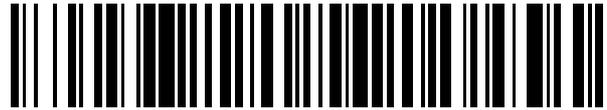


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 202**

51 Int. Cl.:

**C02F 3/00** (2006.01)

**C02F 11/04** (2006.01)

**C02F 11/14** (2009.01)

**C02F 11/123** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2013 PCT/IB2013/061205**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102686**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013 E 13826880 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2938576**

54 Título: **Instalación y procedimiento de tratamiento de fangos primarios de aguas residuales urbanas o industriales**

30 Prioridad:  
**26.12.2012 FR 1262787**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.05.2020**

73 Titular/es:  
**SUEZ INTERNATIONAL (100.0%)  
Tour CB21, 16, Place de l'Iris  
92040 Paris La Défense, FR**

72 Inventor/es:  
**DELAHAYE, MATHIEU**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 759 202 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**

Instalación y procedimiento de tratamiento de fangos primarios de aguas residuales urbanas o industriales

5 La invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de fangos primarios de aguas residuales urbanas o industriales del tipo de los que, dependiendo de las aguas residuales, que contienen una carga afluente de materia en suspensión (MES), se someten a un tratamiento primario que produce, por una parte, fangos primarios enviados a un digestor anaerobio para producción de biogás y, por otro lado, aguas residuales enviadas a otro tratamiento, generalmente un tratamiento biológico.

10 La digestión de fangos, realizada en el digestor, es una degradación parcial de la materia orgánica por vía biológica, que es el resultado de una serie de reacciones, que llevan a la formación de una mezcla gaseosa denominada biogás. Este biogás es una fuente de energía, que se valoriza en forma de electricidad, de calor, o que se utiliza como combustible, especialmente como carburante o mediante inyección como gas ciudad.

15 El tratamiento primario de las aguas residuales, que producen los fangos primarios, consiste, muy frecuentemente, en una separación física, especialmente una decantación, flotación o filtración con la adición opcional de coagulantes o floculantes. Antes de dicho tratamiento primario, las aguas residuales se someten generalmente a un pretratamiento, especialmente a través del desbaste, y/o un desarenador y/o un desaceitador.

20 Los fangos primarios procedentes del tratamiento primario son fangos con elevado potencial de producción de biogás.

25 El documento WO 2008/037296 describe un procedimiento para evacuar las aguas de proceso cargadas de materia sólida que aplican un preespesador aguas arriba de un digestor que permite la decantación de sólidos en suspensión en un estanque de sedimentación y la alimentación de dicho digestor de fangos activos.

Habitualmente se utilizan dos tipos de digestión anaerobia en el campo del tratamiento de fangos de aguas residuales urbanas o industriales:

- 30 - la digestión de fangos puede ser mesófila, para una temperatura dentro del digestor comprendida entre 33° y 37 °C y un tiempo de residencia medio de 16 a 22 días;
- la digestión de fangos puede ser termófila, para una temperatura comprendida entre 55° y 60 °C en el digestor, y un tiempo de residencia de 10 a 12 días.

35 El tiempo de residencia y la temperatura son los dos factores fundamentales para una buena degradación de los fangos y, por tanto, para la optimización de la producción de energía.

40 Las cantidades de fango que se alimentan a un digestor pueden variar dependiendo de la carga de contaminación que entra en la estación depuradora. De este modo, la cantidad de fango que entra en el digestor es variable, lo que conlleva variaciones en los tiempos de residencia del fango y, por tanto, variaciones en los rendimientos de eliminación de fango y de producción de biogás.

45 La digestión permite una disminución de la tasa de materia volátil (MV) en el fango. El rendimiento Rdt de una digestión se calcula mediante la relación siguiente:

$$Rdt = (\text{Flujo } MV_{\text{entrada}} - \text{Flujo } MV_{\text{salida}}) / \text{Flujo } MV_{\text{entrada}}$$

50 De esta forma, el rendimiento indica la degradación de materia volátil en la digestión. La temperatura y el tiempo de residencia influyen en el rendimiento de la degradación de materia volátil y, por tanto, en la producción de biogás.

Las etapas de digestión se suelen diseñar teniendo en cuenta la carga media o máxima de contaminación que llega a una planta de tratamiento de aguas. El volumen del o de los digestores se determina entonces según el flujo de fangos a digerir durante los periodos de carga máxima, por ejemplo, para las dos semanas más cargadas del año. Este volumen puede resultar muy importante si se tienen en cuenta las variaciones de carga a la entrada de la estación.

55 Pueden existir periodos en los que la cantidad de fango producido es baja, lo que conlleva análogamente una producción baja de biogás.

La presente invención tiene por objeto principalmente optimizar el funcionamiento del digestor para obtener el máximo de energía, y optimizar la producción del biogás procedente de la digestión en una planta en funcionamiento.

60 Para ello, según la invención, se hace variar el rendimiento del tratamiento primario para hacer funcionar el digestor con un flujo de fango a digerir que se corresponde sensiblemente a la carga óptima para el digestor, a pesar de las variaciones en la carga de entrada.

65 Según la invención, el procedimiento de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales, según el cual las aguas residuales, que contienen una carga afluente de materia en suspensión (MES), se someten a un tratamiento

primario que produce, por una parte, fangos primarios enviados a un digestor anaerobio para producción de biogás y, por otro lado, aguas residuales enviadas a otro tratamiento, generalmente un tratamiento biológico, se caracteriza por que la carga afluente de materia en suspensión se somete a una etapa de tratamiento primario realizada mediante filtración en un filtro primario compuesto por un filtro primario mecánico (13) de banda giratoria filtrante (14) y un medio de ajuste, estando previsto dicho medio de ajuste (B, 15) para garantizar una modificación de la velocidad de rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s), y

- el caudal de fangos primarios ( $Q_{\text{prim}}$ ) se mide a la salida de la etapa de tratamiento primario para determinar el ajuste a adoptar para el tratamiento primario,
- tras determinar las instrucciones de ajuste, las medidas se transmiten al medio de ajuste, que reduce la velocidad de la o de las bandas en caso de disminución de la carga contaminante afluente y aumenta la velocidad de la o de las bandas, en caso de aumento de la carga contaminante afluente,
- permitiendo dicho procedimiento alimentar el digestor a su carga óptima independientemente de las variaciones en la carga afluente de materia en suspensión.

La filtración es una filtración en banda giratoria, constituyendo la velocidad de rotación de dicha banda un parámetro de filtración que se debe ajustar, y la eficacia de filtración aumenta cuando disminuye la velocidad de rotación de la banda, mientras que se disminuye la eficacia de la filtración cuando aumenta la velocidad de rotación de la banda.

