

PATENTE DE INVENCION

MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIALES REUTILIZABLES, BIOGÁS Y ENERGÍA LIMPIA A PARTIR DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LLEVAR A CABO EL MISMO

CAMPO TECNOLÓGICO

La presente invención se sitúa en el campo de las tecnologías limpias, particularmente en el desarrollo de procesos industriales para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos no peligrosos y el diseño y construcción de plantas para llevarlo a cabo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Desde el punto de vista ambiental, la gestión de residuos sólidos en Colombia y en muchos países es uno de los aspectos más importantes por resolver debido al preocupante aumento en los volúmenes de generación de estos. A pesar de que la cultura de reciclaje se ha venido promoviendo en los últimos años, todavía existe un bajo compromiso de los ciudadanos con la clasificación y separación de residuos sólidos en la fuente.

El mecanismo convencional para la disposición final de residuos sólidos proveniente de ciudades y municipios, es la implementación de rellenos sanitarios. Si bien esta estrategia es la más empleada, trae consigo diversos problemas y no constituye una solución real a la disposición final de basuras, poniendo en grave peligro la sustentabilidad humana y del medio ambiental.

De acuerdo con un informe del Departamento Nacional de Planeación (DPN) de Colombia, para el 2021 los rellenos sanitarios de 231 municipios “colapsarán”, lo que implicaría un gran daño ambiental en lugares como Bucaramanga, Armenia, Cali, Popayán, Manizales, Neiva, entre otros. Seguidamente, dicha entidad resalta “la falta de estrategia de los entes territoriales para buscar una solución de largo plazo a la disposición final de residuos sólidos”. Asimismo, DPN señala que de los 11,6 millones de toneladas de basura que producen los colombianos por año, únicamente se aprovecha el 17%.

Los rellenos sanitarios provocan un impacto nocivo en los ecosistemas y en las comunidades aledañas a las zonas del relleno. Su construcción y operación acarrea daños ambientales que de no ser mitigados o compensados adecuadamente, ocasionan problemas tales como: aceleración del efecto invernadero, la

desestabilización de terrenos, la generación de emisiones gaseosas, con malos olores, la formación de partículas contaminantes que terminan filtradas en las cuencas hídricas, la proliferación de vectores, el incontrolado manejo de lixiviados y daños potenciales en la salud de las comunidades.

5

También se presentan desventajas desde el punto de vista de la gestión empresarial, pues el manejo de esta clase de disposición conlleva grandes inversiones de dinero, necesidad de maquinaria pesada para la distribución de las toneladas diarias de basura que ingresa a los rellenos, largos desplazamientos de los carros recolectores que a su vez contaminan durante los recorridos, tiempos largos para la descomposición total de los residuos, necesidad de adquirir grandes extensiones de terreno las cuales no son fáciles de conseguir por la oposición de las comunidades a la implementación de rellenos en sus localidades, entre muchos otros inconvenientes.

10

15

La incineración de basuras es otra posible alternativa de solución y es una tecnología desarrollada en algunos países, pero desafortunadamente un factor crítico de ella es la considerable emisión de monóxidos de carbono, dióxidos de carbono, entre otros gases de toxicidad notable hacia la atmósfera, como resultado de los procesos de combustión de basuras de diferente naturaleza química. Este problema impide su completa implementación en vista de la normatividad ambiental vigente pues termina trasladando el problema de la contaminación a la atmósfera y generando contaminantes secundarios.

20

25

En el estado de la técnica se han identificado algunas alternativas de solución como las siguientes:

En la patente No. 2010149079 publicada en Japón, se divulga un método y un aparato para el tratamiento de biomasa orgánica con alto contenido de humedad. Este método permite la obtención de gas metano por tratamiento de fermentación de subproductos.

30

La biomasa orgánica se separa del gas metano, lodos y residuos drenados mediante el tratamiento de fermentación del dióxido y monóxido de carbono estabilizados. El agua contenida en el lodo digerido se reduce, donde el lodo es mezclado con desechos orgánicos para ser tratados en un horno de fusión y gasificación. Una cantidad parcial o parte del gas metano obtenido de la fermentación, se utiliza para iniciar combustión.

35

En la patente No. WO2014028996 publicada en Europa, se divulga un método de producción de fertilizante por tratamiento térmico a partir de residuos de plantas, animales e industrias. El proceso comprende las siguientes etapas: 1) Digestión previa del residuo en un biodigestor; 2) separación del lodo del efluente resultante de la etapa

40

1) por ejemplo, mediante cribado, flotación, sedimentación, filtración, centrifugación y

sedimentación; 3) Tratamiento termoquímico del lodo que emplea por lo menos uno de los siguientes procesos: combustión, incineración y pirolisis; con temperatura entre 300 y 1200 °C preferiblemente en tambor rotativo; 4) Opcionalmente, formulación de una mezcla con una adición de nutrientes; 5) Opcionalmente, granulación del fertilizante.

En la patente No. 1101281 publicada en China, se divulga un método para el tratamiento de basuras urbanas y el equipo especial para el mismo. Este método inicia con una etapa de clasificación de basuras de modo que la basura de fácil descomposición se pasa a un gasificador para generar gas de pantano y la basura combustible se quema en el incinerador.

En la patente No. 2013133983 publicada en Japón, se divulga un método para mejorar la combustión de un incinerador en instalaciones complejas y las instalaciones complejas donde se lleva a cabo dicho método. Se proporciona un método para el mejoramiento de la combustión de un incinerador en una instalación compleja, en el que el biogás producido en un fermentador se puede usar de manera efectiva, y se puede realizar una combustión lenta para su mejorar y reducir la producción de CO y NOx alimentando el gas de escape de combustión del biogás en una cámara de combustión a la que se proporciona un fogón incinerador. La planta de mejora de la combustión para un incinerador en una instalación compleja, comprende un fermentador para fermentar un biogás, una cámara de combustión para quemar el biogás producido en el fermentador y un incinerador en el que se sopla la combustión del gas de escape del biogás.

A pesar de los intentos por superar los problemas antes mencionados, aún existe la necesidad urgente de realizar esfuerzos para desarrollar nuevas tecnologías más simples en su diseño y que resuelvan de manera eficiente la disposición de residuos sólidos urbanos no peligrosos sin traer otros problemas adicionales como consecuencia de su implementación.

