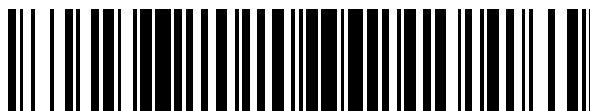


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 518 993**

51 Int. Cl.:

**C10G 1/04** (2006.01)

**C10G 1/08** (2006.01)

**C02F 11/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2006 E 06722924 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 1879981**

54 Título: **Método para convertir material orgánico en combustibles de hidrocarburo**

30 Prioridad:

**29.04.2005 DK 200500634**

**29.04.2005 US 675876 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**06.11.2014**

73 Titular/es:

**ALTACA INSAAT VE DIS TICARET A.S. (100.0%)  
Barbaros Mahallesi Fesiegen Sokak, Uphill  
Towers A1/A Blok Kat: 24 D:134  
34746 Atasehir, Istanbul, TR**

72 Inventor/es:

**BRUMMERSTEDT IVERSEN, STEEN;  
FELSVANG, KARSTEN;  
LARSEN, TOMMY y  
LÜTHJE, VIGGO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 518 993 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método para convertir material orgánico en combustibles de hidrocarburo

- 5 La presente invención se refiere a un método para intensificar el contenido energético de un material orgánico mediante la conversión del material en hidrocarburos y el producto resultante del mismo.

**Antecedentes**

- 10 La demanda de energía mundial está creciendo, y las fuentes de combustibles fósiles se agotan, lo que conduce a una competencia creciente por las fuentes de energía disponibles, y de ese modo se dificulta el crecimiento económico por los altos precios de la energía. Para superar esta situación, deben explotarse fuentes de energía renovables. La única fuente de energía renovable con suficiente capacidad para cubrir partes significativas de la demanda de energía es la conversión de biomasa. La biomasa se convierte de manera eficiente en calefacción y electricidad mediante tecnologías existentes, pero deben estar disponibles combustibles para transporte, que representan un tercio del consumo de energía total, como fluidos de alta densidad de energía, preferiblemente compatibles con combustibles fósiles como gasóleo y gasolina. Por tanto se requieren tecnologías para transformar e intensificar el contenido energético de biomasa.

- 15 20 Al mismo tiempo, se producen toda clase de desechos por todo el mundo a partir de fábricas, hogares, etc., y como resultado la eliminación de desechos ha aumentado hasta una cantidad insuperable de desechos a lo largo de las últimas décadas. El vertido de desechos se ha vuelto un problema cada vez más y por tanto una eliminación eficaz de desechos se ha vuelto cada vez más importante.

- 25 Un método conocido de eliminación de desechos es la incineración de desperdicios. Pero numerosos desechos no son adecuados para incineración debido al alto contenido en agua, por ejemplo lodos de depuradora y residuos del tratamiento de aguas residuales industriales. La incineración de tales desechos requiere un aporte de energía adicional, es decir la energía del proceso global es negativa. En vista de esto, se han desarrollado nuevos métodos para el tratamiento de tales desechos. Sin embargo estos métodos conocidos son todavía muy limitados con respecto a la clase de desechos, que pueden tratarse en el mismo aparato y con respecto a qué cantidad de los desechos convertidos que se convierte en productos reciclables. Adicionalmente, la energía del material orgánico, que se convierte en productos reciclables es todavía muy baja en comparación con la cantidad de energía añadida al método. Por tanto para hacer que la conversión de material orgánico sea comercialmente interesante todavía existe la necesidad de un procedimiento más eficaz energéticamente.

- 30 35 Además, métodos conocidos han mostrado que se depositan hollín y residuo de carbonización en el interior del aparato en una cantidad tal que es necesaria la limpieza regular del aparato. Tales operaciones de limpieza llevan mucho tiempo y, por tanto, son caras.

- 40 La corrosión de los materiales usados para fabricar el aparato para la conversión de material orgánico ha sido tal problema en los métodos conocidos que los materiales para estos componentes tuvieron que elegirse de un grupo de materiales más caros. Este problema de corrosión ha aumentado el coste del aparato para la conversión y, por tanto, ha disminuido los incentivos para usar la conversión de desechos en lugar de la incineración de desperdicios.

- 45 El documento WO 02/20699 da a conocer un procedimiento que da como resultado la producción continua de un producto de hidrocarburo que tiene una densidad de energía potenciada a partir de biomasa.

- 50 El documento WO 89/08138 da a conocer un procedimiento catalítico para convertir un material orgánico en un gas mediante calentamiento del material orgánico en agua líquida a una temperatura de desde 200 hasta 450°C a una presión de desde 50 hasta 350 atmósferas en presencia de un catalizador.

**Sumario de la invención**

- 55 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método mejorado para convertir material orgánico, tal como desechos, lodos, biomasa etc., en productos reciclables, tales como combustible de hidrocarburo, método que supera al menos parcialmente o mitiga al menos los problemas y las desventajas mencionados anteriormente.

- 60 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un producto reciclable mejorado a partir de la conversión de material orgánico, producto mejorado que puede reutilizarse como cierta clase de energía. Estos objetivos y varios otros objetivos, que resultarán evidentes a continuación se obtienen mediante un primer aspecto de la presente invención proporcionando un método para convertir un material orgánico en combustibles de hidrocarburo, según la reivindicación 1.

- 65 Un método mejorado para convertir material orgánico en productos reciclables se obtiene mediante el presente documento. Poniendo en contacto el material orgánico con un catalizador heterogéneo que comprende un compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica y/o alfa-álumina, el catalizador puede

reutilizarse y es posible una conversión de manera continua de material orgánico. De ese modo, disminuye la cantidad de catalizador gastado para convertir una cantidad de material orgánico, mediante lo cual disminuye de manera considerable el coste para convertir el material. Adicionalmente, el tiempo de procedimiento ha disminuido considerablemente debido al hecho de que la división del procedimiento con catalizador en dos procedimientos separados aumenta la velocidad de conversión.

Además, ajustando el fluido por encima de 7, la corrosión de los materiales usados para los componentes implicados en el aparato disminuye considerablemente. La corrosión de estos materiales ha disminuido hasta una cantidad tal que pueden usarse materiales convencionales baratos para la construcción del aparato.

Según otro aspecto de la presente invención, el método puede comprender la etapa de mantener el valor de pH de dicho fluido que contiene dicho material orgánico en el intervalo de 7-14, tal como 7-12 y preferiblemente en el intervalo de 7-10 tal como en el intervalo de 7-9,5. Se obtiene mediante el presente documento que cuando se convierte el material orgánico en combustible de hidrocarburo, la corrosión de los materiales usados para los componentes implicados del aparato disminuye de manera sustancial hasta al menos una cantidad insignificante de corrosión.

Además, según un aspecto de la presente invención, el método puede comprender la etapa de pretratamiento del material orgánico a una presión de 4-15 bar a la temperatura de 100-170°C durante un periodo de 0,5-2 horas. Mediante el pretratamiento del material orgánico a esta presión, se preconvierte el material orgánico mediante lo cual puede realizarse la conversión posterior más rápidamente que sin el pretratamiento.

Posteriormente, la etapa de pretratamiento puede comprender, según otro aspecto de la invención, una etapa de reducción de tamaño del material tal como una etapa de corte, trituración, molienda o tamizado o una combinación de los mismos. Mediante una reducción de tamaño de este tipo, el procedimiento de conversión del material orgánico se realiza incluso más rápidamente que sin la reducción de tamaño.

Adicionalmente, la etapa de pretratamiento puede comprender la etapa de adición de aditivos al fluido según la presente invención, mediante lo cual se mejora el procedimiento de conversión incluso más con respecto a la velocidad del tiempo de conversión y con respecto al producto resultante de la conversión del material orgánico en combustibles de hidrocarburo. El producto resultante de la conversión del material orgánico puede regularse añadiendo estos aditivos, de modo que el producto resultante puede tener una composición variable de petróleo, metanol, agua, componentes orgánicos solubles en agua, sales solubles en agua, etc. Entonces es posible ajustar el producto reciclable con respecto a los deseos de uso posterior de los productos.

En un aspecto de la presente invención, la etapa de pretratamiento puede comprender la etapa de ajuste del pH de dicho fluido que comprende dicho material orgánico por encima de 7. Se obtuvo mediante el presente documento el ajuste del valor de pH en el fluido que comprende el material orgánico en una fase inicial del procedimiento de conversión, mediante lo cual se reduce el tiempo de procedimiento para la conversión.

Mediante la etapa de pretratamiento del fluido que comprende el material orgánico es posible aumentar la cantidad de material en estado sólido en el fluido, lo que conduce de nuevo a una mayor tasa de conversión y de ese modo a una mayor capacidad de producción. Esto da como resultado una conversión más eficiente y que ahorra costes de material orgánico.

En otro aspecto de la presente invención, el método puede comprender además una etapa de separación de partículas del fluido que comprende el material orgánico. Mediante la separación de las partículas antes de poner en contacto el fluido que comprende el material orgánico con el catalizador heterogéneo, el producto resultante del procedimiento de conversión, tal como petróleo, está entonces sustancialmente libre de unirse a estas partículas y, por tanto, es mucho más reutilizable justo después de este procedimiento de conversión. Un segundo procedimiento, tal como una refinería es de ese modo dispensable.

En aún otro aspecto de la presente invención, el método puede comprender además una segunda etapa de calentamiento del fluido. La temperatura de fluido que comprende el material orgánico puede ajustarse en el presente documento justo antes de poner en contacto el catalizador heterogéneo, mediante lo cual se optimiza el procedimiento, lo que conduce a un tiempo de procedimiento reducido. Además, mediante la separación de las partículas lejos del fluido en tal etapa inicial, se ahorra una cantidad sustancial de energía para el transporte de las partículas separadas, que disminuye de nuevo la cantidad de energía gastada en el procedimiento de conversión en total.

Adicionalmente, el método puede comprender además según la invención una segunda separación de partículas, etapa que es meramente por motivos de seguridad con respecto a la primera etapa de separación de partículas. Esta etapa reduce, por los mismos motivos que la primera etapa de separación de partículas, la cantidad total de energía gastada para el procedimiento de conversión.

Además, el método puede comprender según la invención una etapa de enfriamiento del fluido. Enfriando el fluido, el

producto resultante de la conversión del material orgánico puede optimizarse en relación con la composición del producto.

5 Ventajosamente, la etapa de enfriamiento puede realizarse según la presente invención mediante intercambio de calor con la primera etapa de calentamiento y/o una etapa de precalentamiento del fluido en la etapa de pretratamiento. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización del calor procedente del fluido, que es necesario enfriar antes de la segunda parte de conversión en los productos reciclables, en el fluido en la primera parte de procedimiento de conversión antes de poner en contacto el fluido con el catalizador heterogéneo. La cantidad total de energía para la conversión de material orgánico se mantiene de ese modo al mínimo.

10 Dicho método puede comprender además, según un aspecto de la presente invención, una etapa de separación de gas del fluido, tal como gas combustible. Mediante la separación de este gas, se obtiene una clase de producto reciclable, que era un objetivo de la invención.

15 El método puede comprender además, según un aspecto de la presente invención, la etapa en que el gas combustible se usa para el calentamiento del fluido en la segunda etapa de calentamiento. Usando el gas separado, se reutiliza en la conversión del material orgánico y es por tanto reutilizable.

20 Además, el método puede comprender, según la invención, una etapa de filtración de agua y componentes orgánicos solubles en agua de aceite y sales solubles en agua en un primer filtro de membrana. Mediante esta separación, se obtiene un producto reciclable y es posible una conversión adicional en productos reciclables.

25 En un aspecto de la presente invención, el agua y los componentes orgánicos solubles en agua se transforman en electricidad en una pila de combustible de metanol directo. Esta es una manera de usar uno de los productos reciclables de la presente invención. También puede considerarse como una etapa posterior de conversión de los productos de reciclado en un producto utilizable en forma de electricidad.

30 El método también puede comprender, según otro aspecto de la presente invención, una segunda etapa de filtración de componentes orgánicos solubles en agua del agua, tal como una purificación de metanol en un segundo filtro de membrana. Mediante esta etapa de conversión, se obtiene un producto de reciclado.

35 Posteriormente, dichos uno o más filtros de membrana pueden seleccionarse del grupo de procedimientos con membrana que comprende ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa o pervaporación o una combinación de los mismos. Mediante esta selección pueden obtenerse diferentes clases de productos de reciclado.

Según un aspecto de la presente invención, el agua y los componentes orgánicos solubles en agua tras la segunda etapa de filtración pueden transformarse en agua potable en un procedimiento de ósmosis inversa. Mediante el método que comprende el procedimiento de ósmosis inversa se obtiene un producto reciclable muy utilizable.

40 Según un aspecto de la presente invención, el componente orgánico soluble en agua que puede comprender metanol concentrado puede recircularse a la etapa de pretratamiento. Se obtiene mediante el presente documento una optimización adicional del método de conversión, y se reutiliza el producto convertido de metanol concentrado.

45 Adicionalmente, el método puede comprender, según un aspecto de la invención, un separador de fases, mediante lo cual se obtiene la separación de petróleo como producto.

50 Según un aspecto de la presente invención, la etapa de puesta en contacto del material orgánico en el fluido con un catalizador heterogéneo puede realizarse mientras que la temperatura se mantiene sustancialmente constante. Manteniendo la temperatura constante en la etapa de puesta en contacto que pone en contacto del fluido con el catalizador heterogéneo se mantiene en las mismas condiciones y la conversión es por tanto constante en la totalidad de la etapa de puesta en contacto. Una ventaja adicional es que los equilibrios y velocidades de reacción de las reacciones químicas implicadas en la conversión se mantienen constantes en la totalidad de la etapa de puesta en contacto, garantizando de ese modo la uniformidad en los productos formados mediante la conversión.