El aumento de producción de fangos primarios, durante el tratamiento primario, se puede limitar para no disminuir el tiempo de residencia en el digestor por debajo de un valor crítico.

En el caso de una digestión mesófila, el aumento de producción de fangos primarios se puede limitar para que no disminuya el tiempo de residencia en el digestor a menos de 16 días.

La invención también se refiere a una instalación para la aplicación del procedimiento de tratamiento anteriormente definido, según el cual, el dispositivo de tratamiento primario incluye un medio de ajuste que permita modificar la producción la producción de fangos primarios.

Según la invención, una instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales, para la aplicación del procedimiento de tratamiento anteriormente definido, dicha instalación incluye una unidad de tratamiento primario que suministra, mediante una salida fangos primarios dirigidos a un digestor anaerobio, conteniendo las aguas residuales una carga afluente de materia en suspensión (MES), se caracteriza por que la unidad de tratamiento primario está compuesta por un filtro primario con un medio de ajuste, constituido por un filtro primario mecánico de banda giratoria arrastrado por un motor de velocidad regulable como medio de ajuste previsto para garantizar una modificación de la velocidad de rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s), y por que incluye un dispositivo de medición del caudal de los fangos primarios ( $Q_{\text{prim}}$ ) previsto en el conducto de alimentación del digestor, y una conexión prevista entre el dispositivo de medición y el medio de ajuste del tratamiento primario, para transmitir las instrucciones de ajuste de la producción de fangos que proceden del dispositivo de medición, estando el dispositivo de medición del caudal de fangos primarios a una sonda de medición de la concentración de MES en los fangos primarios.

El filtro primario está compuesto por un filtro primario mecánico de banda giratoria, estando previsto el medio de ajuste para garantizar una modificación de la velocidad de rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s).

La instalación incluye un dispositivo de medición del caudal de los fangos primarios ( $Q_{\text{prim}}$ ) previsto en el conducto de alimentación del digestor, y una conexión prevista entre el dispositivo de medición y el medio de ajuste del tratamiento primario, para transmitir las instrucciones de ajuste de la producción de fangos que proceden del dispositivo de medición, y para garantizar una alimentación óptima del digestor. El dispositivo de medición del caudal de fangos primarios está asociado a una sonda de medición de la concentración de MES en los fangos primarios.

La instalación puede incluir una conducción entre una unidad de tratamiento secundario y el digestor para alimentar el digestor con fango secundario, estando provisto este conducto, preferentemente, de un caudalímetro, teniendo en cuenta la regulación del digestor este aporte de fango secundario.

La invención consiste, dejando de lado las disposiciones indicadas más arriba, en cierta cantidad de otras disposiciones que se explicitarán más detalladamente a continuación con respecto a un ejemplo de realización descrito en referencia a los dibujos anexos, pero que en ningún caso es limitativo. En estos dibujos:

La Fig. 1 es un esquema de una instalación de tratamiento de aguas residuales con un tratamiento primario y un digestor de acuerdo con la invención.

La Fig. 2 es un gráfico que ilustra, para una digestión mesófila, la variación en la reducción de materia volátiles expresada en forma de porcentaje, representada en ordenadas, en función del tiempo de residencia representado en abscisas, correspondiendo las diferentes curvas a fangos cuyo contenido en materia volátil se indica en las curvas, y que varían del 60 % al 85 %.

La Fig. 3 es un gráfico que representa el caudal máximo de fangos primarios admisible, representado en ordenadas y expresado en forma de porcentaje del caudal de dimensionamiento de una digestión, en función del tiempo

representado en abscisas.

La Fig. 4 es un esquema de funcionamiento de la instalación.

La Fig. 5 es un corte vertical esquemático de un filtro mecánico de banda giratoria que constituye una unidad de tratamiento primario.

5 La Fig. 6 es un gráfico que representa una variación de la carga afluyente expresada en kgMES/h, representada en ordenadas, en función del tiempo representado en abscisas.

La Fig. 7 es una tabla que ilustra los resultados obtenidos con un tratamiento tradicional de aguas residuales según la carga afluyente de la Fig. 6, y

10 La Fig. 8 es una tabla, parecida a la de la Fig. 7, que ilustra los resultados obtenidos con un procedimiento de acuerdo con la invención para las aguas residuales según la carga afluyente de la Fig. 6.

En referencia a la Fig. 1 de los dibujos, se puede ver el esquema de una instalación o planta de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales que llegan por un conducto 1 a una unidad de pretratamiento 2 que incluye especialmente un desarenador, y/o un desarenador y/o un desaceitador.

15 El efluente pretratado se envía a continuación, por un conducto 2a, a una unidad 3 de tratamiento primario que incluye un dispositivo de filtración F, en especial de bandas, ilustrado en la Fig. 5.

20 Las aguas residuales que llegan por el conducto 1 contienen una carga de materia en suspensión, o MES, que constituye la carga de contaminación afluyente a la instalación de tratamiento.

El tratamiento primario 3 suministra, por una salida 4, los fangos primarios que se dirigen a un digestor 5.

25 El agua residual tratada sale por un conducto 6 y se dirige hacia otro tratamiento, especialmente un tratamiento biológico 7. El agua obtenida en dicho tratamiento biológico se envía a una unidad de clarificación 8 que, por una salida 9, que produce fangos biológicos que se envían, en todo o en parte, al digestor 5. Se prevé otra salida 10 para el agua clarificada que, después de un tratamiento opcional complementario, se puede devolver al medio natural.

30 El digestor 5 produce biogás que sale por la parte superior mediante un conducto 11 para su aprovechamiento, especialmente en una unidad 12 de cogeneración con producción de energía.

35 El digestor 5 funciona habitualmente completamente lleno, de forma que el caudal de materia que entra en el digestor es igual, de media, al caudal de materia que sale del digestor. El caudal de salida de un digestor se obtiene, de forma clásica, por desbordamiento del contenido del digestor por encima de un nivel de descarga. El contenido del digestor se considerara como perfectamente mezclado.

40 El volumen del digestor 5 viene determinado, entonces, por el flujo de fangos a digerir durante los períodos de carga máxima. Debido a las variaciones de carga afluyente a la planta dependiendo de la época del año, dependiendo del modo tradicional de funcionamiento, el rendimiento de digestión no será óptimo en los periodos en los que la carga afluyente sea baja con respecto a la tenida en cuenta para el dimensionamiento del digestor. Si la planta recibe aguas residuales con una carga afluyente máxima, la digestión funcionará al máximo. Por el contrario, si la carga afluyente de aguas residuales es baja, la digestión estará poco cargada y el tiempo de residencia en el digestor se alargará ya que, de manera general, el volumen de digestión es fijo.