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la invención consiste en proporcionar un técnica y una planta de tratamiento para la transformación efectiva de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, secos o húmedos, procedentes de la recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) no peligrosos, como fuentes alternas de biogás, energía térmica y materiales recuperables útiles en el sector agrícola y/o industrial, siendo una tecnología limpia, efectiva, sencilla en su estructura y de fácil implementación,

eliminando por completo la necesidad de la construcción de rellenos sanitarios y de plantas con operaciones térmicas contaminantes.

De otra parte, cumplir con aprovechar, procesar y reutilizar grandes cantidades de
5 basuras domiciliarias para mitigar la contaminación ambiental. Todo esto para proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

Finalmente, proporcionar una tecnología para el tratamiento de residuos sólidos que logra el control de gases (humos) generados por incineración mediante condensación
10 en tiempo real y con la posibilidad de manejo y limpieza de aguas residuales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La presente invención se entenderá de mejor manera con referencia a las figuras que
15 acompañan este documento, se ilustra a modo de ejemplo una realización de la presente invención, pero sin limitar el alcance de la invención. En dichas Figuras, los códigos de referencia indican elementos idénticos o similares.

Las Figura 1 presenta el diagrama general de la planta de tratamiento de residuos
20 sólidos de la presente invención.

La Figura 2 presenta un diagrama del incinerador que forma parte de la planta de tratamiento de la invención.

La Figura 3 presenta un diagrama del estabilizador de gases de la planta de
25 tratamiento de la invención.

Las Figuras 4 y 4A presentan diagramas con una realización de la invención que posee más de un estabilizador de gases, ellos interconectados dentro de la planta de
30 tratamiento. Estos diagramas ilustran las partes internas de los estabilizadores y una forma específica de interconexión con sus ductos de ingresos y salidas de corrientes.

La Figura 5 presenta un diagrama del biodigestor que forma parte de la planta de
tratamiento.

La Figura 6 presenta un esquema explicativo del método de tratamiento junto con las
35 corrientes de proceso, llevado a cabo con la planta de tratamiento de la invención.

LISTADO DE ELEMENTOS DEL INVENTO

El siguiente listado corresponde al conjunto de elementos que hacen parte de la presente invención. Al frente de cada elemento se indica el código de referencia incluido en el juego de figuras para su fácil identificación.

	Planta de tratamiento de residuos sólidos	(P)
10	Equipo incinerador	(I)
	Residuos sólidos (RSU)	(i.0)
	Tolva	(i.1)
	Tapa de la tolva	(i.2)
	Recámara de alimentación de residuos	(i.3)
15	Pistón de alimentación de residuos	(i.3')
	Recámara general de incineración	(i.4)
	Corriente de gas para inicio de combustión	(i.5)
	Corriente de lodos residuales recirculados	(i.6)
	Calderas de agua y vapor	(i.7)
20	Ducto conductor de humos	(i.8)
	Corriente de gases de combustión	(i.8')
	Recámara de incineración por cascada	(i.9)
	Recámara de cenizas y calizas	(i.10)
	Corriente de cenizas y calizas	(i.11)
25	Equipo estabilizador de gases	(E)
	Ducto de entrada de agua	(e.0)
	Alimentación de agua	(e.0')
	Ducto de entrada de gases de combustión	(e.1)
30	Corriente de gases de combustión	(i.8')
	Poleas de torque	(e.2)
	Unidad de sellamiento	(e.3)
	Tanque	(e.4)
	Aspas entorchadas	(e.5)
35	Rodamientos	(e.6)
	Giro invertido derecho	(e.7)
	Platos perforados	(e.8)
	Micromalla	(e.9)
	Microplatos	(e.10)
40	Giro invertido izquierdo	(e.11)

	Anillos espirales	(e.12)
	Acoples	(e.13)
	Ejes centrales	(e.14)
	Ducto de interconexión	(e.15)
5	Corriente de gases parcialmente estabilizados	(e.15')
	Ducto de salida de gases estabilizados	(e.16)
	Corriente de gases estabilizados, aire y vapor de agua	(e.16')
	Drenador hídrico	(e.17)
10	Equipo Biodigestor	(B)
	Corriente de gases estabilizados	(e.16')
	Corriente de excretas	(b.0)
	Tanque de carga	(b.1)
	Tanque de almacenamiento de gas	(b.2)
15	Tanque de descarga	(b.3)
	Campana flotante	(b.4)
	Barra estabilizadora	(b.5)
	Eje central	(b.6)
	Aletas de rompimiento	(b.7)
20	Anillo sellante de agua	(b.8)
	Corriente de salida de afluente líquido	(b.9)
	Ducto de salida de biogás	(b.10)
	Corriente de salida de biogás	(b.10')
	Base de hormigón	(b.11)
25	Suelo	(b.12)
	Unidad de tratamiento de aguas residuales	(T)

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 30 La invención corresponde a un método para la obtención de materiales, biogás y energía limpia a partir del tratamiento de residuos sólidos y la planta de tratamiento para llevar a cabo dicho método.
- 35 El método involucra aspectos tecnológicos, físicos, químicos y mecánicos, útiles para el procesamiento de residuos sólidos. Estos residuos son secados e incinerados, y los gases emitidos durante su combustión son capturados de forma anaeróbica para su procesamiento en un equipo estabilizador y su posterior envío a un equipo biodigestor.

El método de tratamiento inicia con la recepción de la materia prima que corresponde a residuos orgánicos, inorgánicos, húmedos y/o secos, el cual es recibido en la tolva y luego es suministrado de forma gradual al equipo incinerador para su tratamiento térmico. El gas requerido para iniciar la combustión en esta primera etapa es obtenido de la misma planta, específicamente del equipo biodigestor.

De este tratamiento térmico en el equipo incinerador se obtienen dos corrientes: una de cenizas, calizas y/o biocarbonos con aplicaciones en la producción de fertilizantes de cultivos y/o industria civil, y otra corriente de composición gaseosa que se somete a estabilización de gases en el equipo estabilizador, para luego pasar a biodigestión hasta la transformación de gases de combustión en biogás. Finalmente, dicho gas puede pasar a operaciones de compresión, licuado y envasado final en pipetas para su mercadeo.

La planta de tratamiento posee como aparatos esenciales un equipo de incineración con tolva de recepción de basuras, conectado el equipo incinerador con un equipo estabilizador de gases y este a su vez conectado con un equipo biodigestor. Los tres equipos juntos y su interconexión particular conforman un sistema único, cerrado y simple de tecnología limpia para procesamiento de altos volúmenes de basuras.

DIVULGACIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Esta divulgación corresponde a la explicación detallada de algunas de las modalidades de la invención y no implica la limitación del alcance de la invención definida en las reivindicaciones.