55 En otro aspecto de la presente invención, la temperatura en la etapa de puesta en contacto está en el intervalo de 200-650°C, tal como en el intervalo de 200-450°C, y preferiblemente en el intervalo de 200-374°C, e incluso más preferiblemente en el intervalo de 250-374°C, tal como en el intervalo de 275-350°C. Manteniendo estas bajas temperaturas, el procedimiento de conversión usa menos energía en la conversión de la misma cantidad de material orgánico que a mayores temperaturas. Una baja temperatura junto con un valor de pH por encima de 7 disminuye la corrosión de los materiales usados para el aparato en que se realiza el presente método.

60 Una baja temperatura en la etapa de puesta en contacto aumenta la fracción del material orgánico que está convirtiéndose en combustibles de hidrocarburo, y de ese modo la capacidad de producción de petróleo de la etapa de puesta en contacto. A tales bajas temperaturas, la solubilidad de sales es alta en comparación con mayor temperatura mediante lo cual el procedimiento de conversión es ventajoso además debido a que casi no se producen depósitos de sales en el interior del aparato. Además, a tales bajas temperaturas el material orgánico se

convierte menos en hollín y alquitrán, productos que no son muy reciclables. Finalmente tal baja temperatura permite la construcción del aparato a partir de materiales menos resistentes a la corrosión, mejorando adicionalmente la competitividad.

5 Según otro aspecto de la presente invención, la presión para dicha conversión puede estar en el intervalo de 225-600 bares, tal como en el intervalo de 225-400 bares y preferiblemente en el intervalo de 225-350 bares, tal como en el intervalo de 240-300 bares. Usando presiones dentro de estos intervalos, se obtiene que pueden usarse componentes y equipos convencionales para el presente método, mediante lo cual el coste del procedimiento de conversión disminuye sustancialmente en comparación con el mismo a mayores presiones.

10 Además, el método puede comprender adicionalmente, según la invención, que la etapa de puesta en contacto se realiza en menos de 30 minutos, tal como menos de 20 minutos, preferiblemente menos 10 minutos, tal como menos de 7,5 minutos, e incluso más preferiblemente en el intervalo de 0,5-6 minutos, tal como en el intervalo de 1-5 minutos. Poniendo en contacto el fluido en un corto periodo, disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir sustancialmente el procesamiento de conversión de material orgánico.

15 Adicionalmente, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica puede comprender zirconio y/o titanio según otro aspecto de la presente invención. Usando zirconio y/o titanio como catalizador heterogéneo disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

20 En otro aspecto de la presente invención, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica puede estar en forma de óxido y/o hidróxido o una combinación de las dos. Usando el catalizador heterogéneo en forma de óxido y/o hidróxido disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

25 Ventajosamente, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica está al menos parcialmente en forma de sulfato o sulfuro según otro aspecto de la presente invención. Usando el catalizador heterogéneo en forma de sulfato o sulfuro disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

30 Según un aspecto de la presente invención, el catalizador heterogéneo puede comprender además al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si en una cantidad de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad de hasta el 10% en peso, preferiblemente en una cantidad de hasta el 5% en peso, tal como de hasta el 2,5% en peso. Usando el catalizador heterogéneo mencionado anteriormente junto con uno o más elementos de este grupo, el tiempo de procedimiento de conversión disminuye sustancialmente sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

35 Además, estos elementos pueden estar en forma de óxido y/o hidróxido según otro aspecto de la presente invención, mediante lo cual disminuye adicionalmente el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

40 En aún otro aspecto de la presente invención, dicho catalizador heterogéneo puede estar en forma de partículas en suspensión, pastillas, gránulos, anillos, cilindros, una estructura de panal, una estructura fibrosa y/o una combinación de éstos. La ventaja de dichas estructuras de catalizador heterogéneo es controlar la distribución de flujo de la corriente de material orgánico que se pone en contacto con el catalizador, mientras que se garantiza una caída de presión razonable y contacto con toda la superficie del catalizador.

45 Adicionalmente, dicho catalizador heterogéneo está contenido al menos parcialmente en un reactor según otro aspecto de la presente invención. Es posible mediante el presente documento reutilizar aquella parte del catalizador, que está en el interior del reactor.

50 Ventajosamente, dicho reactor es un reactor de lecho fijo según otro aspecto de la presente invención. Usando un reactor de lecho fijo, es posible mediante el presente documento reutilizar incluso más fácilmente aquella parte del catalizador, que está en el interior del reactor.

55 Según un aspecto de la presente invención, dicho catalizador heterogéneo puede tener un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g, tal como 25 m<sup>2</sup>/g, y preferiblemente al menos 50 m<sup>2</sup>/g, tal como 100 m<sup>2</sup>/g, e incluso más preferiblemente al menos 150 m<sup>2</sup>/g, tal como al menos 200 m<sup>2</sup>/g. Teniendo esta área superficial BET, disminuye adicionalmente el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir la calidad del procedimiento de conversión, ya que se garantiza un área superficial activa catalítica suficiente.

60 Según otro aspecto de la presente invención, dicho catalizador heterogéneo puede comprender al menos un estabilizador de área superficial seleccionado del grupo que consiste en Si, La, Y o Ce o una combinación de los mismos. Teniendo este estabilizador de superficie, el tiempo de vida útil de servicio del catalizador se amplía adicionalmente sin disminuir la calidad del procedimiento de conversión.

65

Ventajosamente, dicho catalizador heterogéneo puede comprender, según un aspecto de la presente invención, dicho al menos un estabilizador de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad eficaz de hasta el 10% en peso, preferiblemente dichos estabilizadores de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 7,5% en peso, tal como estabilizadores de superficie en una cantidad eficaz de hasta el 5% en peso, y más preferiblemente dichos estabilizadores de superficie están presentes en una cantidad eficaz del 0,5-5% en peso, tal como el 1-3% en peso. Teniendo este estabilizador de superficie en hasta el 20% en peso, la vida útil de servicio del catalizador se amplía adicionalmente sin disminuir la calidad del procedimiento de conversión.

En aún otro aspecto de la presente invención, dicho catalizador heterogéneo puede tener un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 25 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, y preferiblemente un área superficial BET de al menos 50 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 100 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, e incluso más preferiblemente un área superficial BET de al menos 150 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso, tal como un área superficial BET de al menos 200 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso. Teniendo esta área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, disminuye adicionalmente el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir la calidad del procedimiento de conversión, ya que se garantiza un área superficial activa catalítica suficiente.

Además, dicho catalizador heterogéneo se produce a partir de fango rojo según otro aspecto de la presente invención. Se obtiene mediante el presente documento el uso de producto de desecho en la conversión del material orgánico, que también es un producto de desecho.

Adicionalmente, el método puede comprender además, según la invención, la etapa de recirculación de carbonatos y/o hidrogenocarbonatos. Recirculando carbonatos y/o hidrogenocarbonatos, el método reutiliza productos resultantes del método de conversión y se obtiene una optimización del método mediante el presente documento.

La concentración de dichos carbonatos y/o hidrogenocarbonatos puede ser, según un aspecto de la invención, de al menos el 0,5% en peso, tal como al menos el 1% en peso, y preferiblemente al menos el 2% en peso, tal como al menos el 3% en peso, y más preferiblemente al menos el 4% en peso, tal como al menos el 5% en peso. Los carbonatos y bicarbonatos son importantes activadores en la conversión catalítica realizada por el catalizador homogéneo.

Además, el método puede comprender además, según la invención, la etapa de recirculación de al menos un alcohol. Recirculando al menos un alcohol el método reutiliza productos resultantes del método de conversión y se obtiene una optimización del método mediante el presente documento.

Según un aspecto de la presente invención, dicho al menos un alcohol puede comprender metanol, mediante lo cual se reutiliza un producto reciclable muy utilizable en la optimización del método.

Según otro aspecto de la presente invención, el contenido en metanol en dicho fluido puede ser de al menos el 0,05% en peso, tal como al menos el 0,1% en peso, y preferiblemente al menos el 0,2% en peso, tal como al menos el 0,3% en peso, e incluso más preferiblemente al menos el 0,5% de metanol en peso, tal como al menos el 1% en peso. El metanol está implicado en las reacciones químicas responsables de la producción del producto del petróleo, y en las reacciones químicas que destruyen los radicales responsables si no de la formación de hollín y alquitrán durante la descomposición del material orgánico.

Ventajosamente, el método puede comprender, según otro aspecto de la presente invención, la etapa de recirculación de un fluido que contiene hidrógeno. Recirculando un fluido que contiene hidrógeno el método reutiliza productos resultantes del método de conversión y se obtiene una optimización del método mediante el presente documento.

En aún otro aspecto de la presente invención, el contenido en hidrógeno de dicho fluido corresponde a al menos el 0,001% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como al menos el 0,01% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, y preferiblemente el 0,1% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como el 0,2% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, e incluso más preferiblemente el contenido en hidrógeno del fluido es de al menos el 0,5% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como al menos el 1% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse. El hidrógeno está implicado en las reacciones químicas que producen compuestos de petróleo saturados, y en las reacciones que destruyen radicales libres, que conducen si no a la formación de hollín y alquitrán durante la descomposición térmica del material orgánico durante la conversión.

Además, el método puede comprender además, según la invención, la etapa de recirculación de al menos un ácido carboxílico. Recirculando al menos un ácido carboxílico el método reutiliza productos resultantes del método de conversión y se obtiene una optimización del método mediante el presente documento.

Adicionalmente, dicho al menos un ácido carboxílico puede comprender al menos un ácido carboxílico que tiene una longitud de cadena correspondiente a 1-4 átomos de carbono según otro aspecto de la presente invención. El dicho

al menos un ácido carboxílico correspondiente a 1-4 átomos de carbono está implicado en las reacciones químicas de formación de cadena que producen el producto del petróleo.

5 Además, dicho al menos un ácido carboxílico puede comprender ácido fórmico y/o ácido acético según otro aspecto de la presente invención. El dicho al menos un ácido carboxílico correspondiente a 1-4 átomos de carbono está implicado en las reacciones químicas de formación de cadena que producen el producto del petróleo.

10 Ventajosamente, la concentración de dicho(s) ácido(s) carboxílico(s) en dicho fluido puede ser, según la presente invención, de al menos 100 partes por millón en peso, tal como al menos 250 partes por millón en peso, y preferiblemente al menos 400 partes por millón en peso, tal como al menos 500 partes por millón en peso. A este nivel de concentración, las velocidades de las reacciones químicas que producen el producto del petróleo son suficientes como para garantizar la conversión del material orgánico en dicho producto del petróleo.

15 En un aspecto de la presente invención, el método puede comprender la etapa de recirculación de al menos un aldehído y/o al menos una cetona. Recirculando al menos un aldehído y/o al menos una cetona, el método reutiliza productos resultantes del método de conversión y se obtiene una optimización del método mediante el presente documento.

20 En otro aspecto de la presente invención, dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona comprende al menos un aldehído y/o al menos una cetona que tiene una longitud de cadena correspondiente a 1-4 átomos de carbono. El dicho al menos un aldehído o una cetona correspondiente a 1-4 átomos de carbono está implicado en las reacciones químicas de formación de cadena que producen el producto del petróleo.

25 En aún otro aspecto de la presente invención, dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona comprende formaldehído y/o acetaldehído. El dicho al menos un aldehído o una cetona correspondiente a 1-4 átomos de carbono está implicado en las reacciones químicas de formación de cadena que producen el producto del petróleo.

30 Según la presente invención, la concentración de dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona en dicho fluido puede ser de al menos 100 partes por millón en peso, tal como al menos 250 partes por millón en peso, y preferiblemente al menos 400 partes por millón en peso, tal como al menos 500 partes por millón en peso. A este nivel de concentración, las velocidades de las reacciones químicas que producen el producto del petróleo son suficientes como para garantizar la conversión del material orgánico en dicho producto del petróleo.

35 Ventajosamente, el catalizador homogéneo comprende potasio y/o sodio según un aspecto de la presente invención. Usando potasio y/o sodio como catalizador homogéneo disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico, y las velocidades de las reacciones químicas implicadas en la formación del producto del petróleo están potenciadas para facilitar la producción de dicho producto del petróleo.

40 Además, según otro aspecto de la presente invención, el catalizador homogéneo puede comprender una o más sales solubles en agua seleccionadas del grupo que consiste en KOH,  $K_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ , NaOH,  $Na_2CO_3$  o  $NaHCO_3$  o una combinación de las mismas. En combinación con el dióxido de carbono formado como parte de la conversión del material orgánico dichas sales se convierten en el carbonato implicado en las reacciones químicas como activador.

45 En otro aspecto de la presente invención, la concentración del catalizador homogéneo puede ser de al menos el 0,5% en peso, tal como al menos el 1% en peso, y preferiblemente al menos el 1,5% en peso, tal como al menos el 2,0% en peso, e incluso más preferiblemente por encima del 2,5% en peso, tal como al menos el 4% en peso. A este nivel de concentración, las velocidades de las reacciones químicas que producen el producto del petróleo son suficientes como para garantizar la conversión del material orgánico en dicho producto del petróleo.

50 Adicionalmente, dicho fluido comprende agua según otro aspecto de la presente invención. El agua es un fluido barato y muy frecuente y por tanto usando agua se mantiene el coste para el método de conversión de material orgánico al mínimo y el método puede usarse en todas las zonas del mundo.

55 Según un aspecto de la presente invención, dicha agua puede tener una concentración de al menos el 5% en peso, tal como al menos el 10% en peso, y preferiblemente al menos el 20% en peso, tal como al menos el 30% en peso, e incluso más preferiblemente al menos el 40% en peso. El material orgánico que va a convertirse debe poderse bombear.

60 La concentración de dicha agua en dicho fluido puede ser, según otro aspecto de la presente invención, de hasta el 99,5% en peso, tal como de hasta el 98% en peso, y preferiblemente de hasta el 95% en peso, tal como de hasta el 90% en peso, e incluso más preferiblemente de hasta el 85% en peso, tal como de hasta el 80% en peso. Disminuyendo el contenido en agua, aumenta el valor calorífico de la materia prima, lo que conduce a un aumento de la capacidad de producción de petróleo a un coste de procesamiento constante, sin sacrificar la capacidad de bombeo del material orgánico que va a convertirse.