45 Sin embargo, el gráfico de la Fig. 2 muestra, en el caso de una digestión mesófila, que el tiempo de residencia, representado en abscisas, para una misma calidad del fango, expresado en forma de porcentaje de materia volátil y mencionado encima de las curvas, tiene menos influencia sobre el rendimiento de eliminación de materia volátiles para un tiempo de residencia superior a aproximadamente 18 días, que para un tiempo de residencia inferior a 18 días.

50 De este modo, para un fango con un 75 % de materia volátil, pasar de 20 días a 40 días de estancia en el digestor solamente produce un aumento en el rendimiento de eliminación de materia volátil de aproximadamente un 50 a un 60 % de reducción de materia volátil (es decir, un aumento de aproximadamente un 20 % llevado a un 50 %).

55 Existe por tanto interés en introducir más de fango en el digestor, en los periodos de baja carga, para conservar un tiempo de residencia razonable, que no aumente mucho, en lugar de introducir una cantidad de fango reducida que permanecerá más tiempo en el digestor 5.

60 Como ejemplo, de acuerdo con el gráfico de la Fig. 2, 100 kgMES/d (100 kg de materia en suspensión diaria) a 75 % de MV (materia volátil) dejadas durante 40 días en el digestor conllevan una producción (eliminación) del 60% de MV. A razón de 1 Nm<sup>3</sup> (metro cúbico normal) de biogás por kilogramo de MV eliminada, y de 6,4 kWh/Nm<sup>3</sup> de biogás, la producción de energía diaria será de:

$$100 \text{ kgMES/d} \times 75 \% \times 60 \% \times 1 \text{ Nm}^3/\text{kgMV} \times 6,4 \text{ kWh/Nm}^3 = 288 \text{ kWh/d.}$$

65 Por el contrario, si se dobla la producción de fangos primarios para pasar 200 kgMES/d, dividiendo por dos el tiempo

## ES 2 759 202 T3

de residencia que pasa a ser de 20 días en lugar de 40, siendo el índice de eliminación de MV sensiblemente igual al 50 % de acuerdo con la Fig. 2 y la producción de energía pasa a ser:

$$200 \text{ kgMES/d} \times 75 \% \times 50 \% \times 1 \text{ Nm}^3 / \text{kgMV} \times 6,4 \text{ kWh/Nm}^3 = 480 \text{ kWh/d.}$$

5

El aumento energético en este caso es:  $(480 - 288) / 288 = 66,7 \%$ .

10

Según la invención, la producción de fangos primarios, garantizada por la unidad de tratamiento primario 3, aumenta cuando la carga afluente de MES (materia en suspensión) en la unidad de tratamiento primario 3 es más baja, para utilizar al máximo el potencial de digestión, vinculado al volumen disponible del digestor 5. Cuando la carga afluente de MES es alta, la producción de fangos primarios se reducirá si es necesario.

15

El aumento de producción de fangos primarios está por tanto limitado para no disminuir demasiado el tiempo de residencia en el digestor 5. En efecto, como muestra el gráfico de la Fig. 2, para un contenido determinado de MV, en el caso de una digestión mesófila, el rendimiento de eliminación de fango y, por tanto, de producción de biogás, tiene tendencia a disminuir intensamente para un tiempo de residencia inferior a 18 días.

20

Un dispositivo 4a de medición y limitación del caudal de fangos primarios enviados al digestor 5 se prevé en el conducto 4. El dispositivo de medición 4a está asociado ventajosamente a una sonda de medición de la concentración de MES, lo que permite calcular de esta forma realmente el flujo de MES afluente y realizar un ajuste más fino.

25

Los periodos en los que las variaciones del flujo de materia orgánica, de materia en suspensión o de caudal, que se tienen en cuenta a la entrada de la instalación, pueden tener diferente duración. En particular, la invención prevé hacer variar el caudal de producción de fangos primarios durante el día. Durante el día, pueden existir fuertes variaciones de flujo de materia orgánica, de materia en suspensión o de caudal, lo que conlleva fuertes variaciones de la carga afluente en MES. En todos estos casos, la invención permite optimizar el flujo de fangos primarios enviados al digestor 5.

30

El esquema de la Fig. 4 ilustra el funcionamiento de la ingeniería de control del tratamiento primario 3 según el procedimiento de la invención.

35

La medida del caudal  $Q_{\text{prim}}$  de fangos primarios dirigidos hacia el digestor 5, o la totalización del volumen de fangos primarios, se realiza en varios periodos sucesivos mediante el dispositivo de medición 4a para determinar el ajuste que se debe adoptar para el tratamiento primario 3. Las instrucciones de ajuste proceden del dispositivo de medición 4a y se transmiten mediante el enlace 4b a un medio de ajuste B del tratamiento primario 3. El ajuste está destinado a aumentar o disminuir la producción de fangos primarios y, por tanto, la tasa de eliminación de la materia en suspensión, para garantizar una alimentación óptima del digestor 5.

40

Cuando los fangos secundarios procedentes de un tratamiento secundario, especialmente el tratamiento biológico 7, se dirigen análogamente al digestor por un conducto 9, este conducto está provisto, preferentemente, de un caudalímetro 9a, opcionalmente asociado a una medida de la concentración de MES. La información del caudalímetro 9a, especialmente, el caudal medido  $Q_{\text{bio}}$  de fangos secundarios, se transmiten mediante un enlace al medio de ajuste B. El ajuste del digestor 5 tiene de esta forma en cuenta este aporte de fangos secundarios.

45

La filtración se puede realizar a presión, en cuyo caso, el medio de ajuste B puede actuar sobre la presión de filtración. Cuando la carga afluente de materia en suspensión MES es baja, la presión de filtración se reduce para aumentar el tiempo de paso a través del filtro y aumentar la producción de fangos primarios, mientras que cuando la carga afluente en MES es más baja, la presión de filtración se aumenta para reducir la producción de fangos primarios.

50

En el caso de la presión, se puede decir que cuanto más disminuye la presión, más aumenta la capa de fangos primarios sobre la banda, y más aumenta el rendimiento de captación de MES (filtración sobre torta; cake filtration, en inglés).

55

Ventajosamente, la filtración se realiza mediante un filtro primario mecánico 13 (Fig. 5) de banda 14 giratoria arrastrada por un motor 15 de velocidad regulable para ajustar la velocidad de la banda y optimizar la carga del digestor. La banda 14 está compuesta por una banda sin fin que pasa alrededor de un rodillo inferior situado en el líquido de un estanque, en la parte inferior, y un rodillo superior del extremo, fuera del estanque, arrastrado por el motor 15 y que garantiza el desplazamiento de la banda. El motor 15 constituye el medio de ajuste B en el ejemplo considerado. La acción de ajuste se garantiza por una modificación de la velocidad de rotación de la banda filtrante 14, o de las bandas filtrantes cuando hay varias.