A continuación, se definen algunos términos incluidos en el documento, los cuales son importantes en la comprensión de la invención:

El término “*residuo sólido o desecho*”, hace referencia a cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación de un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (Decreto 1713 de 2002 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

El término “*residuos sólidos urbanos (RSU)*” hace referencia a los residuos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan clasificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares.

Estos residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos, aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.

5

De acuerdo con la NTC GTC 024 del 2009, los tipos de residuos y sus características pueden ser:

10 -Aprovechables: Cartón y papel, vidrio, plásticos, residuos metálicos, textiles, madera, cuero y empaques compuestos.

15 -No aprovechables: Papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios, papel encerado, plastificado, metalizado, cerámicas, vidrio plano, huesos, material de barrido, colillas de cigarrillo, material de empaque y embalaje sucios.

-Orgánicos biodegradables: Residuos de comida, cortes y podas de materiales vegetales.

20 En Colombia, la proporción de orgánicos en los residuos sólidos urbanos alcanza el 55% en promedio.

25 El término “relleno sanitario” hace referencia a un lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, y el control de los gases y lixiviados y la proliferación de insectos.

30 El “aprovechamiento de los residuos sólidos” es la utilización de los residuos sólidos por medio de actividades tales como separación de la fuente, recuperación, transformación y rehúso de los residuos, que al tiempo que generan un beneficio económico o social, reducen los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana asociados con la producción, manejo y disposición final de los residuos sólidos (NTC GTC 024 del 2009).

35

El aprovechamiento permite reincorporar materiales con valor en el circuito económico, lo cual contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales y a crear empleo en las comunidades involucradas.

El término “*manejo de residuos sólidos*” indica el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, presentación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o eliminación de los residuos o desechos sólidos.

El término “*tratamiento*” señala al conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud.

El término “*equipo incinerador*” hacer referencia a un incinerador o un conjunto de incineradores interconectados en paralelo para la realización simultánea de operaciones de incineración de residuos.

El término “*equipo estabilizador de gases*” se refiere a un estabilizador de gases o un conjunto de estabilizadores de gases interconectados en serie para la realización consecutiva de operaciones de estabilización de gases de combustión.

El término “*equipo biodigestor*” hace referencia a un biodigestor o un conjunto de biodigestores interconectados en serie o en paralelo para la obtención de biogás.

Para una comprensión más completa de la presente invención, ahora se hace referencia a la siguiente descripción de un modo ilustrativo y no limitativo de la misma, tomada en conjunto con los dibujos acompañantes en los cuales los números de referencia indican elementos idénticos o semejantes en los dibujos correspondientes.

La invención consiste en un método para la obtención de materiales renovables, biogás y energía limpia, a partir del tratamiento de residuos sólidos y la planta de tratamiento de residuos sólidos (P) para llevar a cabo dicho método. A continuación, se realiza una descripción detallada del método de la invención seguido de la descripción detallada de la planta de tratamiento.

Método de tratamiento

El método de tratamiento, permite la transformación de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos secos, húmedos y mojados, procedentes de la recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) de municipios y ciudades, los cuales son aprovechados como materia prima para obtener biocarbonos, biogás y otros productos, llevando a cabo un procedimiento de incineración en un equipo incinerador (I) seguido de un control de

los gases de combustión (bióxidos y monóxidos de carbono) en un equipo estabilizador de gases (E) mediante condensación con reacción fisicoquímica en medio acuoso, en donde los átomos de monóxido y bióxido de carbono reaccionan con los átomos del agua de manera que pasan del estado gaseoso al estado líquido en tiempo real. Este proceso ocurre con movimientos aleatorios y pulsaciones circulares a intervalos de tiempo de reacción exactos y equilibrados.

Movimientos mecánicos de rotación en los dos sentidos (rotación simultánea con las manecillas del reloj y en sentido contrario a las manecillas del reloj) entre 1000 a 5000 revoluciones por minuto, son llevados a cabo al interior del equipo estabilizador de gases (E), produciendo el rompimiento de las moléculas que contienen carbono y oxígeno provocando la formación de nuevos enlaces químicos. Son estos movimientos bruscos unidos a cambios de temperatura momentáneos los que favorecen estas reacciones dando como resultado componentes inocuos.

Los gases estabilizados son pasados al equipo biodigestor (B) en donde reciben un tratamiento biológico. En el equipo biodigestor (B) se procesa, captura y se almacena el biogás.

Ahora bien, por su parte el equipo biodigestor (B) lleva a cabo su desempeño en estado anaerobio, es decir, en ausencia total de oxígeno y con un tiempo adecuado de retención hidráulica de entre 20 y 50 días. En estas condiciones, las bacterias metanogénicas pueden ser consideradas como las más importantes dentro del consorcio de microorganismos anaerobios, ya que poseen la capacidad de producir gas metano (CH_4) a través de la conversión de substratos monocarbonados o con átomos de carbono unidos por un enlace covalente.

En términos generales, el método de tratamiento de la invención posee la siguiente secuencia general de etapas:

- A. Recibir en la planta de tratamiento (P) la materia prima que corresponde a basuras;
- B. Someter toda la materia prima a un tratamiento térmico de incineración;
- C. Recolectar y retirar la corriente de cenizas, calizas y/o biocarbonos resultantes;
- D. Transferir la corriente completa de gases de combustión al equipo estabilizador de gases (E);
- E. Estabilizar química y mecánicamente la corriente completa de gases de combustión en presencia de agua;
- F. Transferir la corriente de gases estabilizada al equipo biodigestor (B); y

G. Someter la corriente de gases estabilizada a procesos bioquímicos hasta transformarlo en biogás.

En términos más específicos y considerando las figuras 1 a 6, el método de tratamiento de la invención posee la siguiente secuencia de etapas:

Etapas A

Introducir la materia prima que corresponde a residuos sólidos (RSU) (i.0) correspondiente a basuras orgánicas, inorgánicas, húmedas y/o secas no peligrosas, en la tolva (i.1) del equipo incinerador (I) para luego realizar el cierre de dicha tolva (i.1) mediante la tapa (i.2) con sello hermético por columna de agua.

Etapas B

Alimentar gradualmente los residuos sólidos (RSU) (i.0) en la recámara de alimentación de residuos (i.3) mediante el pistón de alimentación de residuos (i.3'); y

Someter la materia prima a un tratamiento térmico de incineración, destilación y fracturación a temperaturas de entre 1000°C y 2000°C en la recámara general de incineración (i.4).