65

5 En un aspecto de la presente invención, dicho al menos un carbonato y/o al menos un hidrogenocarbonato y/o al menos un alcohol y/o al menos un ácido carboxílico y/o al menos un aldehído y/o al menos una cetona pueden producirse al menos parcialmente mediante la conversión de dicho material orgánico. Reutilizando un producto resultante del procedimiento de conversión, disminuye el tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico. Se ahorran gastos adicionales para tratar una corriente de efluente.

10 En otro aspecto de la presente invención, dicho al menos un carbonato y/o al menos un hidrogenocarbonato y/o al menos un alcohol y/o al menos un ácido carboxílico y/o al menos un aldehído y/o al menos una cetona pueden recircularse tras la etapa de puesta en contacto. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

15 Además, al menos parte de una corriente de dicha recirculación puede mezclarse, según otro aspecto de la presente invención, en una razón con una corriente de alimentación de dicho fluido que comprende dicho catalizador homogéneo y material orgánico que va a convertirse antes de entrar en el reactor catalítico. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

20 Adicionalmente, la razón de la corriente de recirculación con respecto a la corriente de alimentación de dicho fluido puede estar, según otro aspecto de la presente invención, en el intervalo de 1-20, tal como 1-10, y preferiblemente dentro del intervalo de 1,5-7,5, tal como en el intervalo de 2-6, y más preferiblemente en el intervalo de 2,5-5. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

30 Ventajosamente, la conversión de dicho material orgánico puede ser, según otro aspecto de la presente invención, de al menos el 90%, tal como al menos el 95%, y preferiblemente por encima del 97,5%, tal como por encima del 99%, e incluso más preferiblemente por encima del 99,5%, tal como por encima del 99,9%. La alta conversión conduce a la maximización de la capacidad de producción de petróleo, y minimiza o elimina el contenido de material orgánico sin convertir en producto del petróleo y producto mineral, eliminando de ese modo la necesidad de una etapa de una purificación.

35 Según un aspecto de la presente invención, dicho reactor con catalizador heterogéneo puede someterse a un tratamiento con agua a presión caliente a intervalos preseleccionados.

40 Según otro aspecto de la presente invención, dicho tratamiento con agua a presión caliente puede tener una duración de menos de 12 horas, tal como una duración de menos de 6 horas, preferiblemente una duración de menos de 3 horas, tal como una duración de menos de 1 hora.

45 En otro aspecto de la presente invención el intervalo entre tal tratamiento con agua a presión caliente puede ser de al menos 6 horas, tal como al menos 12 horas, preferiblemente dicho intervalo entre tal tratamiento con agua a presión caliente es de al menos 24 horas, tal como al menos una semana.

Tratando o lavando el reactor con agua a presión caliente, se aumenta la vida útil del reactor y se disminuye de ese modo sustancialmente el coste del método.

50 En aún otro aspecto de la presente invención, dicho material orgánico puede seleccionarse del grupo que consiste en lodos, tales como lodos de depuradora, abono líquido, ensilado de maíz, lodos de clarificadora, lejía negra, residuos de fermentación, residuos de la producción de zumos, residuos de la producción de aceites comestibles, residuos del procesamiento de frutas y verduras, residuos de la producción de alimentos y bebidas, agua de lixiviación o infiltración o una combinación de los mismos.

55 Según un aspecto de la presente invención, dicho material orgánico puede comprender un material lignocelulósico, seleccionado del grupo que consiste en biomasa, paja, hierbas, tallos, madera, bagazo, impurezas del vino, serrín, virutas de madera o cultivos energéticos o una combinación de los mismos.

60 Según otro aspecto de la presente invención, dicho material orgánico puede comprender desechos, tales como desechos domésticos, desechos sólidos municipales, desechos de papel, desechos de trituradoras de coches, plásticos, polímeros, cauchos, neumáticos usados, desechos de cables, madera tratada con CCA, compuestos orgánicos halogenados, aceites de transformador que llevan PCB, condensadores electrolíticos, halones, desechos médicos, material de riesgo procedente del procesamiento de carne, harina de carne y huesos, corrientes líquidas, tales como corrientes de aguas residuales o de procedimiento que contiene material orgánico disuelto y/o en suspensión.

65



Ventajosamente, dichos lodos pueden ser, según otro aspecto de la presente invención, lodos procedentes de un procedimiento de tratamiento biológico.

5 Según un aspecto de la presente invención, dicho material orgánico pueden ser lodos procedentes de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales.

En otro aspecto de la presente invención, dicho procedimiento de tratamiento biológico puede ser parte de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales.

10 Además, dicho procedimiento de tratamiento de aguas biológico puede ser, según otro aspecto de la presente invención, un procedimiento aerobio.

Adicionalmente, dicho procedimiento de tratamiento de aguas biológico puede ser un procedimiento anaerobio según otro aspecto de la presente invención.

15 El método puede producir la conversión de muchas clases de material orgánico tal como se mencionó anteriormente. Aun cuando el método se realiza a una temperatura relativamente baja y una presión relativamente baja, la temperatura y presión son todavía suficientes para desinfectar el producto resultante. Lo que significa que independientemente de cuál sea el material orgánico, los productos resultantes pueden utilizarse sin riesgo de  
20 infección, por ejemplo residuos de residuos de la producción de alimentos, tales como carne de vaca o ternera, no darán como resultado la propagación de la enfermedad EEB. Igualmente no se propagarán virus, bacterias, etc. del material orgánico en un uso posterior de los productos resultantes.

25 Ventajosamente, dicho material orgánico puede haberse sometido a una deshidratación mecánica según otro aspecto de la presente invención. Deshidratando el material orgánico aumenta el valor calorífico de la materia prima, lo que conduce a un aumento de la capacidad de producción de petróleo a un coste de procesamiento constante, sin sacrificar la capacidad de bombeo del material orgánico que va a convertirse.

30 Además, dicho material orgánico deshidratado mecánicamente puede tener según otro aspecto de la presente invención, un contenido en sólidos secos de al menos el 10% en peso, preferiblemente al menos el 15% en peso, más preferiblemente al menos el 20% en peso, lo más preferido del 25% en peso.

35 Mediante la etapa de pretratamiento del método, se obtiene el aumento del contenido en sólidos secos, que de nuevo disminuye el tiempo de procedimiento de conversión.

Adicionalmente, dicho material orgánico puede comprender, según otro aspecto de la presente invención, una mezcla de lodos, materiales lignocelulósicos o desechos.

40 En otro aspecto de la presente invención, la concentración de dicho material orgánico en dicho fluido puede ser de al menos el 5% en peso, tal como al menos el 10% en peso, preferiblemente la concentración de dicho material orgánico es de al menos el 15% en peso, tal como al menos el 200% en peso, y más preferiblemente la concentración de dicho material orgánico es de al menos el 30% en peso, tal como al menos el 50% en peso.

45 Ventajosamente, los elementos del grupo IA de la tabla periódica puede ser cenizas obtenidas de la combustión de biomasa o cenizas del quemado de carbón según otro aspecto de la presente invención.

Mezclando los diferentes materiales orgánicos, se obtiene que ha de usarse menos catalizador en el procesamiento adicional y/o se aumenta la velocidad del tiempo de procesamiento.

50 Un producto obtenido mediante el método mencionado anteriormente puede comprender hidrocarburo en forma de petróleo. Se obtiene un producto resultante que es muy utilizable mediante el presente documento porque el petróleo es actualmente un producto muy demandado en todo el mundo. Es posible obtener un producto tal como petróleo porque el método se realiza a temperaturas muy bajas.

55 Un producto de este tipo puede tener un contenido en carbono de alimentación y un contenido en hidrocarburo de alimentación, en el que el producto del petróleo de hidrocarburo comprende al menos el 20% del contenido en carbono de alimentación, tal como al menos el 35% del contenido en hidrocarburo de alimentación, preferiblemente comprende dicho producto del petróleo de hidrocarburo al menos el 50% del contenido en carbono de alimentación, tal como al menos el 65% del contenido en carbono de alimentación y más preferiblemente dicho producto del  
60 petróleo de hidrocarburo comprende al menos el 80% del contenido en carbono de alimentación.

65 Al menos el 20% del contenido energético en la corriente de alimentación puede recuperarse en dicho producto del petróleo de hidrocarburo, tal como al menos el 35% del contenido energético, preferiblemente es de al menos el 50% del contenido energético en la alimentación recuperada en dicho producto del petróleo de hidrocarburo, tal como al menos el 65% del contenido energético de alimentación e incluso más preferible al menos el 80% de dicho contenido energético de alimentación se recupera en dicho producto del petróleo de hidrocarburo.

Además, dicho producto del petróleo de hidrocarburo puede comprender hidrocarburos con de 12 a 16 átomos de carbono.

Ventajosamente, dicho producto del petróleo de hidrocarburo puede estar sustancialmente libre de azufre.

5

Adicionalmente, dicho producto del petróleo de hidrocarburo puede estar sustancialmente libre de halógenos.

Mediante el método según la presente invención, se obtiene un producto del petróleo de hidrocarburo libre de azufre y/o halógenos mediante el presente documento. Tales petróleos libres de azufre y/o halógenos son muy reciclables para dar nuevas formas de energía sin contaminar los alrededores con reacciones provocadas por azufre y/o halógenos.

10

Dicho producto del petróleo de hidrocarburo puede comprender ésteres de ácidos grasos y/o ésteres metílicos de ácidos grasos. El contenido en oxígeno de los ésteres metílicos y los ésteres de ácidos grasos se conoce que mejora las propiedades del petróleo de hidrocarburo como combustible para transporte, debido a la emisión de partículas reducida a partir de la combustión del combustible.

15

El producto del petróleo de hidrocarburo puede tener propiedades similares al diésel. El combustible de hidrocarburo similar al diésel podría mezclarse directamente en gasóleo convencional, ahorrando de ese modo el coste de refinar el producto del petróleo.

20

Además, el producto del petróleo de hidrocarburo puede tener un contenido en oxígeno en el intervalo del 0,1-30%. El contenido en oxígeno del combustible de hidrocarburo se conoce que mejora las propiedades como combustible para transporte, debido a la emisión de partículas reducida a partir de la combustión del combustible.

25

Adicionalmente, el producto del petróleo de hidrocarburo puede adsorberse sobre la superficie de un producto mineral. Este producto mineral que contiene petróleo es un material de partida mejorado para procedimientos de procesamiento de mineral fundido.

30

El producto de hidrocarburo también puede comprender metanol. Mediante purificación adicional, podría obtenerse un producto de metanol purificado, que es combustible preferido para pilas de combustible o aditivo para gasolina para la producción de combustibles para transporte sostenibles.

35

Dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol puede comprender al menos el 20% del contenido en carbono de alimentación, tal como al menos el 35% del contenido en carbono de alimentación, preferiblemente comprende dicho producto de metanol al menos el 50% del contenido en carbono de alimentación, tal como al menos el 65% del contenido en carbono de alimentación y más preferiblemente comprende dicho producto de metanol al menos el 80% del contenido en carbono de alimentación. Mediante purificación adicional, podría obtenerse un producto de metanol purificado, que es combustible preferido para pilas de combustible o aditivo para gasolina para la producción de combustibles para transporte sostenibles.

40

Al menos el 20% del contenido energético en la alimentación puede recuperarse en dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol, tal como al menos el 35% del contenido energético en la alimentación se recupera en dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol, preferiblemente es de al menos el 50% del contenido energético en la alimentación recuperada en dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol, tal como al menos el 65% del contenido energético de alimentación se recupera en dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol y más preferiblemente es de al menos el 80% de dicho contenido energético de alimentación recuperado en dicho producto de hidrocarburo que comprende metanol. Mediante purificación adicional, podría obtenerse un producto de metanol purificado, que es combustible preferido para pilas de combustible o aditivo para gasolina para la producción de combustibles para transporte sostenibles.

45

50

El producto mencionado anteriormente puede usarse para accionar un motor o generador, para la producción de energía en una central de energía alimentada con petróleo, para el calentamiento en procedimientos o calefacción doméstica. Estos son todos los medios de producción de energía a partir de una fuente sostenible, aunque sin tener que sustituir o renovar las instalaciones de hardware o la infraestructura establecida para la producción de energía a partir de combustibles fósiles.

55

El producto mencionado anteriormente puede usarse como componente de combinación en petrodiesel o gasolina o en un sistema alimentado por suspensión o en un procedimiento para el procesamiento de mineral fundido. Estos son todos los medios de producción de energía a partir de una fuente sostenible, aunque sin tener que sustituir o renovar las instalaciones de hardware o la infraestructura establecida para la producción de energía a partir de combustibles fósiles.

60

Adicionalmente, el producto mencionado anteriormente puede usarse para producir un producto fertilizante o para producir una corriente de agua limpia. Dicha corriente de agua limpia puede tener además calidad como agua potable.

65

La siguiente descripción se refiere a un aparato para convertir un material orgánico en hidrocarburos, que pueden encontrar uso en relación con la presente invención, comprendiendo el aparato:

- 5 un sistema de preconversión y un sistema de recuperación de producto, dicho sistema de preconversión comprende
- una primera unidad de calentamiento para el calentamiento de una alimentación de fluido que comprende material orgánico
  - 10 - un reactor con catalizador para poner en contacto la alimentación de fluido que comprende material orgánico, y
  - una unidad de ajuste para ajustar el fluido para que tenga un valor de pH por encima de 7,

y dicho sistema de recuperación de producto comprende

- 15 - filtro de membrana para separar una primera corriente de sales solubles en agua y aceites de una segunda corriente de agua y componentes orgánicos solubles en agua.

El sistema de preconversión puede comprender además un almacenamiento para alimentar material orgánico al fluido en una dirección de alimentación.

- 20 Además, el sistema de preconversión puede comprender adicionalmente una unidad de pretratamiento situada tras la materia prima y antes de la primera unidad de calentamiento en la dirección de alimentación. Mediante el pretratamiento del fluido que comprende el material orgánico es posible aumentar la cantidad de material en estado sólido en el fluido, lo que conduce de nuevo a una mayor tasa de conversión y de ese modo a una mayor capacidad de producción. Esto da como resultado una conversión más eficiente y que ahorra costes de material orgánico.