60

En el caso de una disminución de la carga contaminante afluente, la velocidad de la banda 14 será baja, mientras que en el caso de un aumento de la carga contaminante afluente, la velocidad de la banda se aumenta.

65

De hecho, cuanto más disminuye la velocidad de la banda, más aumenta la capa de fangos primarios sobre la banda, y más aumenta el rendimiento de captación de MES (filtración sobre torta; cake filtration, en inglés).

Por lo tanto, en el caso de una carga contaminante más baja, se reduce la velocidad de la banda para aumentar el rendimiento de captación de MES, y al revés, en el caso de una carga contaminante más grande, se aumenta la velocidad de la banda para reducir el rendimiento de captación de MES, de forma que el digestor se alimente a un valor cercano a su carga nominal durante un tiempo dado, por ejemplo 24 h.

Como se puede observar en la Fig. 5, el agua pretratada llega por el conducto 2a en la parte alta del estanque separado en dos zonas por la banda filtrante 14 dispuesta, con su estructura portadora 14a, según un plano inclinado. El extremo superior de la banda, situado fuera del estanque, se conecta a una cinta transportadora horizontal 16 que vierte el fango primario en una acequia 17, de donde se evacua. El agua a tratar se encuentra en la zona del estanque situado por encima de la banda 14, a izquierda de acuerdo con la Fig. 5, mientras que el agua filtrada primaria se encuentra en la zona situada por encima de la banda 14, a la derecha, y sale por el conducto 6. La capa L de la torta de fango primario se encuentra sobre la banda 14 y sale por la salida 4, para caer en la acequia 17.

Con el filtro primario mecánico de bandas 13, se puede garantizar la acción de ajuste con una modificación de la velocidad de rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s) 14. Una reducción del caudal hidráulico afluente y, por tanto, una disminución de la carga afluente, para una concentración de materia en suspensión constante, por ejemplo, va a suponer un aumento del rendimiento de eliminación de materia en suspensión, especialmente, por reducción de la velocidad de rotación de la banda filtrante, lo que conlleva el espesamiento de la torta filtrante y, por tanto, el aumento del rendimiento de filtración. De este modo, se producirá más cantidad de fangos primarios, y el caudal que entra en el digestor 5 será más importante.

El tiempo de residencia del fango también puede disminuir, en cuyo caso, el rendimiento de producción de biogás podría también disminuir. Por tanto, se revé ajustar la tasa de eliminación en el tratamiento primario 3 mediante la medida de la disponibilidad del digestor 5, es decir, de la cantidad de fango que puede aceptar el digestor 5 conservando a la vez un tiempo de residencia de los fangos tal que garantice una correcta degradación de la materia orgánica y, por tanto, un rendimiento de producción de biogás óptimo.

El ajuste permite, de esta forma, aumentar en la medida de lo posible la producción de fangos primarios, en reserva que este aumento sea aceptable para el digestor 5 y que no conlleve degradación de su rendimiento reduciendo en demasía el tiempo de residencia.

Es ventajoso, en periodos cortos de varias horas, aceptar un máximo de fangos primarios en el digestor 5, especialmente en las puntas de carga afluente orgánica, para descargar el tratamiento biológico 7, y producir un máximo de biogás y por tanto de energía en la planta. Un caudal máximo, a no superar, se define en ese caso para no alterar negativamente el comportamiento del digestor 5. La Fig. 3 es un ejemplo de tabla de regulación del caudal máximo de fangos primarios admisible en el digestor 5 expresado en forma de porcentaje del caudal de dimensionamiento del digestor 5, y representado en ordenadas, en función del tiempo durante el cual este caudal se mantiene, representado en abscisas.

Según la tabla de la Fig. 3, el digestor puede aceptar durante una hora un caudal de 5000 % del caudal nominal de dimensionamiento del digestor siempre que, en un periodo variable de 3 horas, este caudal no supere un 2000 % del caudal nominal de dimensionamiento del digestor.

Si el digestor se ha dimensionado para tratar 10 000 kg de MES en 18 días, el digestor no podrá recibir:

- en 1 hora más de: 5000 % (10 000 kg /18x24) es decir 1157 kg de MES,
- o en 3 horas más de: 2000 %. (10 000 kg/18x24) es decir 1388 kg de MES.

Las figuras 6 a 8 permitieron concretar las ventajas proporcionadas por el procedimiento de la invención mediante un ejemplo de simulación de tratamiento de aguas residuales que lleva a la práctica el procedimiento.

La Fig. 6 es un diagrama que ilustra el perfil de la carga afluente en MES durante un día en la planta de tratamiento. Las cargas afluentes expresadas en kgMES/h se representada en ordenadas, mientras que el tiempo expresado en horas se representa en abscisas. Este perfil se inicia en el momento cero con una carga de MES de aproximadamente 130 kgMES/h, pasa por un primer máximo después de aproximadamente 8 h para una carga de aproximadamente 300 kgMES/h, después disminuye para volver a aumentar y pasar por otro máximo hacia las 20 h 30 con una carga afluente de aproximadamente 350 kgMES/h. Se considera, para este ejemplo, que la digestión es del tipo mesófilo y que el tiempo de residencia de los fangos en el digestor se mantiene constante, igual a 18 días, y permite una degradación del 50 % de la materia volátil MV.

La hipótesis formulada es la de una fábrica o instalación dimensionada para depurar 5500 kgMES/d.

La unidad de tratamiento primario 3 está dimensionada para tratar el 50 % de la contaminación afluente expresada en MES, es decir  $5500 \times 0,5 = 2750$  kgMES/d.

Teniendo en cuenta que los fangos primarios afluentes contienen 50 g/l de MES, el digestor 5 está dimensionado

## ES 2 759 202 T3

sobre la base de  $2750 \text{ kgMES/d} \times 18 \text{ d (días)}/50 \text{ g/l de MES} = 990 \text{ m}^3$ .

El tratamiento primario está dimensionado para aceptar una punta de  $1666 \text{ m}^3/\text{h}$ , lo que corresponde a  $500 \text{ kgMES/h}$  a  $300 \text{ mgMES/l}$ .

5 La carga afluente a la instalación, para el día considerado en la Fig. 6, se representa por el área comprendida entre el perfil y el eje de abscisas, y corresponde a  $5280 \text{ kgMES}$ .

10 La invención permite ajustar el rendimiento del tratamiento primario en función de la capacidad del digestor. En el caso presente, como el digestor no está cargado, el procedimiento de la invención va a imponer un caudal máximo de fangos primarios igual al  $300 \%$  del caudal de dimensionamiento del digestor, según la tabla de la Fig. 3, es decir:  $3 \times 990/18 = 165 \text{ m}^3/\text{d}$ .

