



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 192 144**

② Número de solicitud: 200200443

⑤ Int. Cl.7: **C02F 11/14**
C05F 7/00

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **22.02.2002**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.09.2003**

Fecha de la concesión: **23.12.2004**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.02.2005**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.02.2005

⑰ Titular/es: **Universidad de Santiago de Compostela
USC - Edificio CACTUS - Campus Sur
15782 Santiago de Compostela, A Coruña, ES**

⑱ Inventor/es: **Núñez Delgado, Avelino y
Quiroga Lago, Francisco**

⑳ Agente: **No consta**

② Título: **Procedimiento para la valorización de lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y cenizas de combustión madereras.**

③ Resumen:

Procedimiento para la valorización de lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y cenizas de combustión madereras.

Procedimiento para la valorización de lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y cenizas de combustión madereras por obtención de una mezcla entre los lodos residuales y las cenizas, en porcentajes comprendidos entre el 62% y el 92% de cenizas respecto a peso seco de la mezcla, y el resto lodos residuales. El tiempo de contacto mínimo recomendado es de dos horas. Se logra así un aumento del pH respecto al de los lodos solos, que contribuye a su estabilización, disminuyendo el potencial contaminante y los olores molestos del producto. Las cenizas pierden su carácter pulverulento y son menos susceptibles de arrastres por lluvia y viento. La mezcla valorizada se puede usar como fertilizante. Se puede complementar la mezcla con encalantes comerciales tradicionales u otros mejorantes.

ES 2 192 144 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Procedimiento para la valorización de lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y cenizas de combustión madereras.

El sector de la técnica al que se refiere la invención es el de tratamiento, reciclado y revalorización de biosólidos.

Una forma frecuente de mejorar las características de los lodos procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales es mezclarlos con productos alcalinos comerciales, tales como la cal viva o la cal apagada, en las proporciones adecuadas para estabilizar el lodo residual, disminuyendo su olor, su contenido en microorganismos patógenos y su contenido en humedad (METCALF & EDDY (1998). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill. Madrid); (BUJOCZEK G., REINERS R.S. & OLASZKIEWICZ J.A. (2001). Abiotic factors affecting inactivation of pathogens in sludge. *Wat. Sci. Technol.*, 44(10): 79-84); (SPINOSA L. (2001). Evolution of sewage sludge regulation in Europe. *Wat. Sci. Technol.*, 44(10): 1-8). En el mejor de los casos se alcanza un pH de la mezcla superior a 12 y ese valor se mantiene durante al menos dos horas. De esta manera se contribuye a la estabilización de los lodos residuales y se facilita su posterior uso en la agricultura.

Otra línea totalmente diferente de tratamiento de los lodos consiste en someterlos a procesos económica y técnicamente más costosos. Por ejemplo, con aplicación de elevadas temperaturas y contando con dispositivos apropiados se puede culminar con la elaboración de productos granulados con ausencia de microorganismos patógenos (ENGLADE A.J. & REIMERS R.S. (2001). Biosolids management - sustainable development status and future direction. *Wat. Sci. Technol.*, 44(10): 41-46). Igualmente existen alternativas que combinan el calentamiento con el uso de NaOH (ROCHER M., ROUX G., GOMA G., PILAS A., LOUVEL L. & ROLS J.L. (2001). Excess sludge regulation in activated sludge processes by integration biomass alkaline heat treatment. *Wat. Sci. Technol.*, 44(2-3): 437444), y otras que suponen la incineración de los lodos (PAN S.C. & TSENG D.H. (2001) Sewage sludge ash characteristics and its potential applications. *Wat. Sci. Technol.*, 44(10): 261-267) con la consiguiente generación de cenizas vinculadas por tanto al tratamiento exclusivo del propio producto residual.

En cuanto a las cenizas derivadas de la combustión de restos vegetales en plantas de cogeneración de energía, presentes por ejemplo en diversas factorías madereras, el destino mayoritario es la acumulación en lugares destinados al efecto por las propias factorías, o bien en vertederos, lo cual entraña un fin improductivo y que además implica costes para las empresas afectadas. Por otra parte, distintos grupos de investigación estudian alternativas de uso que contribuyan al reciclado de este subproducto (DEMEYER A., VOUNDI J.C. & VERLOO M.G. (2001). Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Biores. Technol.*,

77(3): 287-295); (ETIÉGNI L. & CAMPBELL A.G. (1991). Physical and chemical characteristics of wood ash. *Biores. Technol.*, 37: 173-178).

El problema que pretendemos resolver afecta a los lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y a los residuos constituidos por las cenizas derivadas de la combustión de restos vegetales en plantas de cogeneración de energía.

Con respecto a los lodos residuales cabe considerar su producción creciente, tanto más por cuanto progresivamente se irán cumpliendo las normativas que obligan a depurar las aguas residuales de núcleos de población cada vez más pequeños, con lo que la generación de lodos se incrementará enormemente. Además del volumen y cantidad generada de dichos lodos, constituye un problema importante el poder tratarlos adecuadamente de modo que se disminuyan las molestias sensoriales y los riesgos de efectos negativos sobre la salud de las poblaciones y la salubridad del entorno ambiental (ligados fundamentalmente al contenido en microorganismos patógenos de los lodos, y con menor probabilidad a la presencia de cantidades excesivas de metales pesados, nitrógeno o fósforo). Igualmente es necesario considerar cuál será el destino final del producto residual (vertederos controlados, incineración o uso agroforestal serían los mayoritarios), siempre atendiendo a las normativas vigentes.