- Adicionalmente, el sistema de preconversión puede comprender además una primera unidad de separación de partículas situada tras la primera unidad de calentamiento en la dirección de alimentación. Mediante la separación de las partículas antes de poner en contacto el fluido que comprende el material orgánico con el catalizador heterogéneo el producto resultante del procedimiento de conversión, tal como petróleo, está entonces sustancialmente libre de unirse a estas partículas y por tanto es mucho más reutilizable justo después de este procedimiento de conversión. Un segundo procedimiento, tal como una refinería es de ese modo dispensable.

- Dicho sistema de preconversión puede comprender además una segunda unidad de calentamiento situada tras la primera unidad de separación de partículas y antes del reactor con catalizador en la dirección de alimentación. Es posible mediante el presente documento optimizar la temperatura antes de entrar el fluido en el reactor y de ese modo una optimización del procedimiento de conversión.

- El sistema de preconversión puede comprender además una segunda unidad de separación de partículas tras el reactor con catalizador en la dirección de alimentación. Esta unidad de separación de partículas es ventajosa por el mismo motivo que anteriormente.

- El sistema de preconversión puede comprender además medios para la recirculación de parte de la alimentación de fluido tras el reactor con catalizador en la alimentación de fluido antes de la segunda unidad de calentamiento en la dirección de alimentación. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

- Además, la primera unidad de calentamiento puede comprender un primer intercambiador de calor, que además de calentar, enfría el fluido procedente del sistema de preconversión antes de entrar en el sistema de recuperación de producto. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de energía en el interior del aparato y de ese modo la misma energía en la cantidad total de energía usada en la conversión del material orgánico.

- Adicionalmente, la unidad de pretratamiento puede comprender además un intercambio de calor, que además de calentar el fluido en el sistema de pretratamiento enfría el fluido procedente del sistema de preconversión antes de entrar en el sistema de recuperación de producto. Este intercambiador de calor es ventajoso por el mismo motivo que anteriormente.

- La unidad de pretratamiento puede comprender además una primera unidad de expansión, que está situada entre el primer intercambiador de calor y el segundo intercambiador de calor. Se obtiene mediante el presente documento la producción de gas, tal como gas combustible.

- El sistema de recuperación de producto puede comprender además una unidad de separación de gas para la separación de gas, tal como gas combustible, la unidad de separación de gas está situada tras el segundo intercambiador de calor y antes del primer filtro de membrana en la dirección de alimentación. Se obtiene mediante el presente documento la separación del gas mencionado anteriormente, tal como gas combustible del resto del

fluido.

5 El sistema de recuperación de producto puede comprender además medios para la recirculación de dicho gas, tal como gas combustible para el calentamiento del fluido en la segunda unidad de calentamiento. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

10 El sistema de recuperación de producto puede comprender además una segunda unidad de expansión situada tras el primer filtro de membrana en la dirección de alimentación. Se obtiene mediante el presente documento la producción de petróleo a partir del fluido.

15 Además, el sistema de recuperación de producto puede comprender además una unidad de separador de fases para la separación de petróleo de la primera corriente, dicha unidad de separador de fases está situada tras el filtro de membrana en la dirección de alimentación. Se obtiene mediante el presente documento la separación de petróleo del fluido.

20 Adicionalmente, el sistema de recuperación de producto puede comprender además medios para la recirculación de parte de la primera corriente en la unidad de pretratamiento del sistema de preconversión. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

25 Ventajosamente, el sistema de recuperación de producto puede comprender además pila de combustible de metanol directo para generar electricidad a partir de la segunda corriente.

30 El sistema de recuperación de producto puede comprender además uno o más filtros de membrana, puede seleccionarse del grupo de procedimientos con membrana que comprenden ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa o pervaporación o una combinación de los mismos.

Además, el sistema de recuperación de producto puede comprender además el segundo filtro de membrana para separar un compuesto de metanol purificado a partir de la segunda corriente.

35 El sistema de recuperación de producto puede comprender además medios para la recirculación del compuesto de metanol purificado de la segunda corriente a la unidad de pretratamiento del sistema de preconversión. Se obtiene mediante el presente documento la reutilización de parte de los productos resultantes del procedimiento de conversión y la disminución del tiempo de procedimiento de conversión sin disminuir el procesamiento de conversión de material orgánico.

40 Una planta, que puede encontrar uso en relación con la presente invención, que comprende el aparato mencionado anteriormente, para la producción del producto mencionado anteriormente usando el método mencionado anteriormente.

45 La planta puede comprender medios para suministrar material orgánico al aparato y medios para la retirada de los productos del aparato.

La planta puede comprender además una refinería.

50 Lo siguiente es una descripción de un catalizador heterogéneo para su uso en un método para convertir un material orgánico en hidrocarburos, que comprende un compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica y/o alfa-alúmina. Esto es relevante en relación con la presente invención.

55 Adicionalmente, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica puede comprender zirconio y/o titanio.

Además, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica puede estar en forma de óxido y/o hidróxido o una combinación de las dos.

60 Ventajosamente, el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica puede estar al menos parcialmente en forma de sulfato o sulfuro.

65 El catalizador heterogéneo puede comprender además al menos uno de elementos seleccionado del grupo de Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si en una cantidad de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad de hasta el 10% en peso, preferiblemente en una cantidad de hasta el 5% en peso, tal como de hasta el 2,5% en peso.

Además, estos elementos pueden estar en forma de óxido y/o hidróxido.

Adicionalmente, el catalizador heterogéneo puede estar en forma de partículas en suspensión, pastillas, gránulos, anillos, cilindros, una estructura de panal y/o una combinación de éstos.

5 El catalizador heterogéneo puede tener un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g, tal como de 25 m<sup>2</sup>/g, y preferiblemente de al menos 50 m<sup>2</sup>/g, tal como de 100 m<sup>2</sup>/g, e incluso más preferiblemente de al menos 150 m<sup>2</sup>/g, tal como de al menos 200 m<sup>2</sup>/g.

10 Ventajosamente, el catalizador heterogéneo puede comprender además al menos un estabilizador de área superficial seleccionado del grupo de Si, La, Y y/o Ce.

Posteriormente, el catalizador heterogéneo puede comprender dicho al menos un estabilizador de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad eficaz de hasta el 10% en peso, preferiblemente dichos estabilizadores de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 7,5% en peso, tal como estabilizadores de superficie en una cantidad eficaz de hasta el 5% en peso, y más preferiblemente dichos estabilizadores de superficie están presentes en una cantidad eficaz del 0,5-5% en peso, tal como el 1-3% en peso.

20 El catalizador heterogéneo puede tener un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 25 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, y preferiblemente un área superficial BET de al menos 50 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 100 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, e incluso más preferiblemente un área superficial BET de al menos 150 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso, tal como un área superficial BET de al menos 200 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso.

25 Finalmente, el catalizador heterogéneo puede producirse a partir de fango rojo.

#### Descripción detallada de la invención

La presente invención se describirá en lo siguiente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1 muestra un dibujo esquemático de una configuración a escala de laboratorio,

la figura 2 muestra un diagrama de flujo del procedimiento general,

35 la figura 3 muestra un aspecto de la recuperación de producto,

la figura 4 muestra otro aspecto de la recuperación de producto,

la figura 5 muestra aún otro aspecto de la recuperación de producto, y

40 la figura 6 muestra aún otro aspecto de la recuperación de producto.

Los dibujos son esquemáticos y se muestran con el fin de ilustración.

45 La figura 1 es un dibujo esquemático de la configuración de laboratorio usada para las pruebas facilitadas en los ejemplos. Se suministra el fluido pretratado que contiene los catalizadores homogéneos y material orgánico que va a convertirse al sistema en la posición A. Se presuriza el fluido por medio de la bomba 1 y se calienta hasta aproximadamente 230°C en el calentador 2 que comprende un intercambiador de calor y un controlador de temperatura TIC. Se suministra un segundo fluido al sistema en la posición B. Se presuriza esta corriente por medio

50 de la bomba 3 y se calienta en el calentador 4 hasta la temperatura necesaria para obtener la temperatura de conversión deseada de las corrientes de fluido mezcladas en la posición 4, que comprende un intercambiador de calor y un controlador de temperatura TIC. El catalizador heterogéneo está ubicado en el reactor 5 catalítico tubular. Tras el contacto con el catalizador heterogéneo, se enfría el fluido que contiene el material orgánico convertido hasta la temperatura ambiente en el enfriador 6, y se filtra en el filtro 7 para la separación y recogida de partículas en suspensión. Posteriormente, se expande el fluido hasta la presión ambiente sobre la válvula 8. Se mantiene la presión del sistema controlando el flujo a través de 8, utilizando el controlador de presión PIC. Se mide la temperatura del fluido expandido con el termopar 9. Se recoge la fracción líquida de la corriente en una trampa 10 de líquido, y se expulsa el gas de la trampa en la posición G. Se mide de manera continua la velocidad de flujo del gas producido mediante un medidor de gas colocado en H (no mostrado). Se analiza la composición del gas mediante

60 cromatografía de gases (no mostrado) de una pequeña muestra tomada a través de I, a presión controlada establecida mediante la válvula de control de flujo y el controlador 11 de presión (PIC).

La figura 2 muestra un dibujo esquemático de un aspecto preferido de un método según la presente invención. Se recibe material orgánico para la conversión en un almacenamiento de alimentación (no mostrado en la figura). Dicho material orgánico puede comprender una amplia gama de biomásas y desechos, y también puede comprender combustibles fósiles tales como carbón, esquisto, Orimulsion, fracciones pesadas de petróleo crudo, etc. Muchos

aspectos según la presente invención implican el tratamiento de material orgánico procedente de una mezcla de diferentes fuentes de material tal como acaba de mencionarse.

5 El almacenamiento de alimentación tendrá normalmente una capacidad correspondiente a tres días de funcionamiento de la planta. El almacenamiento de alimentación es preferiblemente un silo oculto y con agitación, tal como un silo de hormigón con agitación. Se bombea un fluido que contiene el material orgánico a la etapa 21 de pretratamiento en la posición A.

10 La primera parte del pretratamiento comprende en este aspecto una reducción de tamaño de la alimentación, por ejemplo, mediante corte, trituración, molienda y/o tamizado del material. Esta reducción de tamaño puede ser una parte integral de la bomba de alimentación (no mostrada). Durante la operación de alimentación al pretratamiento, se aumenta la presión del fluido que contiene el material orgánico que va a tratarse hasta una presión en el intervalo de 4-15 bares. En la segunda parte del pretratamiento, normalmente se mantiene el fluido que contiene dicho material orgánico en un recipiente de pretratamiento durante un periodo de 0,5-2 horas. El recipiente 23 de pretratamiento es preferiblemente un recipiente con agitación, que se mantiene a una temperatura de 100-170°C, y preferiblemente en el intervalo de 110 a 140°C. La energía para este precalentamiento de dicho fluido que comprende dicho material orgánico que va a convertirse se suministra preferiblemente, mediante recuperación de calor de una de las corrientes de procedimiento que van a enfriarse. En la figura, esto se ilustra integrando el intercambiador 22 de calor en el recipiente para la recuperación de calor de la corriente D de procedimiento.

20 Se ajusta el pH en el recipiente de pretratamiento hasta un valor por encima de 7, y preferible en el intervalo de 8-10. Este ajuste de pH puede realizarse, en muchos aspectos según la presente invención, mediante la adición de aditivos al recipiente o bien directamente en el recipiente de pretratamiento y/o bien a través de su entrada, por ejemplo mediante la adición de una base, que también puede comprender un elemento del grupo IA de la tabla periódica. Ejemplos no limitativos de tales aditivos son KOH, NaOH,  $K_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ , cenizas procedentes de la combustión de carbón o biomasa. Tales aditivos pueden añadirse al recipiente a través de una corriente S o bien formando una corriente hacia la corriente A o bien formando una corriente directamente hacia el recipiente 23. Puede proporcionarse la alimentación de la corriente S mediante una bomba de alimentación (no mostrada).

30 Durante la residencia en el recipiente 23 de pretratamiento se hidrolizan moléculas más grandes tales como celulosa, hemicelulosa y lignina, y se abren células a partir de la adición de biomasa facilitando la liberación del contenido de las células, tal como sales. Para varias materias primas potenciales, esta apertura de células implica la liberación de catalizadores tales como potasio desde la propia materia prima, permitiendo de ese modo un procedimiento muy eficiente. Varios de otros aditivos también pueden potenciar la preconversión del material orgánico y son ventajosos además para el procesamiento posterior. Tales otros aditivos incluyen alcoholes, tales como metanol, ácidos carboxílicos, aldehídos y/o cetonas. En un aspecto preferido de la invención, varios de tales aditivos que se utilizan en el pretratamiento, se producen in situ en el procedimiento y se recirculan a la etapa de pretratamiento tal como se muestra mediante las corrientes E y F. Se describen adicionalmente composiciones típicas de estas corrientes de recirculación en relación con las figuras 3-5.

40 Se retira una corriente de fluido que contiene material orgánico preconvertido del recipiente de pretratamiento mediante la bomba 24 de alimentación, y se presuriza hasta la presión de funcionamiento, por ejemplo 250 bares. La bomba de alimentación puede comprender una bomba de émbolo.

45 Tras la presurización del fluido que contiene el material orgánico preconvertido, se calientan el catalizador homogéneo y otros aditivos en la primera etapa 4 de calentamiento mediante el intercambiador 25 de calor con la corriente de producto convertido caliente procedente del reactor catalítico. La temperatura del fluido que contiene el material orgánico preconvertido será, en muchas aplicaciones según la presente invención, del orden de 20-30°C por debajo de la temperatura de funcionamiento del reactor catalítico. Durante esta primera etapa de calentamiento, el material orgánico en la alimentación se descompone además térmicamente. Pueden producirse varias reacciones secundarias no deseadas durante esta descomposición térmica, tales como la formación de hollín y residuo de carbonización. Además de reducir la eficiencia global del procedimiento, esto puede conducir a problemas operativos tales como obturación o eficiencia reducida del intercambiador de calor, y deposición sobre equipo aguas abajo. Los aditivos mencionados anteriormente reducen estas reacciones secundarias no deseadas y potencian adicionalmente la conversión del material orgánico en productos deseables.