15 El rendimiento del tratamiento primario, es decir, la tasa de disminución de MV debido al tratamiento primario, dependiendo del caudal de aguas residuales a tratar y aumenta cuando el caudal disminuye. Para el ejemplo estudiado, se ha considerado que, en función del caudal, el rendimiento del primario expresado en forma de porcentaje varía como se indica a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1

% del caudal de dimensionamiento del tratamiento primario	Rendimiento del primario
50 al 100 %	50 %
30 al 50 %	60 %
25 al 30 %	70 %
20 al 30 %	75 %

20 La Fig. 7 es una tabla que ilustra los resultados obtenidos con un tratamiento primario clásico, según el cual, el rendimiento del primario para la disminución de MES sigue constante al  $50 \%$ , como se indica en la quinta columna, desde la izquierda.

25 En esta Fig.7, cada línea corresponde a una hora indicada en la columna de la izquierda. La segunda columna corresponde a la carga de más MES a la hora en cuestión, según el perfil de la Fig. 6. La tercera columna recuerda el contenido de materia volátil, MVS, de la carga de MES. La cuarta columna proporciona la carga en MVS, en  $\text{kg/h}$ . La quinta columna proporciona la tasa de disminución de MES mediante el tratamiento primario.

30 La sexta columna proporciona la cantidad de MES eliminada y corresponde al producto de la segunda columna por la quinta columna. La séptima columna indica la cantidad de materia volátil MV, en  $\text{kg/h}$  eliminada y enviada a digestión.

35 La octava columna proporciona el rendimiento de eliminación de MV en la digestión, suponiendo este rendimiento igual al  $50 \%$ .

La novena columna proporciona la cantidad de biogás producido, expresada en  $\text{Nm}^3$  y la décima columna proporciona la cantidad de PCI (potencia calorífica inferior) producida, expresada en  $\text{kWh}$ .

40 El total de la cantidad de MV eliminada es igual a  $1980 \text{ kg}$ , mientras que la cantidad de PCI producida es igual a  $6336 \text{ kWh}$ .

45 La Fig. 8 presenta los resultados obtenidos con el procedimiento de la invención, según el cual, el tratamiento primario se modifica, por el medio de ajuste B, según la carga de MES que varía según el perfil de la Fig. 6. Vuelven a aparecer las diez columnas de la Fig. 7 y las veinticuatro líneas correspondientes a las diferentes horas.

Al principio, a tiempo 0, la carga de MES es de  $130 \text{ kgMES/h}$  mientras que el tratamiento primario 3 está dimensionado para una punta de  $500 \text{ kgMES/h}$ . La carga de MES a tiempo 0, expresada en forma de porcentaje que se ha utilizado en el dimensionamiento, es de:  $130/500 = 0,26$ , es decir, un  $26 \%$  de la carga que se ha tenido en cuenta para el dimensionamiento. Según la Tabla 1 anterior, el rendimiento del tratamiento primario, en porcentaje de disminución de MES, será del  $70 \%$ . Este valor se ha llevado a la quinta columna, línea 0.

50 Un razonamiento equivalente proporcionará el rendimiento del tratamiento primario para las horas sucesivas. A tiempo 1, la carga de MES es de  $110 \text{ kgMES/h}$ , es decir, un  $22 \%$  de los  $500 \text{ kgMES/h}$  previstos para la unidad. Esta proporción del  $22 \%$  corresponde, según la Tabla 1 anterior, a un rendimiento del  $75 \%$ .

55 A tiempo 10, cuando la carga de MES es de  $220 \text{ kgMES/h}$  (es decir, un  $44 \%$  de los  $500 \text{ kgMES/h}$ ), el rendimiento del primario aumentará hasta un  $60 \%$  según la Tabla 1 anterior.

Es así posible introducir, para cada hora de tratamiento, una tasa de rendimiento del primario adaptado a la carga

afluente.

5 La cantidad de MV eliminada mediante el tratamiento primario y enviada a digestión se menciona en la séptima columna, y corresponde al producto de la columna cuarta por la columna quinta. La cantidad de biogás producida y la cantidad de PCI producida se proporcionan respectivamente en las columnas novena y décima.

En total, la cantidad de MV eliminada aumenta hasta 2248,5 kg, mientras que la cantidad de PCI producida aumenta hasta 7195,2 kWh, en lugar de 6336 kWh según el tratamiento convencional.

10 El aumento de energía, aportado mediante el procedimiento de la invención, es de aproximadamente un 13,6 %.

15 La cantidad de lodos inyectada en el digestor 5, según la Fig. 8, optimizada según el presente ajuste es superior a la carga de dimensionamiento del digestor, es decir, 2998 kgMES/d contra 2750 kgMES/d. El ajuste tendrá en cuenta esta cifra para no sobrepasar los puntos de control del funcionamiento (tiempo de residencia limitado vinculado a la tabla de flujo de la Fig.3) para los días siguientes.

El ritmo de alimentación, previsto para el primer día, no se podrá mantener durante los 18 días. La regulación permitirá controlar el caudal de alimentación del digestor para mantener su rendimiento.

20 El procedimiento de la invención se aplica tanto a una digestión mesófila como a una digestión termófila.

Un periodo variable en el tiempo tiene en cuenta lo que ha pasado antes del punto considerado con previsiones posibles.

25 En el caso de tratamientos de aguas residuales urbanas para zonas de vacaciones, durante los períodos estivales, se puede prever la sobrecarga afluente durante los fines de semana.

30 La invención permite evitar construir estaciones de tratamiento sobredimensionadas, previstas para garantizar el tratamiento adecuado durante las fuertes cargas afluentes que solamente se producen algunos días al año.

La invención permite aliviar el tratamiento secundario, especialmente el tratamiento biológico, enviando más cantidad de contaminación al digestor 5.

35 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales, dicha instalación incluye:

5 una unidad (3) de tratamiento primario que proporciona, a la salida (4) de los fangos primarios dirigidos hacia un  
digestor (5) anaerobio, conteniendo las aguas residuales una carga afluente de materia en suspensión (MES),  
caracterizado por que la unidad de tratamiento primario (3) está formada por un filtro primario con un medio de  
ajuste compuesto por un filtro primario mecánico (13) de banda giratoria filtrante (14) arrastrado por un motor (15)  
10 de velocidad regulable como medio de ajuste (B, 15) previsto para garantizar una modificación de la velocidad de  
rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s), y  
por que comprende un dispositivo (4a) de medición del caudal de los fangos primarios ( $Q_{prim}$ ) previsto en el  
conducto (4) de alimentación del digestor (5), y una conexión (4b) prevista entre le dispositivo de medición (4a) y  
el medio de ajuste (B) del tratamiento primario (3), para transmitir las instrucciones de ajuste de la producción de  
15 fangos que proceden del dispositivo de medición (4a),  
estando el dispositivo de medición (4a) del caudal de fangos primarios a una sonda de medición de la concentración  
de MES en los fangos primarios.

