich, estudia precisamente la posibilidad de integrar la recuperación de esta humedad atmosférica con la captura directa de dióxido de carbono.

La tecnología conocida como captura directa del aire, o DAC por sus siglas inglesas, hace circular grandes cantidades de aire a través de materiales capaces de retener selectivamente el CO_2. Posteriormente, mediante cambios de temperatura, presión o humedad, el dióxido de carbono concentrado puede liberarse y utilizarse como materia prima.

Estos materiales presentan además una característica que, en determinados sistemas de captura, había sido considerada una complicación, ya que también adsorben agua. El proyecto alemán transforma este inconveniente en una oportunidad. Si el dispositivo captura simultáneamente CO_2 y humedad atmosférica, ambos productos pueden aprovecharse para fabricar metanol.

El proceso puede imaginarse como una cadena energética cerrada. La electricidad obtenida mediante paneles solares y aerogeneradores alimenta los diferentes equipos. Una parte se emplea en separar el agua capturada del aire. Posteriormente, esa agua se introduce en un electrolizador, donde se descompone en hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno obtenido se hace reaccionar con el CO_2 previamente capturado para formar metanol.

La reacción global puede representarse conceptualmente mediante la transformación de dióxido de carbono e hidrógeno en metanol y agua. De este modo, el carbono que terminará formando parte del combustible no procede del petróleo, del carbón ni del gas natural, sino directamente de la atmósfera. El resultado podría describirse, de manera metafórica, como un alcohol atmosférico.

La cuestión decisiva es saber si existe suficiente humedad en el aire para mantener funcionando estas instalaciones. Los investigadores analizaron más de 20.000 regiones pertenecientes a 78 países que podrían encontrarse sometidas al menos a un estrés hídrico moderado hacia mediados de siglo. Los cálculos indican que en aproximadamente el 97 % de esas zonas existiría, considerando el conjunto del año, suficiente agua

atmosférica para cubrir las necesidades del proceso.

Esto no significa que la humedad sea constante. La cantidad de vapor de agua cambia entre el día y la noche y entre distintas estaciones. Incluso en los desiertos se producen variaciones importantes. Por ello, una planta podría intensificar la captura durante las horas de mayor humedad y almacenar temporalmente el agua obtenida.

Sorprendentemente, el factor más importante para determinar la viabilidad económica del proceso no parece ser la humedad atmosférica, sino la disponibilidad de electricidad renovable abundante y barata.

La producción de hidrógeno mediante electrólisis necesita cantidades considerables de energía. También consumen electricidad los sistemas de captura de CO_2, las bombas, los compresores, la síntesis química y los procesos de separación. Por esta razón, las localizaciones que puedan combinar una elevada radiación solar con vientos frecuentes presentan una ventaja extraordinaria. Cuando disminuye la producción fotovoltaica durante la noche, el viento puede continuar proporcionando electricidad. Y cuando disminuye el viento, la radiación solar puede compensarlo parcialmente.



La complementariedad entre ambas fuentes reduce además la necesidad de instalar sistemas de almacenamiento eléctrico de gran tamaño y permite que los equipos industriales funcionen durante más horas.

Los cálculos indican que, en las localizaciones más favorables, el coste futuro del metanol renovable podría situarse en varios cientos de euros por tonelada. En regiones con peores condiciones solares o eólicas, el coste podría multiplicarse varias veces. Por ello, en esta nueva geografía energética no serán necesariamente los países productores de petróleo quienes posean la ventaja, sino aquellos con excelentes recursos solares, eólicos y superficies disponibles.

España, el norte de África, Oriente Medio, Australia, determinadas regiones de América Latina y algunas zonas costeras podrían presentar condiciones particularmente interesantes.

El metanol verde tiene además una ventaja importante respecto al hidrógeno. A temperatura ambiente es un líquido, por lo que resulta mucho más sencillo almacenarlo, transportarlo y distribuirlo. Esta circunstancia explica el creciente interés de la industria marítima. Grandes barcos podrían utilizar motores adaptados para consumir metanol, evitando las enormes dificultades que plantea almacenar hidrógeno gaseoso comprimido o hidrógeno líquido a temperaturas extremadamente bajas.

Sin embargo, denominarlo combustible sostenible exige algunas cautelas. Capturar CO_2 de la atmósfera y volver a liberarlo posteriormente durante la combustión no elimina completamente las emisiones. Lo que permite es establecer un ciclo del carbono aproximadamente cerrado, ya que el carbono emitido es, idealmente, el mismo que previamente había sido extraído del aire.

La sostenibilidad real dependerá de que prácticamente toda la energía utilizada durante el proceso proceda de fuentes renovables.

Existe además otra cuestión particularmente interesante, que es retirar agua de la atmósfera también constituye una intervención ambiental. Aunque no se extraiga agua de ríos, acuíferos o embalses, una gran instalación industrial podría procesar volúmenes gigantescos de aire y retirar de ellos una determinada cantidad de vapor de agua. A pequeña escala, el efecto probablemente sería insignificante. Pero enormes complejos productores de combustibles podrían modificar localmente la humedad atmosférica y, eventualmente, influir sobre la formación de nubes, las nieblas o determinados procesos de precipitación.

Por ello, los investigadores insisten en que cada instalación deberá ser estudiada teniendo en cuenta las características meteorológicas de su emplazamiento. La tecnología no debe trasladar simplemente el problema de la escasez de agua desde el suelo hasta la atmósfera.

También quedan importantes desafíos técnicos. El estudio realizado es fundamentalmente una modelización tecnoeconómica. Una instalación industrial deberá afrontar costes laborales, infraestructuras, disponibilidad de materiales, mantenimiento, transporte y financiación que varían considerablemente de unas regiones a otras.

Pese a estas limitaciones, el concepto resulta fascinante porque muestra hasta qué punto puede transformarse nuestra relación con las materias primas. Durante dos

siglos, la industria química se ha basado fundamentalmente en extraer carbono almacenado bajo tierra durante millones de años. La nueva química podría funcionar siguiendo una lógica completamente diferente, como es capturar carbono, agua y energía directamente del medio ambiente y convertirlos en moléculas útiles.

El aire dejaría así de contemplarse únicamente como una mezcla de gases que respiramos. Se convertiría también en una inmensa reserva extremadamente diluida de materias primas.

Sol, viento, dióxido de carbono y vapor de agua podrían confluir en una misma instalación para producir un líquido energético transportable. Una molécula tan sencilla como el metanol resume, por tanto, una transformación tecnológica mucho más profunda.

El futuro energético podría depender menos de aquello que extraemos del subsuelo y mucho más de nuestra capacidad para aprovechar inteligentemente aquello que circula continuamente sobre nuestras cabezas. El llamado alcohol atmosférico constituye una buena expresión de esa nueva química: fabricar combustible extrayendo del aire el carbono y el agua necesarios y utilizando como motor fundamental la energía del Sol y del viento.