60 Desde el intercambiador 25 de calor, el fluido que contiene dicho material orgánico preconvertido puede pasar por un primer dispositivo 26 de separación de partículas para la recogida de partículas en suspensión, que pueden formarse durante dicha preconversión durante el calentamiento. Este dispositivo 26 de separación de partículas puede comprender cualquier medio convencional para la separación de partículas, por ejemplo un ciclón, un filtro, una cámara de sedimentación gravimétrica, etc. Se retiran del procedimiento mostrado las partículas recogidas mediante la corriente T.

65 Tras el primer dispositivo 26 de separación de partículas, se mezcla el fluido que contiene dicho material orgánico preconvertido con una corriente de recirculación procedente del reactor catalítico. Este mezclado aumentará normalmente la temperatura del fluido mezclado en 10-20°C, y la recirculación introducirá además compuestos deseables para la conversión adicional, en la alimentación. Tras el mezclado con la corriente de recirculación, el

fluido mezclado pasa a un compensador 27 (segunda unidad de calentamiento), en el que la temperatura se eleva hasta la temperatura de funcionamiento del reactor 5 catalítico. El compensador 27 puede ser, en muchos aspectos según la presente invención, un calentador alimentado con gas o petróleo, y se abastece con combustible preferiblemente al menos parcialmente recirculando gas y/u otros productos combustibles producidos en el procedimiento. En un aspecto preferido, se abastece con combustible este compensador recirculando el gas producido indicado como Y en la figura 3. La recirculación de dicho gas Y producido puede incluir una etapa de purificación.

En el reactor 5 catalítico, se ponen en contacto el fluido que contiene catalizador homogéneo, aditivos y el material orgánico preconvertido con el catalizador heterogéneo. El catalizador heterogéneo estará contenido normalmente en un lecho fijo tubular, y el reactor catalítico puede comprender múltiple lechos fijos tubulares. Durante la conversión, generalmente se produce un gas combustible disuelto, un componente orgánico soluble en agua y un petróleo. La distribución de productos puede ajustarse dentro de un amplio intervalo de concentración de productos resultantes tal como se muestra en los ejemplos a continuación, y puede controlarse seleccionando una combinación adecuada de tiempo de residencia, velocidad de flujo de recirculación, temperatura de reacción y concentración de catalizador homogéneo y aditivos.

Se recircula parte de la corriente de producto procedente del reactor catalítico mediante la bomba 28, y se mezcla con el fluido que contiene el material orgánico preconvertido tal como se describió anteriormente. Se retira la parte restante correspondiente al flujo másico del fluido que contiene el material orgánico preconvertido antes de mezclarlo con la corriente de recirculación, al segundo dispositivo 29 de separación de partículas. Como para el primer dispositivo 26 de separación de partículas, este segundo dispositivo 29 de separación de partículas puede comprender cualquier medio convencional para la separación de partículas, por ejemplo, un ciclón, un filtro, una cámara de sedimentación gravimétrica etc. La principal característica es proporcionar una separación en caliente de posibles partículas en suspensión producidas de petróleo antes del enfriamiento y la expansión para evitar la adsorción del petróleo en las partículas en suspensión. Sin embargo, en varias aplicaciones de la presente invención, por ejemplo para materia prima con un bajo contenido en cenizas, este dispositivo de separación de partículas puede ser opcional. Las partículas recogidas en el segundo dispositivo de separación de partículas se retiran del procedimiento mostrado mediante la corriente C.

De manera posterior al paso por el segundo dispositivo 29 de separación de partículas, la corriente de fluido se enfría mediante intercambio de calor con la corriente de alimentación en el intercambiador 25 de calor, y en el intercambiador 22 de calor y se expande hasta una presión en el intervalo de 75-225 bares sobre la válvula 8 de expansión, y se separa en el sistema 30 de recuperación de producto. Parte de la corriente de fluido separada procedente del sistema 30 de recuperación de producto, tal como las corrientes F y/o E puede recircularse a la etapa de pretratamiento tal como se describió anteriormente. El sistema 30 de recuperación de producto se ilustra y describe adicionalmente a continuación en las figuras 3-6.

El sistema de separación, ilustrado en la figura 3, comprende un separador 12 gas-líquido, que separa los productos gaseosos en la corriente Y y los productos líquidos en la corriente J. En un aspecto, el producto gaseoso se usa internamente para abastecer con combustible el compensador 27. Los productos líquidos se separan adicionalmente en un primer filtro 13 de membrana. La separación mediante filtración con membrana está dirigida por presión, y en muchas aplicaciones aplicando una membrana de nano- o ultrafiltración. El material retenido de la filtración en la corriente L incluye partes del agua de alimentación, el producto del petróleo y los compuestos inorgánicos disueltos, por ejemplo sales procedentes de la materia prima y el catalizador homogéneo. El producto del petróleo se separa de la corriente L en un separador 14 de petróleo (unidad de separador de fases) que funciona en condiciones atmosféricas, y que forma la corriente X de producto del petróleo. El agua y los compuestos inorgánicos disueltos restantes forman la corriente O. La parte principal de la corriente O se recircula a la preconversión en la corriente E, recirculando de ese modo el catalizador homogéneo, mientras que se descarga una corriente P de purga para equilibrar el aporte de compuesto inorgánico procedente de la materia prima.

Se ilustra en las figuras 4 – 6, el procesamiento adicional del permeado de la filtración con membrana, indicado como corriente K. La corriente K contiene menores componentes orgánicos solubles en agua como ácidos carboxílicos y alcoholes C 1-4.

En un aspecto ilustrado en la figura 4, se alimenta la corriente K a una unidad 15 de separación (filtro de membrana), que produce agua pura de calidad como agua potable en la corriente U y una corriente de componentes orgánicos solubles en agua en la corriente W. La unidad 15 de separación es, en un aspecto de la invención, una unidad de membrana de ósmosis inversa, que comprende una multitud de módulos de membrana. Se recirculan los componentes orgánicos solubles en agua retenidos en la corriente W a la etapa de preconversión.

En un aspecto adicional, ilustrado en la figura 5, se divide la corriente K en una corriente F de componentes orgánicos solubles en agua concentrados y una corriente Q de agua con componentes orgánicos reducidos. La unidad 15 de separación está implicada en muchas aplicaciones con una separación con membrana dirigida por gradientes de concentración o temperatura, como pervaporación o destilación con membrana. La corriente Q de agua se purifica adicionalmente en una etapa 17 de pulido, que produce la corriente U de agua pura. La etapa 17 de

pulido es preferiblemente un filtro de carbono activado o medios similares para la absorción de concentraciones muy bajas de impurezas procedentes de una corriente de agua.

5 En un aspecto ilustrado en la figura 6, la corriente K de componentes orgánicos solubles en agua se alimenta a una pila 18 de combustible de metanol directo, produciendo electricidad y una corriente R de agua de procedimiento. La pila 18 de combustible de metanol directo podría incluir etapas de acondicionamiento de efluentes y corrientes de alimentación.

### Ejemplos

#### 10 EJEMPLO ILUSTRATIVO 1: CONVERSIÓN DE LODOS DE DEPURADORA

Se convirtieron los lodos de depuradora digeridos de manera anaerobia siguientes según el método de la presente invención en la planta a escala de laboratorio mostrada en la figura 1.

15 El contenido en materia seca de los lodos de depuradora era del 5%. Los principales componentes de la materia seca en % en peso fueron:

20 > C = 28,3%

> H = 4,33%

> N = 3,55%

25 > O = 28,4%

> P = 4,49%

> Al = 7,77%

30 > Si = 7,44%

> Ca = 6,95%

35 > Fe = 3,17%

> K = 1,62%

40 Se analizó además un análisis elemental de la materia seca de los lodos de depuradora mediante plasma acoplado inducido (ICP) revelando la siguiente composición:

C [%]	O [%]	Al [%]	H [%]	Ca [%]	Si [%]	N [%]	P [%]	K [%]
30,9	30,5	6,15	5,2	5,03	4,98	4,66	4,62	2,36

Cl [%]	S [%]	Fe [%]	Na [%]	Mg [%]	Zn [%]	Ti [%]	Ba [%]	Mn [%]
1,13	1,09	1,04	0,938	0,875	0,226	0,195	0,0652	0,0375

45 La fracción de combustible asciende al 58% del contenido en materia seca, con un valor calorífico de 22,2 MJ/kg, que se traduce en un poder calorífico de 476 KJ/kg en los lodos de depuradora según se reciben.

50 Antes de la prueba, se pretrataron los lodos de depuradora mediante dimensionado hasta menos de 1 mm mediante el corte de partículas más largas mediante un macerador Seepex (de tipo 25/15-I-I-F12-2) y la molienda mediante un molino coloidal (Probst und Class, de tipo N100/E), y se filtraron mediante un filtro de cesta de criba (anchura de malla de 1 mm).

Posteriormente, se añadió el 1,5%, en peso de potasio en forma de carbonato de potasio a la suspensión espesa resultante. El valor de pH de la suspensión espesa era de 9,0.

55 Se estabilizaron 125 ml de catalizador heterogéneo de ZrO<sub>2</sub> con el 2,2% molar atómico de Si. Se añadió el catalizador en forma de gránulos cilíndricos de 3 mm de longitud y un diámetro de 3 mm al reactor tubular.

60 Se presurizaron 63 g/h de los lodos de depuradora pretratados hasta 250 bares y se calentaron hasta 230°C en la etapa de precalentamiento. Se mezcló esta corriente con 393 g/h de agua a presión calentada a una temperatura de modo que se obtuviera una temperatura sustancialmente constante de 360 ± 5°C tras el mezclado.



Posteriormente se puso en contacto el flujo mezclado con el catalizador heterogéneo en el reactor. La razón de alimentación con respecto a agua se traduce en una razón de agua con respecto a alimentación de 6:1, y el flujo total de 456 g/h se traduce en un tiempo de contacto de aproximadamente 4 minutos.

5 Tras el contacto con el catalizador heterogéneo, se enfría el fluido que contiene el material orgánico convertido hasta la temperatura ambiente, se filtra a través de un filtro de partículas para la recogida de partículas en suspensión, y se expande hasta la presión ambiente. Se recogió la fracción líquida en la corriente en una trampa de líquido, y se expulsa el gas.

10 El experimento dio como resultado tres corrientes de producto, un gas, un producto acuoso y un precipitado sólido. Se recogieron muestras para análisis durante un periodo de 15,5 horas.

15 Análisis de gas

Se midieron de manera continua la velocidad de flujo y la composición del gas producido mediante un medidor de gas con toma de muestras. Se midió la composición mediante cromatografía de gases.

20 El análisis de la fase gaseosa reveló los siguientes resultados:

Análisis de gas	
Hidrógeno [% en vol.]	55,13
Dióxido de carbono [% en vol.]	31,92
Monóxido de carbono [% en vol.]	0,00
Metano [% en vol.]	12,87
Eteno [% en vol.]	0,00
Etano [% en vol.]	0,00
Propeno [% en vol.]	0,00
Propano [% en vol.]	0,00
Compuestos C4 [% en vol.]	0,00
Total [% en vol.]:	99,92
Cantidad total de carbono, g	0,91

Análisis de líquido

25 El producto líquido contenía partículas en suspensión. Se analizó el líquido filtrado mediante cromatografía iónica, emisión de plasma inducido (ICP) y analizadores de carbono total a alta temperatura y espectrometría de masas.

El análisis de la fase líquida reveló los siguientes resultados:

Análisis de líquido	
pH	8,32
Carbono orgánico total (COT), [ppm en peso]	726,8
Carbono inorgánico total (CIT), [ppm en peso]	361,5
Carbono total, [ppm en peso]	1088,3
Metanol [ppm en peso]	600
Etanol [ppm en peso]	300
Ácido acético [ppm en peso]	332,7
Ácido fórmico [ppm en peso]	10,3
Acetaldehído [ppm en peso]	104,9
Cantidad total de carbono en líquido	9,30 g

30 Se encontró que el contenido en carbono inorgánico en el líquido se debía principalmente a la presencia de carbonato.

Análisis de sólido

5 Se analizaron las fracciones sólidas por medio de un analizador de carbono total y mediante análisis elemental mediante un analizador de plasma acoplado inducido (ICP). Se encontró que una fase orgánica se adsorbía en las partículas inorgánicas en las condiciones experimentales usadas.

10 Se extrajo esta fase orgánica antes del análisis de sólido usando CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Se encontró que la fracción extraíble del carbono orgánico era una fase de petróleo, que consistía principalmente en hidrocarburos saturados con una longitud de cadena de 12 a 16 átomos de carbono, y por ello comparable con combustible o gasóleo. El petróleo contenía 2-hexadecanona, heptadecano, 6,10-dimetil-2-undecanona, hexadecano, 3-metil-indol, 2-tridecanona y otros compuestos. Un análisis de azufre y halógenos realizado en el petróleo extraído, mostró que el petróleo estaba esencialmente libre de compuestos de azufre y halógenos. La cantidad total de petróleo extraído de los sólidos era de 3,86 g y la cantidad total de carbono hallado en la fase de petróleo era equivalente a 3,28 g.

15 No se detectó carbono en el producto sólido tras la extracción de petróleo adsorbido, lo que indicó una conversión del 100% del material orgánico en la alimentación. Puede concluirse el mismo resultado a partir del balance de carbono a continuación:

Balance de carbono

20

C aportado:	C producido:	
Lodos de depuradora: 13,81g	0,91 g de C gaseoso	⇒ 4,97%
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> : 4,51 g	4,34 g de líquido de CIT	⇒ 23,68%
	9,3 g de líquido de COT	⇒ 50,74%
	0,0 de sólido de COT	⇒ 0,00%
	3,28 g de C en petróleo	⇒ 17,9%
Σ 18,33 g	Σ 17,83 g de conversión	⇒ 97,3%

Balance de energía

Componente	Valor calorífico [kJ/kg]	Cantidad [g]	Fracción de energía [% de aporte de energía con la alimentación]
Lodos de alimentación	476	976,5	
Metano	50,400	0,25	2,71
Hidrógeno	240,103	0,21	10,8
Metanol	19,918	13,67	58,6
Petróleo	41,900	3,86	34,8
Total			107,0

25 EJEMPLO ILUSTRATIVO 2: CONVERSIÓN DE LODOS DE DEPURADORA

Se precalentaron lodos de depuradora digeridos de manera anaerobia con características como las facilitadas anteriormente en el ejemplo y se convirtieron usando el mismo catalizador y configuración experimental.