2. Instalación según la reivindicación 1, caracterizada por que comprende un conducto (9) entre una unidad de  
tratamiento secundario y el digestor (5) para alimentar el digestor con fango secundario, estando provisto este  
20 conducto (9), preferentemente, de un caudalímetro (9a), teniendo en cuenta la regulación del digestor (5) este aporte  
de fango secundario.

3. Procedimiento de tratamiento de aguas residuales urbanas o industriales en una planta de acuerdo con una de las  
reivindicaciones 1 y 2, según el cual las aguas residuales, que contienen una carga afluente de materia en suspensión  
25 (MES), se someten a un tratamiento primario (3) que produce, por una parte, fangos primarios enviados a un digestor  
(5) anaerobio para producción de biogás y, por otro lado, aguas residuales enviadas a otro tratamiento (7),  
caracterizado por que:

- 30 - la carga afluente de materia en suspensión se somete a una etapa de tratamiento primario realizada mediante  
filtración en un filtro primario compuesto por un filtro primario mecánico (13) de banda giratoria filtrante (14) y un  
medio de ajuste, estando previsto dicho medio de ajuste (B, 15) para garantizar una modificación de la velocidad  
de rotación de la, o de las, banda(s) filtrante(s), y
- 35 - el caudal de fangos primarios ( $Q_{prim}$ ) se mide a la salida de la etapa de tratamiento primario para determinar el  
ajuste a adoptar para el tratamiento primario,
- tras determinar las instrucciones de ajuste, las medidas se transmiten al medio de ajuste, que reduce la velocidad  
de la o de las bandas en caso de disminución de la carga contaminante afluente y aumenta la velocidad de la o de  
las bandas, en caso de aumento de la carga contaminante afluente,
- 40 - permitiendo dicho procedimiento alimentar el digestor a su carga óptima independientemente de las variaciones  
en la carga afluente de materia en suspensión.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que el tiempo de residencia en el digestor (5) no  
disminuye por debajo de un valor crítico para limitar la producción de fangos primarios durante el tratamiento primario.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la duración de residencia en el digestor (5) no es  
45 inferior a 16 días en el caso de una digestión mesófila.