En algunas modificaciones de la invención, durante la etapa B se realiza simultáneamente la recepción de una corriente de lodos residuales recirculados (i.6) en la recámara general de incineración (i.4). Dicha corriente de lodos residuales recirculados (i.6) proviene de la unidad de tratamiento de aguas residuales (T) y es generada luego del tratamiento de las aguas empleadas durante el método de tratamiento.

En algunas realizaciones de la invención, la generación de la ignición para inicio de la combustión en el equipo incinerador (I) se lleva a cabo mediante quema de algunos de los residuos sólidos introducidos en la tolva (i.1) y/o mediante el encendido de la corriente de gas para inicio de combustión (i.5) que es producida en el equipo biodigestor (B) de la planta de tratamiento (P).

En otras realizaciones de la invención, la corriente de cenizas y calizas (i.11) que sale del equipo incinerador (I) se somete a operaciones de separación mediante tamizado.

Etapas C

Recolectar, retirar y tamizar la corriente de cenizas y calizas (i.11) que caen a la recámara de cenizas y calizas (i.10).

Etapa D

5

Transferir la corriente de gases de combustión (i.8') que sale por el ducto conductor de humos (i.8') hacia el equipo estabilizador de gases (E) mediante el ducto de entrada de gases de combustión (e.1) para estabilizarlos en tiempo real.

10 Etapa E

Introducir una alimentación de agua (e.0') a través del ducto de entrada de agua (e.0) del equipo estabilizador de gases (E); y

15 Condensar la corriente de gases de combustión (i.8') mediante condiciones mecánicas de agitación y procesos químicos para su estabilización.

La alimentación de agua (e.0') es una corriente de agua proveniente de la unidad de tratamiento de aguas residuales (T) conformando un proceso de circuito cerrado.

20

En algunas de las modalidades de la invención, es posible que los gases generados en el equipo estabilizador de gases (E) correspondan a una corriente parcialmente estabilizada (e.15') tal como se puede observar en la figura 4, debido al elevado volumen de residuos sólidos RSU (i.0) por procesar. Cuando esto ocurre, la corriente de gases (e.15') ingresa a otro equipo estabilizador (E) similar mediante el ducto (e.15) hasta obtener a satisfacción la corriente de gases estabilizados, aire y vapor de agua (e.16') completamente procesada.

25

Etapa F

30

Transferir la corriente de gases estabilizados (e.16) mediante un ducto de salida de gases estabilizados (e.16') al equipo biodigestor (B) y permitir la salida de aguas mediante el drenador hídrico (e.17) en el fondo del equipo estabilizador de gases (E).

35 Etapa G

Someter la corriente de gases estabilizados (e.16') a procesos bioquímicos en el equipo biodigestor (B) hasta transformarlo en una corriente de salida de biogás (b.10'); y

40

Retirar la corriente de salida de afluente líquido (b.9) para dirigirlo a la unidad de tratamiento de aguas residuales (T).

5 En una modalidad de la invención, el equipo biodigestor (B) recibe la corriente de gases estabilizados (e.16') y una corriente de excretas (b.0). Esta circunstancia se presenta cuando la planta es adaptada de forma complementaria para el procesamiento de excretas humanas y/o animales.

10 En una realización de la invención, el biogás resultante puede ser sometido a compresión, licuado y envasado para su posterior uso en la planta o con fines de mercadeo.

15 Todos los efluentes son retornados a la unidad de tratamiento de aguas residuales (T), la cual cuenta con una trampa de grasas, de un sedimentador, y sistemas de filtros, con el fin de que el agua tratada quede apta para ser reutilizada en los procesos de biotermoestabilización de gases en el equipo estabilizador de gases (E), y los lodos resultantes se recirculan hacia el equipo incinerador (I).

20 A continuación, se realiza una descripción detallada de la planta de tratamiento de residuos sólidos (P) que forma parte de la presente invención:

Planta de tratamiento

25 En términos generales y de acuerdo con la figura 1, la planta de tratamiento de residuos sólidos (P) posee tres equipos fundamentales a saber: un equipo incinerador (I) conectado a un equipo estabilizador de gases (E) y este último a su vez conectado con un equipo biodigestor (B). En algunas alternativas de modificación de la invención, una unidad de tratamiento de aguas residuales (T) se encuentra interconectada con el equipo biodigestor (B).

30

A continuación, se realiza la definición detallada de cada uno de estos equipos.

Equipo incinerador

35 Las figuras 1 y 2 presentan un diagrama explicativo del equipo incinerador (I) que forma parte de la planta de tratamiento de residuos sólidos (P), cuya modalidad consiste en la presencia de un único equipo incinerador (I).

40 El equipo incinerador (I) posee en su parte estructural superior una tolva (i.1) para la recepción de residuos sólidos (RSU) (i.0) que ingresan a la planta de tratamiento (P).

Esta tolva (i.1) posee una tapa (i.2) con cierre hermético mediante columna de agua para evitar escape de malos olores y gases asociados a las basuras.

5 El diseño del volumen de la tolva (i.1) depende de la cantidad de residuos sólidos (RSU) (i.0) que se espera procesar en determinado lugar geográfico. En algunas realizaciones de la invención, la tolva (i.1) posee una capacidad de recepción de entre 20 y 120 m³.

10 Los residuos sólidos (RSU) (i.0) pueden ser de cualquier tipo, excepto metal, vidrio y aquellos identificados como peligrosos. Los demás residuos se estiman que llegan clasificados, por lo tanto, no requieren clasificación ni trituración preliminar; de esta manera se eliminan etapas de proceso adicionales para estos fines.

15 El procesamiento de la materia prima, se lleva a cabo automáticamente y de forma dosificada desde la recámara de alimentación de residuos (i.3) hacia la recámara general de incineración (i.4). La recámara de alimentación de residuos (i.3) incorpora un pistón de alimentación de residuos (i.3') que permite la dosificación controlada de materia prima en la recámara general de incineración (i.4).

20 En algunas realizaciones de la invención, la recámara general de incineración (i.4) posee un ducto de ingreso de una corriente de lodos residuales recirculados (i.6) proveniente de la unidad de tratamiento de aguas residuales (T), para permitir la incineración de dichos lodos (i.6) en conjunto con los residuos sólidos (RSU) (i.0).