30 Se presurizaron 140 g/h de los lodos de depuradora pretratados hasta 250 bar y se calentaron hasta 230°C en la etapa de precalentamiento. Se mezcló esta corriente con 414 g/h de agua a presión calentada a una temperatura de modo que se obtuviera una temperatura sustancialmente constante de 300 ± 5°C tras el mezclado.

35 Posteriormente, se puso en contacto el flujo mezclado con el catalizador heterogéneo en el reactor. La razón de alimentación con respecto a agua se traduce en una razón de agua con respecto a alimentación de 3:1, y el flujo total de 545 g/h se traduce en un tiempo de contacto de 3,3 minutos.

40 Tras el contacto con el catalizador heterogéneo, se enfría el fluido que contiene el material orgánico convertido hasta la temperatura ambiente, se filtra a través de un filtro de partículas para la recogida de partículas en suspensión, y se expande hasta la presión ambiente. Se recoge la fracción de líquido en la corriente en una trampa de líquido, y se expulsa el gas.

## ES 2 518 993 T3

El experimento dio como resultado tres corrientes de producto, un gas, un producto acuoso y un precipitado sólido. Se recogieron muestras para análisis durante un periodo de 10,5 horas.

### Análisis de gas

5

El análisis de la fase gaseosa reveló los siguientes resultados:

Análisis de gas	
Hidrógeno [% en vol.]	31,36
Dióxido de carbono [% en vol.]	41,17
Monóxido de carbono [% en vol.]	2,25
Metano [% en vol.]	24,22
Eteno [% en vol.]	0,00
Etano [% en vol.]	0,00
Propeno [% en vol.]	0,00
Propano [% en vol.]	0,00
Compuestos C4 [% en vol.]	0,00
Total [% en vol.]:	99,00
Cantidad total de carbono, g	0,54

### Análisis de líquido

10

El análisis de la fase líquida reveló los siguientes resultados:

Análisis de líquido	
pH	7,42
Carbono orgánico total (COT), [ppm en peso]	985,1
Carbono inorgánico total (CIT), [ppm en peso]	439,3
Carbono total, [ppm en peso]	1424,4
Metanol [ppm en peso]	800
Etanol [ppm en peso]	0
Ácido acético [ppm en peso]	347,2
Ácido fórmico [ppm en peso]	43,2
Acetaldehído [ppm en peso]	156,5
Cantidad total de carbono en líquido	13,33 g

15

Se encontró que el contenido en carbono inorgánico en el líquido se debía principalmente a la presencia de carbonato.

### Análisis de sólido

20

Se analizaron las fracciones sólidas por medio de un analizador de carbono total. Se encontró que una fase orgánica se adsorbía en las partículas inorgánicas en las condiciones experimentales usadas.

25

Se extrajo esta fase orgánica antes del análisis de sólido usando  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Se encontró que la fracción extraíble del carbono orgánico era una fase de petróleo, que consistía principalmente en hidrocarburos saturados con una longitud de cadena de 12 a 16 átomos de carbono, y por ello comparable con combustible o gasóleo. El petróleo contenía 2-hexadecanona, heptadecano, 6,10-dimetil-2-undecanona, hexadecano, 3-metil-indol, 2-tridecanona y otros compuestos. La cantidad total de petróleo extraído de los sólidos era de 12,73 g y la cantidad total de carbono hallado en la fase de petróleo era equivalente a 10,83 g.

30

No se detectó carbono en el producto sólido la extracción de petróleo adsorbido, lo que indicó una conversión del 100% del material orgánico en la alimentación.

Balance de carbono:

C aportado:		C producido:		
Lodos de depuradora:	20,58g	0,54 g de C gaseoso	⇒	1,97%
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :	6,78 g	6,43 g de líquido de CIT	⇒	23,5%
		6,3 g de líquido de COT	⇒	23,02%
		0,0 de sólido de COT	⇒	0,00%
		10,83 g de C en petróleo	⇒	39,58%
Σ	27,36 g	Σ 24,1 g de conversión	⇒	88,1%

Balance de energía:

5

Componente	Valor calorífico [kJ/kg]	Cantidad [g]	Fracción de energía [% de aporte de energía con la alimentación]
Lodos de alimentación	476	1470	
Metano	50,400	0,28	2,01
Hidrógeno	240,103	0,07	2,40
Equivalentes de metanol	19,918	9,30	26,37
Petróleo	41,900	12,73	76,2
Total			107,0

EJEMPLO ILUSTRATIVO 3: CONVERSIÓN DE ENSILADO DE MAÍZ

10 Se pretrató ensilado de maíz y se convirtió usando el mismo catalizador y configuración experimental según se describió anteriormente en los ejemplos 1 y 2.

15 Antes de la prueba, se pretrató el ensilado de maíz mediante dimensionado hasta menos de 1 mm mediante el corte de partículas más largas mediante un macerador Seepex (de tipo 25/15-I-I-F12-2) y la molienda mediante un molino coloidal (Probst und Class, de tipo N100/E), y se filtró mediante un filtro de cesta de criba (anchura de malla de 1 mm).

Posteriormente, se añadió el 1,5% en peso de potasio en forma de carbonato de potasio a la suspensión espesa resultante. El valor de pH de la suspensión espesa era de 9,6.

20 Las características del ensilado de maíz tras el pretratamiento eran las siguientes:

Materia prima de ensilado de maíz	
Contenido en materia seca [% en peso]	11,29
Fracción inorgánica de materia seca [% en peso]	29,4
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	1,0099
pH	9,6
Calor de combustión <sup>1</sup> [kJ/kg]	1435
<sup>1</sup> Basado en un calor de combustión de 18 MJ/kg para la fracción orgánica de la materia seca.	

El contenido inorgánico de la materia seca era principalmente el carbonato de potasio añadido, representando aproximadamente ¾ de los compuestos inorgánicos de la materia seca.

25 El análisis mediante CG-EM de la materia prima de ensilado de maíz reveló numerosos compuestos, pero todos estaban presentes en concentraciones demasiado bajas para su identificación. Particularmente no se encontraron componentes aromáticos como fenoles en ninguna cantidad significativa.

30 Se analizó el contenido en materia seca de la materia prima de ensilado de maíz, revelando la siguiente composición:

Materia seca de ensilado de maíz			
CT [mg/kg]	325000	Mo [mg/kg]	7,82
COT [mg/kg]	315000	N [mg/kg]	6960
Al [mg/kg]	233	Na [mg/kg]	825
Ca [mg/kg]	2023	Ni [mg/kg]	11,1
Cl [mg/kg]	1682	S [mg/kg]	<0,1
Cr [mg/kg]	28	Si [mg/kg]	2090
Fe [mg/kg]	4571	Zr [mg/kg]	2,24
K [mg/kg]	112350		

Se presurizaron 140 g/h del ensilado de maíz pretratado hasta 250 bar y se calentó hasta 230°C en la etapa de precalentamiento. Se mezcló esta corriente con 377 g/h de agua a presión calentada a una temperatura de modo que se obtuviera una temperatura sustancialmente constante de  $350 \pm 5^\circ\text{C}$  tras el mezclado.

- 5 Posteriormente, se puso en contacto el flujo mezclado con el catalizador heterogéneo en el reactor. La razón de alimentación con respecto a agua se traduce en una razón de agua con respecto a alimentación de 3,75:1, y el flujo total de 517 g/h se traduce en un tiempo de contacto de 3,3 minutos.
- 10 Tras el contacto con el catalizador heterogéneo, se enfrió el fluido que contiene el material orgánico convertido hasta la temperatura ambiente, se filtró a través de un filtro de partículas para la recogida de partículas en suspensión, y se expandió hasta la presión ambiente. Se recoge la fracción de líquido en la corriente en una trampa de líquido, y se expulsa el gas.
- 15 El experimento dio como resultado cuatro corrientes de producto, un gas, un producto acuoso, una fase de petróleo libre y un precipitado sólido. Se recogieron muestras para análisis durante un periodo de 16 horas.

#### **Análisis de gas**

- 20 El análisis de la fase gaseosa reveló los siguientes resultados:

Análisis de gas	
Hidrógeno [% en vol.]	7,5
Dióxido de carbono [% en vol.]	88,74
Monóxido de carbono [% en vol.]	0,00
Metano [% en vol.]	0,33
Eteno [% en vol.]	0,06
Etano [% en vol.]	0,06
Propeno [% en vol.]	0,25
Propano [% en vol.]	0,05
Compuestos C4 [% en vol.]	0,00
Total [% en vol.]:	
Cantidad total de carbono, g	15,2

#### Análisis de líquido

- 25 El análisis de la fase líquida reveló los siguientes resultados:

Análisis de líquido	
pH	8,30
Carbono orgánico total (COT), [ppm en peso]	2105
Carbono inorgánico total (CIT), [ppm en peso]	201

Carbono total, [ppm en peso]	2305
Metanol [% en vol.]	1,64
Etanol [% en vol.]	0,27
Ácido acético [ppm en peso]	5185
Ácido fórmico [ppm en peso]	2206
Ácido de glicol	10470
Acetaldehído [ppm en peso]	115,0
Cantidad total de carbono en líquido	40,1 g

Se encontró que el contenido en carbono inorgánico en el líquido se debía principalmente a la presencia de carbonato.

5 Análisis de sólido

Se analizaron las fracciones sólidas por medio de un analizador de carbono total. Se encontró que una fase orgánica se adsorbía en las partículas inorgánicas en las condiciones experimentales usadas.

- 10 Se extrajo esta fase orgánica antes del análisis de sólido usando  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . Se encontró que la fracción extraíble del carbono orgánico era una fase de petróleo, que consistía principalmente en hidrocarburos saturados con una longitud de cadena de 12 a 16 átomos de carbono, y por ello comparable con combustible o gasóleo. El petróleo contenía fenol, tolueno, 4-etil-fenol, 4-etil-3-metilfenol, ciclopent-2-en-1-ona, 2,3,4-trimetilo, 2-metil-1-penten-3-ino y otros compuestos. Un análisis de azufre del petróleo mostró que la fase de petróleo estaba esencialmente libre de azufre. Un análisis similar para determinar los compuestos de halógenos mostró que la fase de petróleo estaba esencialmente libre de halógeno. La cantidad total de petróleo extraída de los sólidos era de 14,76 g y la cantidad total de carbono hallado en la fase de petróleo era equivalente a 12,55 g.

- 20 No se detectó carbono en el producto sólido tras la extracción de petróleo adsorbido, lo que indicó una conversión del 100% del material orgánico en la alimentación. Puede concluirse el mismo resultado a partir del balance de carbono a continuación:

Balance de carbono:

C aportado:	C producido:	
Alimentación de ensilado de maíz: 82,19 g	15,2 g de C gaseoso	⇒ 18,5%
	40,1 g de líquido de COT	⇒ 48,8%
	0,0 de sólido de COT	⇒ 0,0%
	28,35 g de C en petróleo	⇒ 34,5%
Σ 82,19 g	Σ 83,62 g de conversión	⇒ 101,8%

25 Balance de energía:

Componente	Valor calorífico [kJ/kg]	Cantidad [g]	Fracción de energía [% de contenido energético de alimentación]
Lodos de alimentación	476	2240	
Hidrógeno	240,103	0,07	1,6
Metanol	19,918	28,9	17,9
Etanol	28,200	4,20	4,2
Ácido de glicol	14,400	0,41	10,4
Ácido acético	18,200	1,23	6,5
Petróleo	41,900	14,76	45,1
Total			85,7

Adicionalmente, se usan las siguientes definiciones en la descripción de la presente invención.

5 El término combustible de hidrocarburo pretende definir, en la presente invención, todos los combustibles a base de hidrocarburos, que pueden comprender o no otros elementos distintos a carbono e hidrógeno, por ejemplo, algunos de dichos hidrocarburos pueden comprender oxígeno y otros elementos, por ejemplo, en forma de grupos de alcoholes, aldehídos, cetonas, ácido carboxílico, éster, éteres etc. y productos de reacción de los mismos.

10 Los procedimientos con membrana de la presente invención se conocen bien en la técnica anterior (por ejemplo, W.S. HO et al, "Membrane Handbook", Van Nordstrand Reinhold, págs. 103-132, págs. 263-446, 1992, ISBN 0-442-23747-2, K. Scott, "Handbook of Industrial Membranes" Elsevier Science Publishers, 1995, págs. 3-163, págs. 331-355, págs. 575-630, ISBN 1 85617 233 3)

15 Las áreas superficiales a las que se hace referencia en la totalidad de esta memoria descriptiva y las reivindicaciones son las áreas superficiales BET con nitrógeno determinadas mediante el método descrito en el artículo de Brunauer, P. Emmett y E. Teller, J. Am. Chem. Soc., Vol. 60, pág. 309 (1938). Este método depende de la condensación de nitrógeno en los poros, y es eficaz para medir poros con diámetros de poro en el intervalo de 10 Å a 600 Å. El volumen de nitrógeno adsorbido está relacionado con el área superficial por peso unitario del soporte.

20 Se conoce bien en la técnica anterior que la actividad de un catalizador es proporcional al área superficial (BET), y que los catalizadores pueden mostrar una disminución de la actividad significativa con el tiempo, cuando se someten, por ejemplo, a condiciones hidrotérmicas usadas en relación con la presente invención. Para minimizar tal posible pérdida de actividad, se incorpora un estabilizador de área superficial en el catalizador heterogéneo.