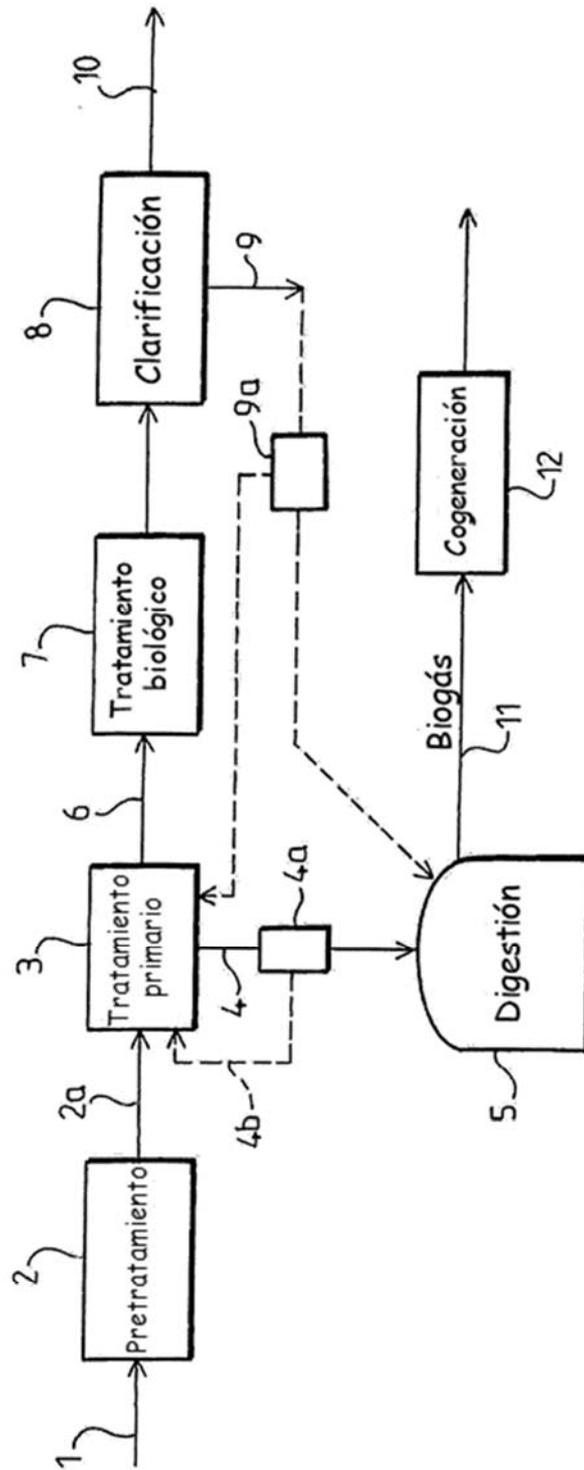


FIG.1

FIG.2

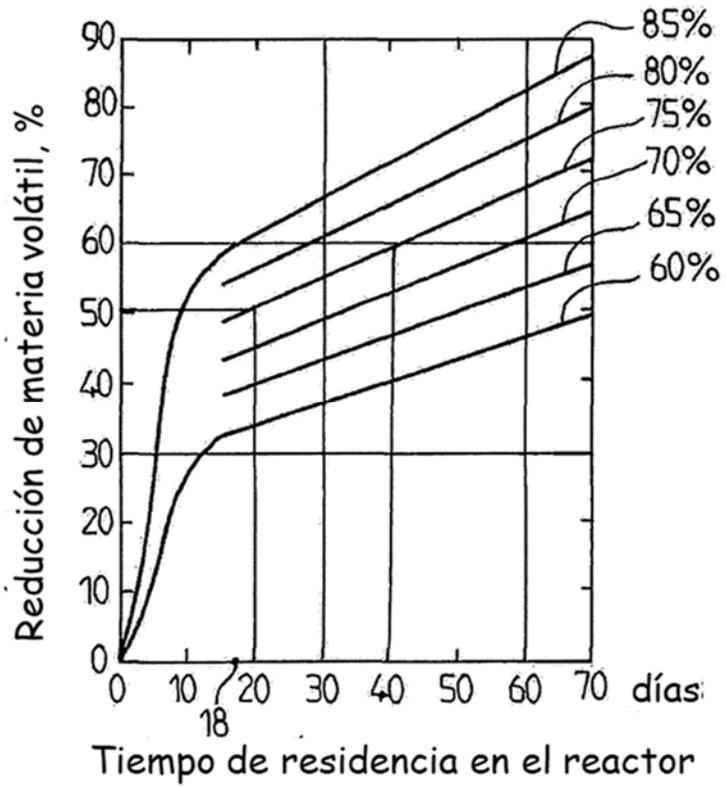
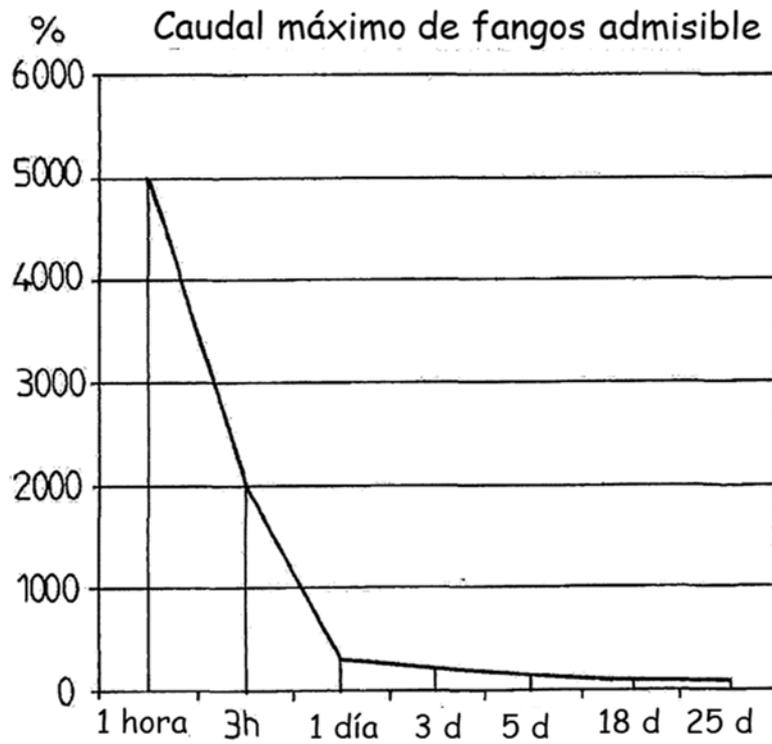