25 La recámara general de incineración (i.4) posee una recámara de incineración por cascada (i.9), la cual mide 1,5 m de altura y en su sección inferior se encuentra una recámara de cenizas o calizas (i.10) que permite la recolección de biocarbonos (no catalogados como escoria) conformando una corriente saliente de cenizas y calizas (i.11), que se retira de la planta de tratamiento (P); la recámara general de incineración
30 (i.4) posee un método especial para evitar su apagado y mide 4 m de altura en total.

El equipo incinerador (I) posee un sistema asociado de calderas de agua y vapor (i.7) disponible tal como se observa en la figura 2.

35 La operación de incineración no requiere de combustible adicional, pues la combustión inicia encendiendo una porción de los residuos sólidos (RSU) (i.0) recibidos en la tolva (i.1) o retroalimentando el equipo incinerador (I) con una pequeña cantidad de gas natural que la misma planta de tratamiento produce. En la figura 2 se observa el ingreso de la pequeña corriente de gas para inicio de combustión (i.5) a la recámara
40 general de incineración (i.4), corriente que proviene del equipo biodigestor (B) tal como

se observa en la figura 6 y que corresponde a una porción mínima de biogás resultante generado en dicho equipo. Esta corriente de gas para inicio de combustión (i.5) se activa por un intervalo de tiempo de hasta 30 segundos.

- 5 La corriente de cenizas y calizas (i.11) que queda como resultado final del proceso de la combustión de la materia prima en el equipo incinerador (I), se pueden utilizar como materia prima para la fabricación de fertilizantes para cultivos, mezclado con gallinaza, pulpa de café y porcinaza se enriquece aún más en su contenido de nutrientes con el mismo fin. Alternativamente, es posible la aplicación de la corriente de cenizas y
- 10 calizas (i.11) como materia prima en la industria de la mampostería, bases para cementos, bloques, entre otros, para la industria de la construcción.

Equipo estabilizador de gases

- 15 La función principal del aparato estabilizador de gases (E) es termoestabilizar los gases CO₂, CO y H₂S procedentes de la combustión de los residuos sólidos RSU (i.0) en tiempo real, y chimeneas industriales. Los gases al ser conducidos por la unidad conductora de gases sufren una pérdida de temperatura entre 350 y 450°C, que luego al ser conducido al estabilizador de gases, son procesados por este dispositivo
- 20 sufriendo más pérdida de temperatura hasta llegar a intervalos de entre 80 y 120°C, produciendo la rotura y la formación de nuevos enlaces químicos o estabilización de los mismos.

En términos generales, este equipo cuenta con recámaras distribuidas con

25 movimientos aleatorios, controlando y reduciendo las temperaturas de los gases donde se produce una reacción fisicoquímica, pasando del estado gaseoso al estado líquido, logrando la estabilización de los gases.

El equipo estabilizador de gases (E) está conformado por un tanque (e.4) con ducto

30 de entrada de agua (e.0), un ducto de entrada de gases de combustión (e.1), un ducto de salida de gases estabilizados (e.16) y un drenador hídrico (e.17).

Internamente, el equipo estabilizador de gases (E) está conformado por ejes centrales (e.14) vinculados externamente a poleas de torque (e.2) y rodamientos (e.6) y dichos

35 ejes centrales (e.14) internamente poseen unos acoples (e.13) asociados a aspas entorchadas (e.5). Además, posee un conjunto de platos perforados (e.8), micromallas (e.9), microplatos (e.10) y anillos espirales (e.12) dispuestos horizontalmente y separados entre sí.

Las figuras 1 y 3 presentan un diagrama explicativo del equipo estabilizador de gases (E) que forma parte de la planta de tratamiento de residuos sólidos (P), cuya modalidad consiste en la presencia de un único equipo estabilizador de gases (E).

- 5 En las figuras 4 y 4A se ilustra una realización de la invención en la cual se identifica la presencia de dos estabilizadores de gases interconectados en serie y conformando el equipo estabilizador de gases (E).

El equipo estabilizador de gases (E) es un aparato esencial dentro de la invención porque evita contaminación de la atmósfera y consecuentes sanciones a las empresas. Este equipo recibe todos los gases de combustión provenientes del equipo incinerador (I) en un sistema cerrado de tratamiento.

De acuerdo con la figura 1, el equipo estabilizador de gases (E) es el equipo interconector entre el equipo incinerador (I) y el equipo biodigestor (B), regidos en conjunto bajo un proceso industrial cíclico, donde el equipo incinerador (I) posee alta eficiencia, el equipo estabilizador de gases (E) lleva a cabo un proceso mecánico y químico con las emisiones gaseosas obtenidas del equipo incinerador (I) y el equipo biodigestor (B) sintetiza las emisiones estabilizadas logrando la generación de biogás.

La estabilización de gases monóxidos y dióxidos de carbono se realiza en tiempo real en más de un 95% empleando agua (agua lluvia, aguas grises tratadas, entre otras). En una modalidad de la invención, el agua proviene de las aguas residuales tratadas en la unidad de tratamiento de aguas residuales (T).

La corriente de gases de combustión (i.8') proveniente del equipo incinerador (I) ingresa al equipo estabilizador de gases (E) por flotación por aire a través del ducto de entrada de gases de combustión (e.1) y llegan al tanque (e.4) en donde los gases son floculados en agua más coagulante a través de la micro malla (e.9).

Los gases son tratados por las aspas entorchadas (e.5) con movimientos circulatorios. Estas aspas entorchadas (e.5) están fijadas a unos acoples (e.13) que proporcionan rotación a los gases mediante giro invertido izquierdo (e.11) mientras los gases son movidos a la unidad de aletas flotantes, donde su principal función es distribuir los gases de una manera uniforme dentro de la unidad cerrada del tanque (e.4). En una realización de la invención, el tanque (e.4) es rectangular y fabricado en acero inoxidable, Ref. 304.

Luego de acceder al tanque (e.4) los gases son transferidos a través de los micro platos (e.10) donde se realiza el enlace químico de transformación de los gases, siendo

pasados a presión neumática de 45 psi (0,31 MPa), por la unidad de platos perforados (e.8) para producir la generación de micro burbujas ocasionadas por la unidad de anillos espirales (e.12).

- 5 Las micro burbujas son pasadas en tiempo real del estado gaseoso al estado líquido gracias a los giros de sentidos inversos (e.7) y (e.11) de los ejes centrales (e.14). Estos ejes centrales (e.14) manejan velocidades rotatorias intercambiables por ciclos adyacentes simples que inician y terminan en el mismo vértice entre 2500 y 3800 rpm con intervalos de tiempo aproximados entre los 5 minutos a 10 minutos. Estas
- 10 condiciones se logran con la fuerza motriz generada desde un motor de 25 HP controlado por sistema PLC y bloque de control de mandos, conectado de forma mecánica a través de bandas de poliamida a las poleas de torque (e.2).