25 El fango rojo es un producto de desecho del procesamiento de bauxita a través del procedimiento de Bayer. Comprende óxidos e hidróxidos principalmente de aluminio, hierro, titanio, silicio y sodio.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Método para convertir un material orgánico en combustibles de hidrocarburo, que comprende las etapas de:
- 5 - presurizar dicho material orgánico que está en un fluido hasta una presión por encima de 225 bar,
- calentar dicho material orgánico en dicho fluido a una temperatura por encima de 200°C en presencia de un catalizador homogéneo que comprende un compuesto de al menos un elemento del grupo IA de la tabla periódica de elementos,
- 10 en el que el método comprende además las etapas de:
- posteriormente a dichas etapas de calentamiento y presurización, poner en contacto dicho material orgánico en dicho fluido con un catalizador heterogéneo que comprende un compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica y/o alfa-alúmina
- 15 - garantizar que dicho fluido tiene inicialmente un valor de pH por encima de 7.
- 2.- Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de pretratamiento del material orgánico a una presión de 4-15 bar a la temperatura de 100-170°C durante un periodo de 0,5-2 horas.
- 20 3.- Método según la reivindicación 2, en el que la etapa de pretratamiento comprende una etapa de reducción de tamaño del material tal como una etapa de corte, trituración, molienda o tamizado o una combinación de los mismos.
- 25 4.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que la etapa de pretratamiento comprende la etapa de adición de aditivos al fluido.
- 5.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que la etapa de pretratamiento comprende la etapa de ajuste del pH de dicho fluido que comprende dicho material orgánico hasta por encima de 7.
- 30 6.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa de separación de partículas del fluido que comprende el material orgánico.
- 7.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una segunda etapa de calentamiento del fluido.
- 35 8.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una segunda separación de partículas.
- 40 9.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una primera etapa de enfriamiento del fluido.
- 10.- Método según la reivindicación 8, en el que la primera etapa de enfriamiento se realiza mediante intercambio de calor con la primera etapa de calentamiento y/o una etapa de precalentamiento del fluido en la etapa de pretratamiento.
- 45 11.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de separación de gas del fluido, tal como gas combustible.
- 50 12.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que el gas combustible se usa para el calentamiento del fluido en la segunda etapa de calentamiento.
- 13.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de filtración del fluido en agua y componentes orgánicos solubles en agua del petróleo y sales solubles en agua en un primer filtro de membrana.
- 55 14.- Método según la reivindicación 13, en el que el agua y los componentes orgánicos solubles en agua se transforman en electricidad en una pila de combustible de metanol directo.
- 60 15.- Método según la reivindicación 13, que comprende además una segunda etapa de filtración de componentes orgánicos solubles en agua del agua, tal como una purificación de metanol en un segundo filtro de membrana.
- 16.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 13-15, en el que dichos uno o más filtros de membrana se selecciona(n) del grupo de procedimientos con membrana que comprende ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa o evaporación o una combinación de los mismos.
- 65



- 17.- Método según la reivindicación 15, en el que el agua y los componentes orgánicos solubles en agua tras la segunda etapa de filtración se transforma en agua potable en un procedimiento de ósmosis inversa.
- 5 18.- Método según la reivindicación 13, en el que el componente orgánico soluble en agua que comprende metanol concentrado se recircula a la etapa de pretratamiento.
- 19.- Método según la reivindicación 13, que comprende una etapa de separación de fases.
- 10 20.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de puesta en contacto del material orgánico en el fluido con un catalizador heterogéneo se realiza mientras que la temperatura se mantiene sustancialmente constante.
- 15 21.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura en la etapa de puesta en contacto está en el intervalo de 200-650°C, tal como en el intervalo de 200-450°C, y preferiblemente en el intervalo de 200-374°C, e incluso más preferiblemente en el intervalo de 250-374°C, tal como en el intervalo de 275-350°C.
- 20 22.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la presión para dicha conversión está en el intervalo de 225-600 bares, tal como en el intervalo de 225-400 bares y preferiblemente en el intervalo de 225-350 bares, tal como en el intervalo de 240-300 bares.
- 23.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de puesta en contacto se realiza en menos de 30 minutos, tal como menos de 20 minutos, preferiblemente menos de 10 minutos, tal como menos de 7,5 minutos, e incluso más preferiblemente en el intervalo de 0,5-6 minutos, tal como en el intervalo de 1-5 minutos.
- 25 24.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica comprende zirconio y/o titanio.
- 25.- Método según la reivindicación 24, en el que el compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica está en una forma de óxido y/o hidróxido o una combinación de las dos.
- 30 26.- Método según las reivindicaciones 24 ó 25, en el que al menos parte del compuesto de al menos un elemento del grupo IVB de la tabla periódica está en forma de sulfato o sulfuro.
- 35 27.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el catalizador heterogéneo comprende además al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en Fe, Ni, Co, Cu, Cr, W, Mn, Mo, V, Sn, Zn, Si en una cantidad de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad de hasta el 10% en peso, preferiblemente en una cantidad de hasta el 5% en peso, tal como de hasta el 2,5% en peso.
- 40 28.- Método según la reivindicación 27, en el que estos elementos están en forma de óxido y/o hidróxido.
- 29.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo está en forma de partículas en suspensión, pastillas, gránulos, anillos, cilindros, una estructura de panal, una estructura fibrosa y/o una combinación de éstos.
- 45 30.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo está contenido al menos parcialmente en un reactor.
- 31.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho reactor es un reactor de lecho fijo.
- 50 32.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo tiene un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g, tal como 25 m<sup>2</sup>/g, y preferiblemente al menos 50 m<sup>2</sup>/g, tal como 100 m<sup>2</sup>/g, e incluso más preferiblemente al menos 150 m<sup>2</sup>/g, tal como al menos 200 m<sup>2</sup>/g.
- 55 33.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo comprende al menos un estabilizador de área superficial seleccionado del grupo que consiste en Si, La, Y o Ce o una combinación de los mismos.
- 60 34.- Método según la reivindicación 33, en el que dicho catalizador heterogéneo comprende dicho al menos un estabilizador de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 20% en peso, tal como una cantidad eficaz de hasta el 10% en peso, preferiblemente dichos estabilizadores de área superficial en una cantidad eficaz de hasta el 7,5% en peso, tal como estabilizadores de superficie en una cantidad eficaz de hasta el 5% en peso, y más preferiblemente dichos estabilizadores de superficie están presentes en una cantidad eficaz del 0,5-5% en peso, tal como el 1-3% en peso.
- 65 35.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo tiene un área superficial BET de al menos 10 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 25

m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, y preferiblemente un área superficial BET de al menos 50 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, tal como un área superficial BET de al menos 100 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas de uso, e incluso más preferiblemente un área superficial BET de al menos 150 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso, tal como un área superficial BET de al menos 200 m<sup>2</sup>/g tras 1000 horas en uso.

- 5 36.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho catalizador heterogéneo se produce a partir de fango rojo.
- 10 37.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de recirculación de carbonatos y/o hidrogenocarbonatos.
- 15 38.- Método según la reivindicación 37, en el que la concentración de dichos carbonatos y/o hidrogenocarbonatos es/son de al menos el 0,5% en peso, tal como al menos el 1% en peso, y preferiblemente al menos el 2% en peso, tal como al menos el 3% en peso, y más preferiblemente al menos el 4% en peso, tal como al menos el 5% en peso.
- 20 39.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de recirculación de al menos un alcohol.
- 40.- Método según la reivindicación 39, en el que dicho al menos un alcohol comprende metanol.
- 41.- Método según la reivindicación 40, en el que el contenido en metanol en dicho fluido es de al menos el 0,05% en peso, tal como al menos el 0,1% en peso, y preferiblemente al menos el 0,2% en peso, tal como al menos el 0,3% en peso, e incluso más preferiblemente al menos el 0,5% metanol en peso, tal como al menos el 1% en peso.
- 25 42.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de recirculación de un fluido que contiene hidrógeno.
- 30 43.- Método según la reivindicación 42, en el que el contenido en hidrógeno de dicho fluido corresponde a al menos el 0,001% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como al menos el 0,01% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, y preferiblemente el 0,1% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como el 0,2% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, e incluso más preferiblemente el contenido en hidrógeno del fluido es de al menos el 0,5% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse, tal como al menos el 1% en peso de la cantidad de dicho material orgánico que va a tratarse.
- 35 44.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de recirculación de al menos un ácido carboxílico.
- 40 45.- Método según la reivindicación 44, en el que dicho al menos un ácido carboxílico comprende al menos un ácido carboxílico que tiene una longitud de cadena correspondiente a 1-4 átomos de carbono.
- 46.- Método según la reivindicación 45, en el que dicho al menos un ácido carboxílico comprende ácido fórmico y/o ácido acético.
- 45 47.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 44-46, en el que la concentración de dicho(s) ácido(s) carboxílico(s) en dicho fluido es de al menos 100 partes por millón en peso, tal como al menos 250 partes por millón en peso, y preferiblemente al menos 400 partes por millón en peso, tal como al menos 500 partes por millón en peso.
- 50 48.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de recirculación de al menos un aldehído y/o al menos una cetona.
- 55 49.- Método según la reivindicación 48, en el que dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona comprende al menos un aldehído y/o al menos una cetona que tiene una longitud de cadena correspondiente a 1-4 átomos de carbono.
- 50.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 48-49, en el que dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona comprende formaldehído y/o acetaldehído.
- 60 51.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 48-50, en el que la concentración de dicho al menos un aldehído y/o al menos una cetona en dicho fluido es de al menos 100 partes por millón en peso, tal como al menos 250 partes por millón en peso, y preferiblemente al menos 400 partes por millón en peso, tal como al menos 500 partes por millón en peso.
- 65 52.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el catalizador homogéneo comprende potasio y/o sodio.

- 53.- Método según la reivindicación 52, en el que el catalizador homogéneo comprende una o más sales solubles en agua seleccionadas del grupo que consiste en KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> o NaHCO<sub>3</sub> o una combinación de las mismas.
- 54.- Método según la reivindicación 52 ó 53, en el que la concentración del catalizador homogéneo es de al menos el 0,5% en peso, tal como al menos el 1% en peso, y preferiblemente al menos el 1,5% en peso, tal como al menos el 2,0% en peso, e incluso más preferiblemente por encima del 2,5% en peso, tal como al menos el 4% en peso.
- 55.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho fluido comprende agua.
- 56.- Método según la reivindicación 55, en el que dicha agua tiene una concentración de al menos el 5% en peso, tal como al menos el 10% en peso, y preferiblemente al menos el 20% en peso, tal como al menos el 30% en peso, e incluso más preferiblemente al menos el 40% en peso de dicho fluido.
- 57.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 55-56, en el que la concentración de dicha agua en dicho fluido es de hasta el 99,5% en peso, tal como de hasta el 98% en peso, y preferiblemente de hasta el 95% en peso, tal como de hasta el 90% en peso, e incluso más preferiblemente de hasta el 85% en peso, tal como de hasta el 80% en peso.
- 58.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 37-51, en el que dicho al menos un carbonato y/o al menos un hidrogenocarbonato y/o al menos un alcohol y/o al menos un ácido carboxílico y/o al menos un aldehído y/o al menos una cetona se produce al menos parcialmente mediante la conversión de dicho material orgánico.
- 59.- Método según la reivindicación 58, en el que dicho al menos un carbonato y/o al menos un hidrogenocarbonato y/o al menos un alcohol y/o al menos un ácido carboxílico y/o al menos un aldehído y/o al menos una cetona se recirculan tras la etapa de puesta en contacto.
- 60.- Método según la reivindicación 58 ó 59, en el que al menos parte de una corriente de dicha recirculación se mezcla en una razón con una corriente de alimentación de dicho fluido que comprende dicho catalizador homogéneo y material orgánico que va a convertirse antes de entrar en el reactor catalítico.
- 61.- Método según la reivindicación 60, en el que la razón de la corriente de recirculación con respecto a la corriente de alimentación de dicho fluido está en el intervalo de 1-20, tal como 1-10, y preferiblemente dentro del intervalo de 1,5-7,5, tal como en el intervalo de 2-6, y más preferiblemente en el intervalo de 2,5-5, en masa/volumen.
- 62.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la conversión de dicho material orgánico es de al menos el 90%, tal como al menos el 95%, y preferiblemente por encima del 97,5%, tal como por encima del 99%, e incluso más preferiblemente por encima del 99,5%, tal como por encima del 99,9%.
- 63.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 30-31 ó 60-61, en el que dicho reactor con catalizador heterogéneo se somete a un tratamiento con agua a presión caliente a intervalos preseleccionados.
- 64.- Método según la reivindicación 63, en el que dicho tratamiento con agua a presión caliente tiene una duración de menos de 12 horas, tal como una duración de menos de 6 horas, preferiblemente una duración de menos de 3 horas, tal como una duración de menos de 1 hora.
- 65.- Método según la reivindicación 63 ó 64, en el que el intervalo entre tal tratamiento con agua a presión caliente es de al menos 6 horas, tal como al menos 12 horas, preferiblemente dicho intervalo entre tal tratamiento con agua a presión caliente es de al menos 24 horas, tal como al menos una semana.
- 66.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material orgánico se selecciona del grupo que consiste en lodos, tales como lodos de depuradora, abono líquido, ensilado de maíz, lodos de clarificadora, licor negro, residuos de fermentación, residuos de la producción de zumos, residuos de la producción de productos de aceites comestibles, residuos del procesamiento de frutas y verduras, residuos de la producción de alimentos y bebidas, agua de lixiviación o infiltración o una combinación de los mismos.
- 67.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material orgánico comprende un material lignocelulósico, seleccionado del grupo que consiste en biomasa, paja, hierbas, tallos, madera, bagazo, impurezas del vino, serrín, virutas de madera o cultivos energéticos o una combinación de los mismos.
- 68.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material orgánico comprende desechos, tales como desechos domésticos, desechos sólidos municipales, desechos de papel, desechos de trituradoras de coches, plásticos, polímeros, cauchos, neumáticos usados, desechos de cables, madera tratada con CCA, compuestos orgánicos halogenados, aceites de transformador que llevan PCB, condensadores electrolíticos, halones, desechos médicos, material de riesgo procedente del procesamiento de carne, harina de carne y huesos,

corrientes líquidas, tales como corrientes de aguas residuales o de procedimiento que contienen material orgánico disuelto y/o en suspensión,

- 5 69.- Método según la reivindicación 66, en el que dichos lodos son lodos procedentes de un procedimiento de tratamiento biológico.
- 70.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-66, en el que dicho material orgánico son lodos procedentes de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales.
- 10 71.- Método según la reivindicación 69, en el que dicho procedimiento de tratamiento biológico es parte de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales.
- 15 72.- Método según la reivindicación 71, en el que dicho procedimiento de tratamiento de aguas biológico es un procedimiento aerobio.
- 73.- Método según la reivindicación 71, en el que dicho procedimiento de tratamiento de aguas biológico es un procedimiento anaerobio.
- 20 74.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material orgánico se ha sometido a una deshidratación mecánica.
- 25 75.- Método según la reivindicación 60, en el que dicho material orgánico deshidratado mecánicamente tiene un contenido en sólidos secos de al menos el 10% en peso, preferiblemente al menos el 15% en peso, más preferiblemente al menos el 20% en peso, lo más preferido del 25% en peso.
- 30 76.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material orgánico comprende una mezcla de lodos, materiales lignocelulósicos o desechos.
- 77.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la concentración de dicho material orgánico en dicho fluido es de al menos el 5% en peso, tal como al menos el 10% en peso, preferiblemente la concentración de dicho material orgánico es de al menos el 15% en peso, tal como al menos el 200% en peso, y más preferiblemente la concentración de dicho material orgánico es de al menos el 30% en peso, tal como al menos el 50% en peso.
- 35 78.- Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos del grupo IA de la tabla periódica son cenizas obtenidas de la combustión de biomasa o cenizas del quemado de carbón.