FIG.3



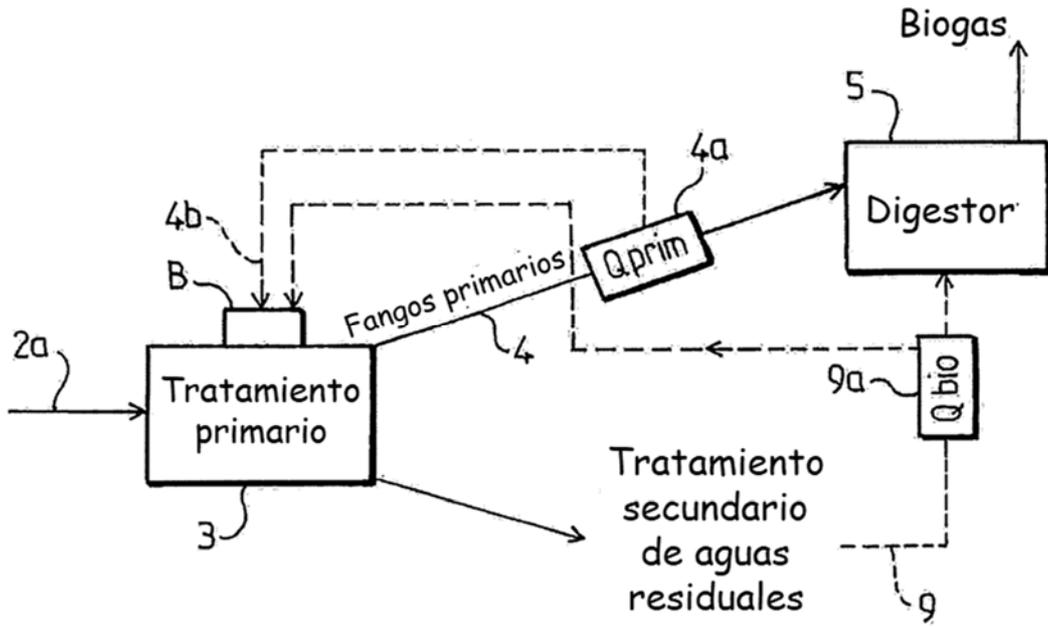


FIG.4

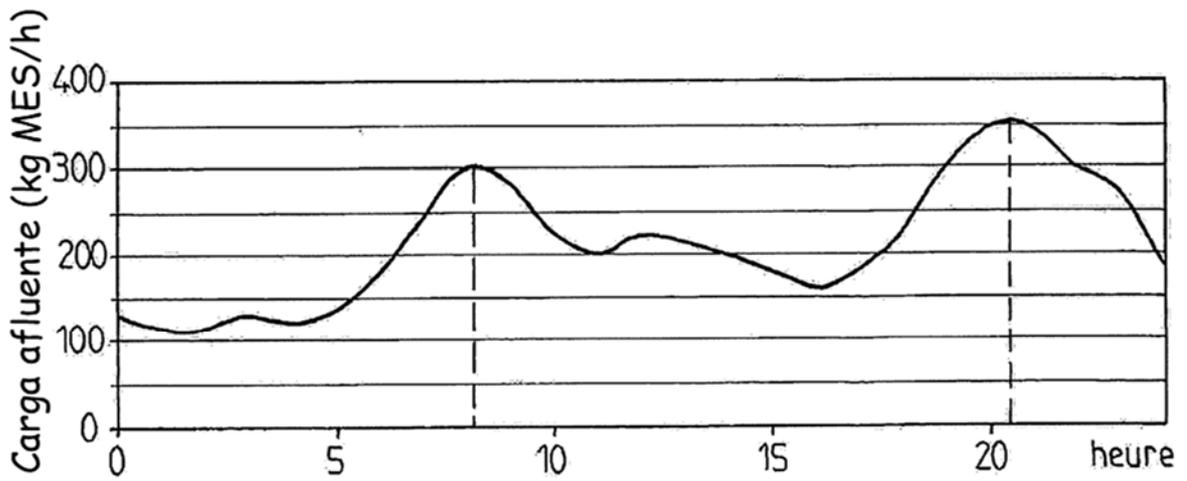


FIG.6

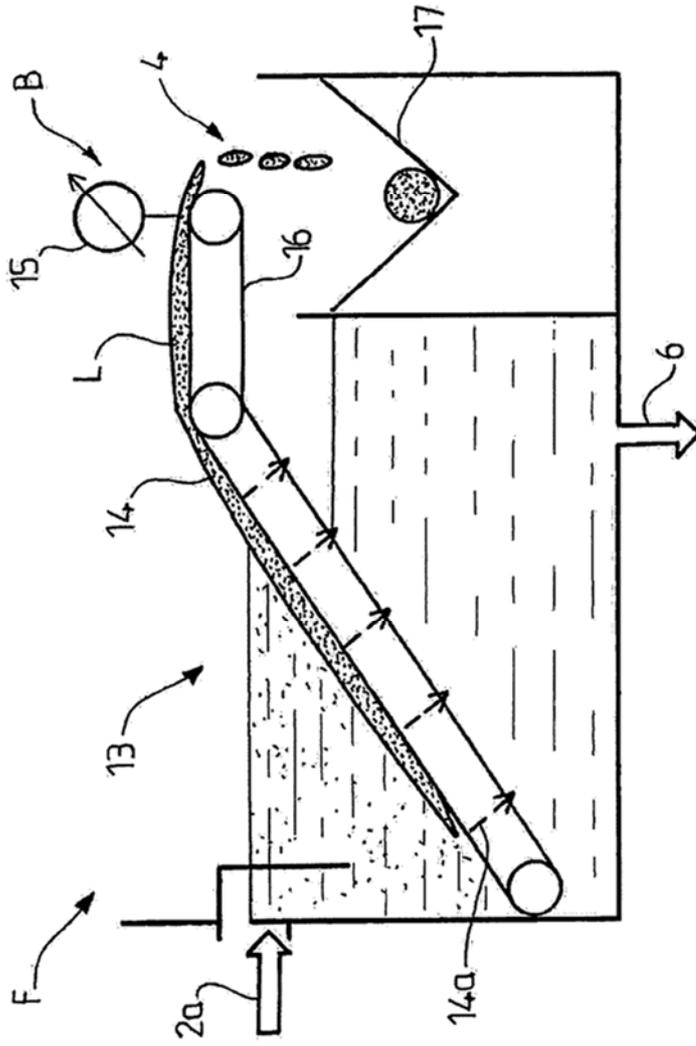


FIG.5

hora	carga en MES (kg MES/h)	% MVS	Carga en MVS (en kg/h)	Rendimiento del primario (% disminución de MES)	Cantidad de MES eliminada kg(h)	Cantidad de MV eliminada kg(h)	Hipótesis de rendimiento de 50% de eliminación de MV en la digestión	Cantidad de biogas producido (Nm <sup>3</sup> )	Cantidad de PCI producido (kWh)
0	130	75%	97,5	50%	65,0	48,8	50%	24,4	156
1	110	75%	82,5	50%	55,0	41,3	50%	20,6	132
2	110	75%	82,5	50%	55,0	41,3	50%	20,6	132
3	130	75%	97,5	50%	65,0	48,8	50%	24,4	156
4	120	75%	90	50%	60,0	45,0	50%	22,5	144
5	140	75%	105	50%	70,0	52,5	50%	26,3	168
6	180	75%	135	50%	90,0	67,5	50%	33,8	216
7	250	75%	187,5	50%	125,0	93,8	50%	46,9	300
8	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
9	280	75%	210	50%	140,0	105,0	50%	52,5	336
10	220	75%	165	50%	110,0	82,5	50%	41,3	264
11	200	75%	150	50%	100,0	75,0	50%	37,5	240
12	220	75%	165	50%	110,0	82,5	50%	41,3	264
13	210	75%	157,5	50%	105,0	78,8	50%	39,4	252
14	200	75%	150	50%	100,0	75,0	50%	37,5	240
15	180	75%	135	50%	90,0	67,5	50%	33,8	216
16	160	75%	120	50%	80,0	60,0	50%	30,0	192
17	180	75%	135	50%	90,0	67,5	50%	33,8	216
18	220	75%	165	50%	110,0	82,5	50%	41,3	264
19	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
20	350	75%	262,5	50%	175,0	131,3	50%	66,6	420
21	340	75%	255	50%	170,0	127,5	50%	63,8	408
22	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
23	270	75%	202,5	50%	135,0	101,3	50%	50,6	324
24	180	75%	135	50%	90,0	67,5	50%	33,8	216
TOTAL	5280		TOTAL	TOTAL	2640,0	1980,0		TOTAL	6336

FIG.7

hora	carga en MES (kg MES/h)	% MVS	Carga en MVS (en kg/h)	Rendimiento del primario (% disminución de MES)	Cantidad de MES eliminada kg(h)	Cantidad de MV eliminada kg(h)	Hipótesis de rendimiento de 50% de eliminación de MV en la digestión	Cantidad de biogas producido (Nm3)	Cantidad de PCI producido (kWh)
0	130	75%	97,5	70%	91,0	68,3	50%	34,1	218,4
1	110	75%	82,5	75%	82,5	61,9	50%	30,9	198
2	110	75%	82,5	75%	82,5	61,9	50%	30,9	198
3	130	75%	97,5	70%	91,0	68,3	50%	34,1	218,4
4	120	75%	90	75%	90,0	67,5	50%	33,8	216
5	140	75%	105	70%	98,0	73,5	50%	36,8	235,2
6	180	75%	135	60%	108,0	81,0	50%	40,5	259,2
7	250	75%	187,5	50%	125,0	93,8	50%	46,9	300
8	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
9	280	75%	210	50%	140,0	105,0	50%	52,5	336
10	220	75%	165	60%	132,0	99,0	50%	49,5	316,8
11	200	75%	150	60%	120,0	90,0	50%	45,0	288
12	220	75%	165	60%	132,0	99,0	50%	49,5	316,8
13	210	75%	157,5	80%	126,0	94,5	50%	47,3	302,4
14	200	75%	150	80%	120,0	90,0	50%	45,0	288
15	180	75%	135	80%	108,0	81,0	50%	40,5	259,2
16	160	75%	120	60%	96,0	72,0	50%	36,0	230,4
17	180	75%	135	60%	108,0	81,0	50%	40,5	259,2
18	220	75%	165	50%	110,0	82,5	50%	41,3	264
19	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
20	350	75%	262,5	50%	175,0	131,3	50%	65,6	420
21	340	75%	255	50%	170,0	127,5	50%	63,8	408
22	300	75%	225	50%	150,0	112,5	50%	56,3	360
23	270	75%	202,5	50%	135,0	101,3	50%	50,6	324
24	180	75%	135	60%	108,0	81,0	50%	40,5	259,2
			TOTAL	TOTAL	2998,0	2248,5	TOTAL	TOTAL	7195,2

FIG.8