- El resultado final de esta operación es un líquido de forma semisoluble procedente del
- 15 equipo estabilizador de gases (E), que sale a través del ducto de salida de gases estabilizados (e.16).

- En una realización de la invención, el equipo estabilizador de gases (E) posee un tanque (e.4) diseñado y construido con materiales en acero inoxidable 304 calibre 12,
- 20 uniones en acero de argón en antorcha, con un área rectangular de 1,40 m x 1,70 m x 0,70 m, capacidad de almacenamiento de 0,271 m³ volumen hidráulico y 3,8 m³ de gas; capacidad resistiva térmica hasta de 1500°C. Conformados por unidades rectangulares requeridas de acuerdo a la necesidad de manejo de los gases CO₂, CO y H₂S.

- 25 Estos tanques (e.4) se comunican entre sí por ductos de 10,16 cm (4 in) de 45 cm de longitud, un eje central (e.14) en acero inoxidable de 3,81 cm (1 ½ in) con longitud de 1,80 m, conjuntos de platos (e.8) y micro platos (e.10) con perforaciones de 3,5 milímetros en poliuretano de alta densidad, conjunto de aspas entorchadas (e.5) en
- 30 acero inoxidable de 304 calibre 2,5 mm y longitud de 17 cm, unidas con soldadura de acero inoxidable de electrodo, sellos herméticos (e.3) en neolite de 1,5 cm, retenedores siliconados de 72 mm x 38 mm, rodamientos (e.6) 6225/f con canastillas en poliamida, soporte chasis en acero galvanizado de (¼ in) de espesor, área total de 4 m².

- 35 La corriente de gases estabilizados (e.16') consiste en aire y vapor de agua.

Biodigestor

El equipo biodigestor (B) que forma parte de la planta de tratamiento de residuos sólidos (P) es un reactor bioquímico que captura, procesa y sintetiza todas las emisiones estabilizadas en el equipo estabilizador de gases (E) quedando como producto principal biogás. En una modificación de la invención, el equipo biodigestor (B) también puede recibir excretas humanas y/o animales.

El equipo biodigestor (B) permite tratar de forma natural y en ausencia de oxígeno, toda clase de residuos orgánicos de vegetales, animales y aguas residuales. Este equipo biodigestor (B) posee las siguientes características para evitar mantenimientos internos y hacerlo más eficiente y duradero:

- Un tanque de entrada dosificador;
- Un sistema de astas para evitar y remover sedimentaciones;
- Se alimenta y activa el sistema de astas de forma automática a través de temporizadores y contactores;
- Bombea con presión constante el gas natural donde se requiere, con su propio peso de la campana;
- Se pueden fabricar con capacidades hidráulicas pequeñas a grandes volúmenes (5000 litros a 10000 litros y hasta más);
- El tiempo de vida útil es de mínimo 50 años.

El equipo biodigestor (B) de la invención es de campana flotante que consiste en un biodigestor subterráneo y un recipiente para gas con techo móvil. La campana flotante está suspendida en una columna de agua como sello natural y para evitar la fuga de malos olores.

Las figuras 1 y 5 presentan un diagrama explicativo del equipo biodigestor (B) que forma parte de la planta de tratamiento de residuos sólidos (P), cuya modalidad consiste en la presencia de un único equipo biodigestor (B). No obstante, en otras modalidades pueden existir plantas que posean múltiples equipos biodigestores.

El equipo biodigestor (B) es construido parcialmente de forma subterránea tal como se puede observar en la figura 5, en donde el equipo se observa parcialmente enterrado en el suelo (b.12). La construcción de este equipo biodigestor (B) requiere la consolidación de una base de hormigón (b.11) que brinda soporte y estabilidad.

El equipo biodigestor (B) comprende las siguientes partes esenciales: -un tanque de carga (b.1) que recibe la corriente de gases estabilizados (e.16') y opcionalmente la corriente de excretas (b.0); -un tanque de almacenamiento de gas (b.2) en donde

surten las reacciones bioquímicas; y –un tanque de descarga (b.3) que permite la recolección de la corriente de salida de afluente (b.9).

El tanque de almacenamiento de gas (b.2) posee en su parte superior una campana flotante (b.4) con sello hermético mediante anillo sellante de agua (b.8). La campana flotante (b.4) posee una barra estabilizadora (b.5) y gira en un eje central (b.6). Asociado a dicho eje central (b.6) se encuentran aletas de rompimiento (b.7).

El tanque de almacenamiento de gas (b.2) posee un ducto de salida de biogás (b.10) para retiro del gas resultante de la operación.

El equipo biodigestor (B) posee alimentación automática y programable, funciona con presión constante al empuje del gas natural, no requiere mantenimiento y presenta un tiempo de vida mínimo de 50 años y aproximado de 70 años.

La corriente de salida de afluente líquido (b.9) proveniente del equipo biodigestor (B) pasa a una unidad de tratamiento de aguas residuales (T) para ser sometido a una operación de filtrado donde el agua separada se reutiliza en el equipo estabilizador de gases (E) y los lodos resultantes se devuelven al equipo incinerador (I). Esto también contribuye a que sea un método cíclico y cerrado.

El biogás posee una alta proporción de metano útil en el campo ya que por su poder calorífico puede reemplazar con cierta ventaja a combustibles tradicionales que cumplen la misma función. El biogás resultante puede ser comprimido, licuado y envasado en pipetas para su posterior utilización y/o comercialización.

Pruebas y resultados

Se construyó un prototipo de la plata de tratamiento de residuos sólidos (P) en la vereda Quirimara, corregimiento Sevilla del municipio Ebéjico en el departamento de Antioquia de Colombia (América del Sur).

A través de pruebas, estudios y análisis de los resultados obtenidos de los ensayos llevados a cabo con el prototipo, se comprobó que la invención es básica y que su proceso científico es favorable al medio ambiente pues detiene la contaminación ambiental en un 98% y mejora notablemente las condiciones del aire y de la atmósfera, superando las tecnologías convencionales que solo detienen un 63% de los gases contaminantes.

El resultado obtenido con las pruebas en el prototipo de la planta es: procesamiento de 500 kg de residuos sólidos/h. Con la planta de tratamiento escalada se puede lograr un manejo de hasta 1000 kg de residuos sólidos/h.