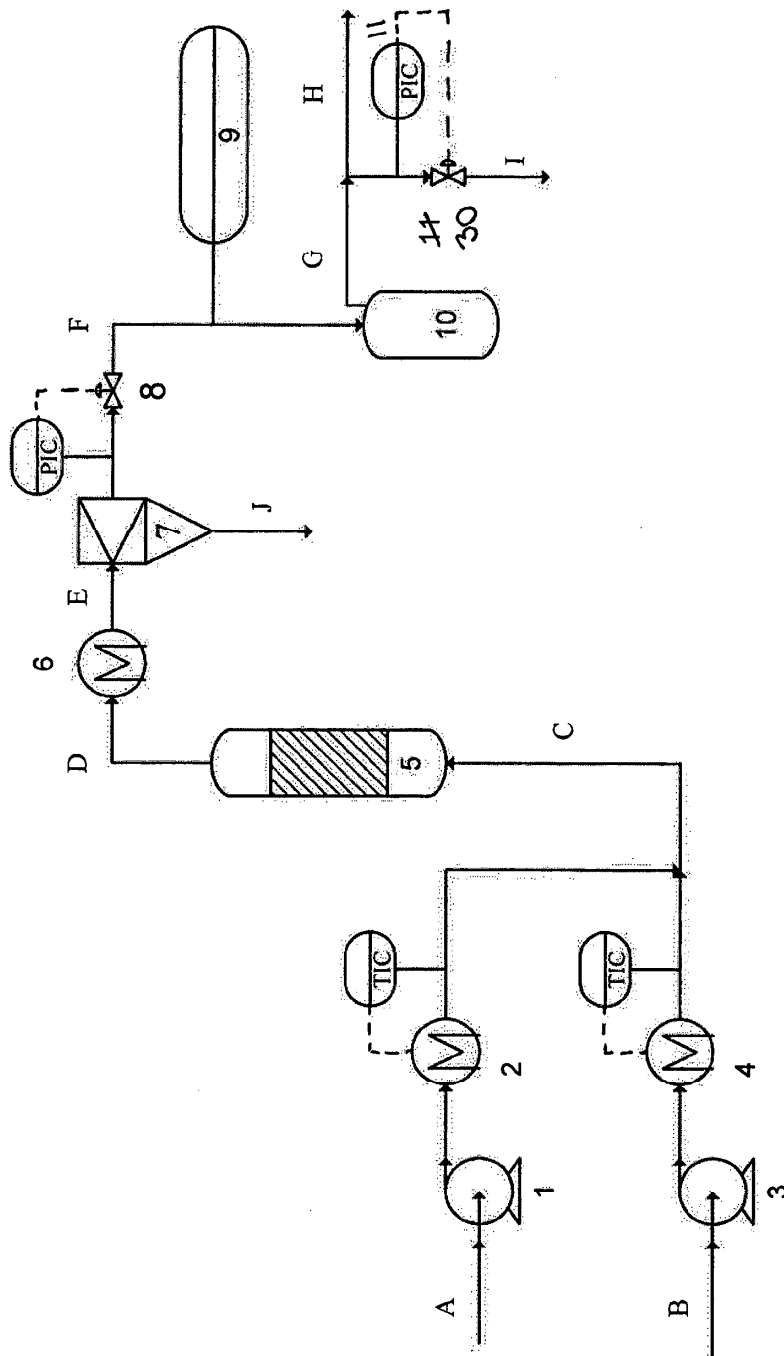


Fig 1

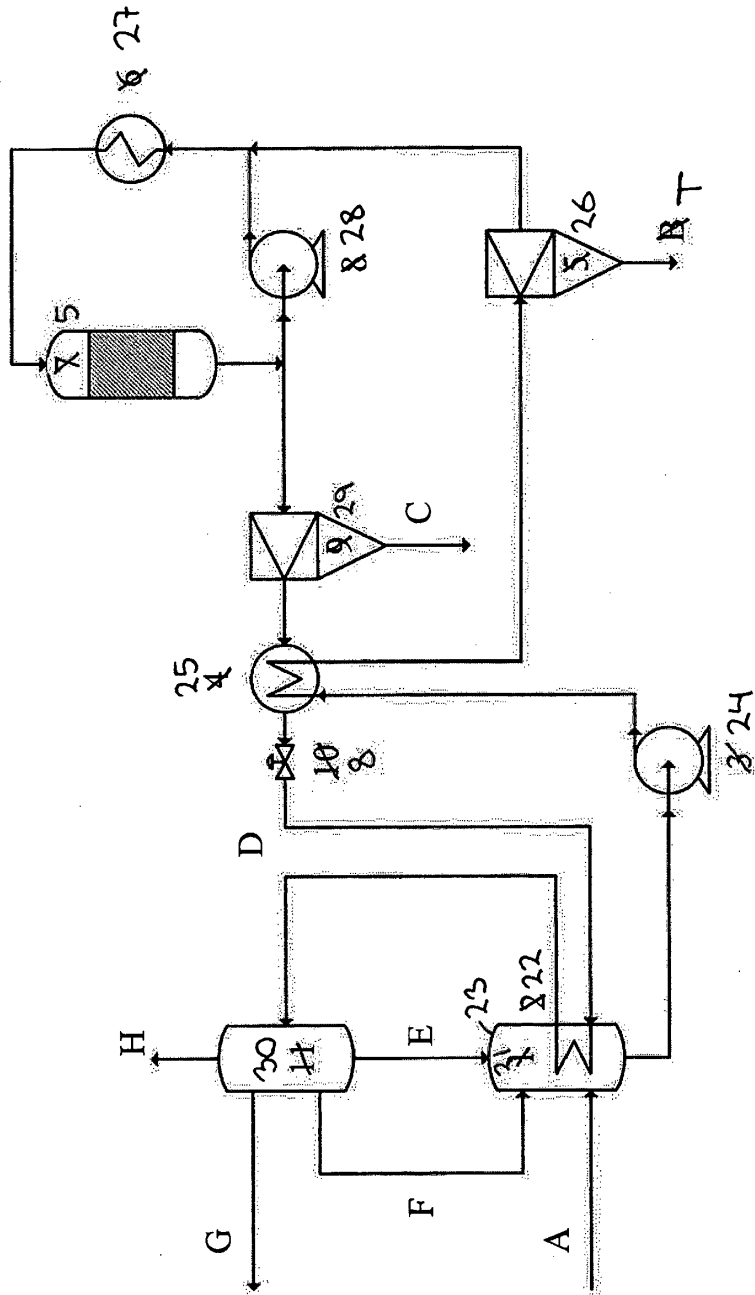


Fig 2

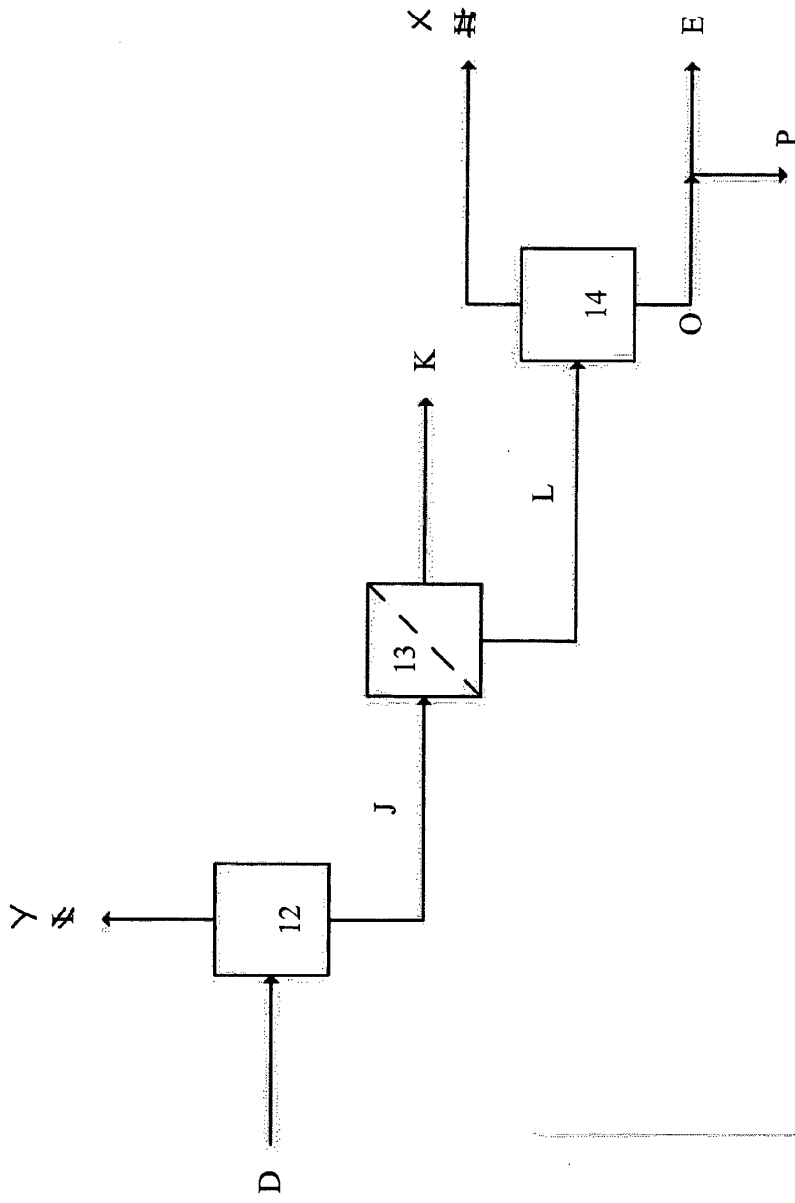


Fig 3

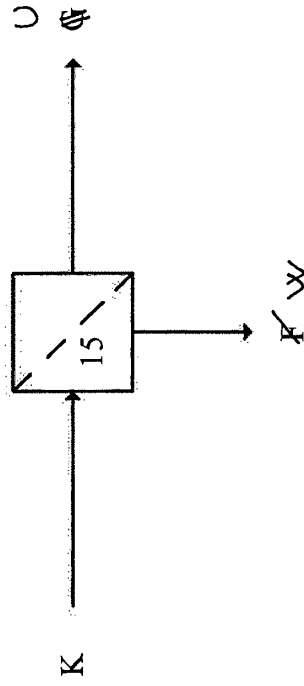


Fig 4



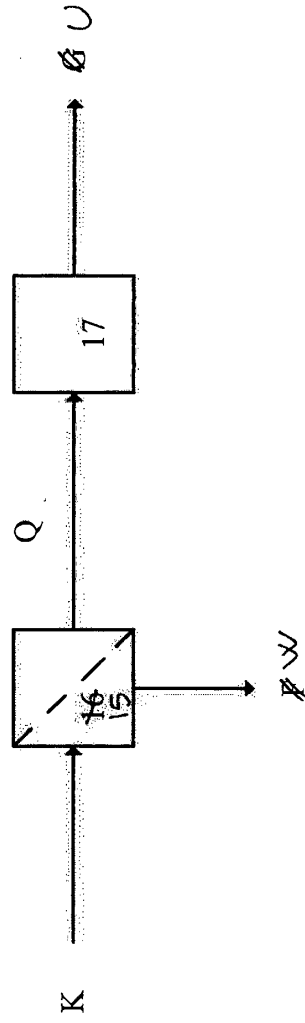


Fig 5

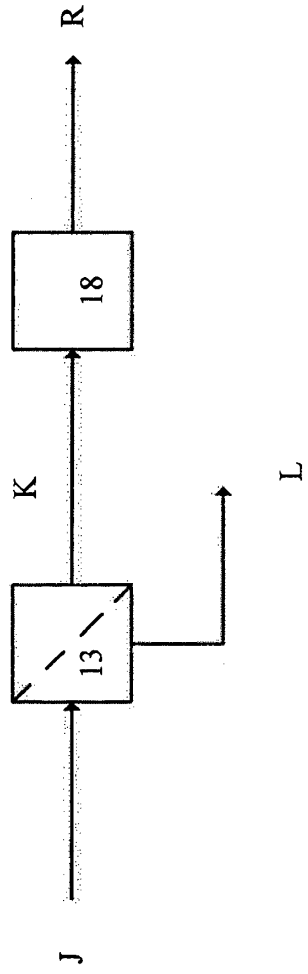


Fig 6