5 El Cuadro 1 presenta resultados de la eficiencia del método de tratamiento de la invención.

Cuadro 1. Eficiencia del método de tratamiento de la invención

10

Cantidad de residuos sólidos (Toneladas)	Tiempo de calcinación (h)	Cantidad de biocarbonos o calizas (Toneladas)	Cantidad de agua* por calcinación de una tonelada de residuos (m³)	Producción de cantidad de biogás (m³ / Toneladas calcinada)	Humos estabilizados (%)
1	1	0,05	0,020	1	90 aprox.
10	10	0,5	0,20	1	90 aprox.

E

*Se reutiliza y se purifica luego

15 La invención hasta ahora descrita corresponde a una sola modalidad de realización, descripción que no debe ser entendida como la definición de la única alternativa de diseño de planta pues esta puede ser escalada de acuerdo con los requerimientos de procesamiento de las cantidades por mes de residuos sólidos recolectados en cada región geográfica según sea instalada la invención.

20

Para ilustrarlo, El Cuadro 2 presenta cuatro planes de escalado posibles.

Cuadro 2. Escalado de la planta de tratamiento según requerimientos de tratamiento

25

Cantidad de residuos sólidos por tratar (Toneladas/mes)	Área superficial total de la planta (m²)	Número de unidades de incineración	Capacidad de tolva en cada incinerador (m³)	Número de unidades estabilizadoras de gases interconectadas	Número de unidades biodigestoras interconectadas	Capacidad hidráulica de cada unidad biodigestora (litros)
500	1500 (50x30)	1	50	3	2	15000
2000	2000 (50x40)	1	120	4	3	35000
3000	2500 (60x42)	3*	120	de 3 a 4	4	100000
6000	3000 (60x50)	6*	120	de 4 a 6	5	150000

30

*Los incineradores conectados en serie con un puente grúa para surtirlos de residuos sólidos (materia prima).

Por lo anterior, la presente invención es una solución técnica con múltiples ventajas y efectos técnicos sorprendentes e inesperados:

35

- Reducción de la huella de carbono por el tránsito de los recolectores pues estas plantas se instalan cerca donde se produce la materia prima (basura);
- Contribuye a la reducción de la contaminación del aire, agua, suelo y clima;
- No emite olores de materia prima durante el procesamiento de residuos;

- Aprovechamiento de todos los efluentes en un proceso cíclico y cerrado mediante producir derivados como biogás, calizas, fertilizantes y energía;
- No requiere disponibilidad de grandes extensiones de terreno para la instalación de la planta y elimina por completo la necesidad de rellenos sanitarios.
- 5 - Maneja y limpia aguas residuales a la vez que permite obtener energías alternas
- Impide restricciones o limitaciones en la calidad y utilización de combustibles fósiles, permitiendo un desarrollo de la industria y fomento del empleo;
- No genera acumulaciones de materia prima (basuras) en lugares específicos, evitando a su vez emisiones de gases (metano) a la atmósfera y eliminando
- 10 lixiviados que afectan el medio ambiente;
- Se obtiene energías renovables como gas, energía térmica, vapor de agua y calizas;
- En el proceso de incineración, los gases son estabilizados en más del 90%;
- Es mínima la necesidad de mano de obra en su operación;
- 15 - Versatilidad en su escalado pues se puede construir a mínima escala o máxima escala dependiendo de la cantidad de materia prima generada en cada región geográfica;
- Instalación en municipios, ciudades y empresas industriales que generen emisiones de gases contaminantes y residuos sólidos;
- 20 - Aprovechamiento de la caliza resultante de la incineración para obtener fertilizantes naturales;
- La generación de biogás permite que no haya restricciones ni limitaciones en la calidad y utilización de combustibles fósiles, en las industrias, permitiendo un desarrollo industrial y generación de empleos;

25

Respecto a la implementación del proceso y del equipo industrial de la presente invención junto con la adecuación de accesorios y dispositivos de control de operaciones, cualquier persona medianamente versada en la materia comprenderá que esto podrá llevarse a cabo considerando los conocimientos generales en diseño

30 de plantas industriales y el contenido aquí presentado.

* * * * *

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere, en términos generales, a un método para la obtención de materiales, biogás y energía limpia a partir del tratamiento de residuos sólidos y la planta de tratamiento para llevar a cabo dicho método.

El método de tratamiento inicia con la recepción de la materia prima que corresponde a basuras orgánicas, inorgánicas, húmedas y/o secas, las cuales son recibidas en la tolva del equipo incinerador para su tratamiento térmico. El gas requerido para iniciar la combustión en el equipo incinerador es obtenido de la misma planta, particularmente del equipo biodigestor. De este tratamiento térmico se obtienen dos corrientes: una de cenizas, calizas y/o biocarbons para producción de fertilizantes de cultivos y otra corriente de composición gaseosa que se somete a estabilización de gases en el equipo estabilizador para luego pasar a biodigestión hasta la transformación de gases de combustión en biogás. Finalmente, dicho gas se pasa a operaciones de compresión, licuado y envasado final en pipetas.

La planta de tratamiento posee como aparatos esenciales un equipo incinerador con tolva de recepción de basuras, conectado el equipo incinerador con un equipo estabilizador de gases y este a su vez conectado con un equipo biodigestor. Los tres equipos juntos y su interconexión particular conforman un sistema único y simple de tecnología limpia para procesamiento de altos volúmenes de basuras.

* * * * *

REIVINDICACIONES

1. Un método para la obtención de materiales reutilizables, biogás y energía limpia, **que comprende** las siguientes etapas:
 - A. Recibir en la planta de tratamiento (P) la materia prima que corresponde a basuras;
 - B. Someter toda la materia prima a un tratamiento térmico de incineración en un equipo incinerador (I);
 - C. Recolectar y retirar la corriente de cenizas, calizas y/o biocarbonos resultantes;
 - D. Transferir la corriente completa de gases de combustión al equipo estabilizador de gases (E);
 - E. Estabilizar química y mecánicamente la corriente completa de gases de combustión en presencia de agua en el equipo estabilizador de gases (E);
 - F. Transferir la corriente de gases estabilizada al equipo biodigestor (B); y
 - G. Someter la corriente de gases estabilizada a procesos bioquímicos hasta transformarlo en biogás.
2. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde las basuras recibidas de la etapa A son orgánicas, inorgánicas, húmedas y/o secas, excepto metal, vidrio o residuos peligrosos, y son llevadas a la tolva (i.1) del equipo incinerador (I).
3. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1 o 2, en donde la recepción en planta de la materia prima en la etapa A implica introducirla en la tolva (i.1) del equipo incinerador (I) para luego realizar el cierre de dicha tolva (i.1) mediante la tapa (i.2) con sello hermético por columna de agua.
4. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa B implica: alimentar gradualmente los residuos sólidos (RSU) (i.0) en la

recámara de alimentación de residuos (i.3) mediante el pistón de alimentación de residuos (i.3') y someter la materia prima a un tratamiento térmico de incineración, destilación y fracturación a temperaturas de entre 1000°C y 2000°C en la recámara general de incineración (i.4).

5. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 4, en cuya etapa A se realiza simultáneamente la recepción de una corriente de lodos residuales recirculados (i.6) en la recámara general de incineración (4), dicha corriente (i.6) proveniente de la unidad de tratamiento de aguas residuales (T).
6. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la generación de la ignición en la etapa B para inicio de la combustión en el equipo incinerador (I) se lleva a cabo mediante quema de algunos de los residuos sólidos introducidos en la tolva (i.1) y/o mediante el encendido de la corriente de gas para inicio de combustión (i.5) que es producida en el equipo biodigestor (B) de la planta de tratamiento (P).
7. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa C implica: recolectar, retirar y tamizar la corriente de cenizas y calizas (i.11) que caen a la recámara de cenizas y calizas (i.10).
8. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa D implica transferir la corriente de gases de combustión (i.8') que sale por el ducto conductor de humos (i.8') hacia el equipo estabilizador de gases (E) mediante el ducto de entrada de gases de combustión (e.1).
9. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa E implica: introducir una alimentación de agua (e.0') a través del ducto de entrada de agua (e.0) del equipo estabilizador de gases (E) y ponerla en contacto con la corriente de gases de combustión (i.8') mediante agitación y reacciones químicas para su estabilización.

10. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 9, en donde la alimentación de agua (e.0') en el equipo estabilizador de gases (E) se realiza a través del ducto de entrada de agua (e.0); dicha corriente de agua proveniente de la unidad de tratamiento de aguas residuales (T) en proceso de circuito cerrado.
11. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, la etapa E genera una corriente parcialmente estabilizada (e.15') que ingresa a otro equipo estabilizador (E) hasta obtener la corriente de gases estabilizados, aire y vapor de agua (e.16') completamente procesada.
12. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa F implica: transferir la corriente de gases estabilizados (e.16') mediante un ducto de salida de gases estabilizados (e.16) al equipo biodigestor (B) y permitir la salida de aguas mediante el drenador hídrico (e.17) en el fondo del equipo estabilizador de gases (E).
13. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la etapa G implica: someter la corriente de gases estabilizados (e.16') a procesos bioquímicos en el equipo biodigestor (B) hasta transformarlo en una corriente de salida de biogás (b.10').
14. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde en la etapa G el equipo biodigestor (B) además recibe una corriente de excretas (b.0).
15. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde los afluentes líquidos (b.9) producidos por las reacciones bioquímicas en el equipo biodigestor (B) son dirigidos a la unidad de tratamiento de aguas residuales (T).
16. El método de tratamiento de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el biogás resultante se somete a compresión, licuado y envasado.

17. Una planta de tratamiento de residuos sólidos (P) para la obtención de materiales reutilizables, gas natural y energía limpia, **que comprende:**

Un equipo incinerador (I) conectado a un equipo estabilizador de gases (E) y este último a su vez conectado con un equipo biodigestor (B).

18. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo incinerador (I) es un único equipo o equipos incineradores (I) interconectados entre sí.
19. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo incinerador (I) posee -una tolva (i.1) con tapa (i.2) de cierre hermético mediante columna de agua, -una recámara de alimentación de residuos (i.3) con pistón de alimentación de residuos (i.3') y conectada con una recámara general de incineración (i.4) conformada por una recámara de incineración por cascada (i.9), una recámara de cenizas y calizas (i.10), un ducto para una corriente de gas para inicio de combustión (i.5), un ducto para la corriente de lodos residuales recirculados (i.6) y un ducto conductor de humos (i.8).
20. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 19, en donde la tolva (i.1) posee una capacidad de recepción de residuos de entre 20 y 120 m³, y la recámara general de incineración (i.4) posee una altura total de 4 m de los cuales la recámara de incineración por cascada (i.9) mide una altura de 1,5 m.
21. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo incinerador (I) además está vinculado con unas calderas de agua y vapor (i.7).

22. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo estabilizador de gases (E) está conformado por un tanque (e.4) con ducto de entrada de agua (e.0), un ducto de entrada de gases de combustión (e.1), un ducto de salida de gases estabilizados (e.16) y un drenador hídrico (e.17).
23. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 22, en donde internamente el equipo estabilizador de gases (E) está conformado por ejes centrales (e.14) vinculados externamente a poleas de torque (e.2) y rodamientos (e.6) y dichos ejes centrales (e.14) internamente poseen unos acoples (e.13) asociados a aspas entorchadas (e.5).
24. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 23, en donde internamente el equipo estabilizador de gases (E) además posee un conjunto de platos perforados (e.8), micromallas (e.9), microplatos (e.10) y anillos espirales (e.12) dispuestos horizontalmente y separados entre sí.
25. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo estabilizador de gases (E) es un único equipo o equipos estabilizadores de gases (E) interconectados entre sí.
26. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 25, en donde los equipos estabilizadores de gases (E) están interconectados entre sí mediante ductos de interconexión (e.15').
27. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo biodigestor (B) está conformado por un tanque de carga (b.1) vinculado a un tanque de almacenamiento de gas (b.2) y este a su vez a un tanque de descarga (b.3); donde dicho tanque de almacenamiento de gas (b.2) posee en su parte superior una campana flotante (b.4) con sello hermético mediante anillo sellante de agua (b.8).

28. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 27, en donde la campana flotante (b.4) posee una barra estabilizadora (b.5) y un eje central (b.6) con aletas de rompimiento (b.7), y el tanque de almacenamiento de gas (b.2) posee un ducto de salida de biogás (b.10).
29. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 27, en donde el tanque de descarga (b.3) está conectado con la unidad de tratamiento de aguas residuales (T).
30. La planta de tratamiento de residuos sólidos (P) de acuerdo con la Reivindicación 17, en donde el equipo biodigestor (B) es un único equipo o equipos biodigestores (B) interconectados entre sí.

* * * * *