Respecto a las cenizas de combustión maderera, las cantidades y volúmenes generados son igualmente muy importantes (CLARHOLM M. (1994). Granulated wood ash and a N-free fertilizer to a forest soil-effects on P availability. *For. Ecol. Management*, 66: 127-136); (VANCE E.D. (1996). Land application of wood-fired and combination boiler ashes: an overview. *J. Environ Qual.*, 25: 937-944), y sus destinos finales más frecuentes en la actualidad son la deposición en zonas de vertido controlado o bien la acumulación a pie de factoría o en sus proximidades, lo cual implica un uso improductivo y que supone gastos de manejo, acondicionamiento y espacio para las empresas involucradas. En diferentes países, distintas normas legales regulan las posibilidades de vertido de este residuo, prestando especial atención a la evaluación de riesgos de contaminación por ciertas sustancias químicas que puedan estar presentes (por ejemplo metales pesados o algunos compuestos carbonados). A diferentes niveles se buscan alternativas o se ensayan vías en ámbitos variados que faciliten el uso valorizante de este material, tanto aplicándolo sobre terrenos que se puedan beneficiar de su elevada alcalinidad y de su contenido en nutrientes para los vegetales (KREJSL J.A. & SCALON T.M. (1996). Evaluation of beneficial use of wood-fired boiler ash on oat and bean growth. *J. Environ Qual.*, 25: 950-954); (SOMESHWAR A.V. (1996). Wood and combination wood-fired boiler ash characterization. *J. Environ Qual.*, 25: 962-972); (VOUNDI J.C., DEMEYER A. & VERLOO M.G. (2000). Nutrient dynamics in tropical acid soils amended with wood ash. *Agrochimica*, XLIV(5-6): 197-210); (WILLIAMS T.M., HOLLIS C.A. & SMITH B.R. (1996). Forest soil and water chemistry following bark boiler bottom

ash application. *J. Environ Qual.*, 25: 955-961) como en el sector de la construcción, basamentos de carreteras o en la industria cerámica.

Proponemos en esta invención solucionar el problema realizando una mezcla de lodos procedentes de estaciones de tratamiento de aguas residuales con cenizas de combustión madereras, manteniendo un cierto tiempo de contacto antes de emprender la utilización posterior de la mezcla. Con este procedimiento se consigue valorizar dos productos residuales mejorando la calidad en la mezcla final. Las cenizas madereras constituyen un producto residual que actualmente no cuenta con valor comercial, y por este motivo reemplazan con ventaja económica a las sustancias alcalinas tradicionalmente utilizadas para la valorización y estabilización de lodos de depuradoras. La mezcla de lodos residuales con cantidades apropiadas de cenizas madereras le proporciona al conjunto una consistencia, contenido en humedad y manejabilidad claramente mejoradas con respecto a la que presentan los lodos por sí solos. Igualmente, el pH de los lodos se ve francamente incrementado como resultado de ser mezclados con las cenizas, lo que contribuye a su valorización y estabilización, ya que se favorece la eliminación de microorganismos patógenos y se reduce la putrescibilidad de los lodos, a la vez que se disminuye la movilidad de los metales pesados que puedan contener dichos lodos. Adicionalmente, la alcalinidad de la mezcla y la presencia de nitrógeno amoniacal en los lodos promoverá la liberación de NH_3 gas, que contribuye también a la eliminación de patógenos. Por otra parte, las cenizas mezcladas con los lodos son mucho menos susceptibles de verse movilizadas y transportadas por el viento e incluso por el agua. El olor de la mezcla, transcurridos dos o tres minutos tras efectuarse, se ve muy reducido y es mucho menos desagradable que el que presentan los lodos solos. Las características como fertilizante de la mezcla son más completas y globalmente mejores que las de los dos productos residuales por separado, y pueden competir ventajosamente con las mezclas entre lodos y enclantes comerciales tradicionales, tales como la cal. En especial se puede destacar el hecho de que con los lodos se aportan a las cenizas cantidades importantes de nitrógeno, del que éstas son muy deficitarias, de forma que con la mezcla se consigue un producto con capacidad fertilizante mucho más equilibrada que la de ambos materiales por separado. Por otro lado, la alcalinidad que proporcionan la cenizas favorece la asimilación de nutrientes esenciales para los vegetales. Igualmente, a efectos de nutrición, repercusión sobre propiedades físicas, químicas y correcta evolución del sustrato sobre el que se aplique la mezcla, es importante la materia orgánica proporcionada por los lodos. También se puede postular la posibilidad de que en ocasiones las cenizas de combustión maderera complementen a los enclantes tradicionales, disminuyendo las cantidades de de estos últimos se necesitarían para las labores de valorización y estabilización de no haber aplicado dichas cenizas a los lodos.

El procedimiento para llevar a la práctica las mezclas entre lodos y cenizas madereras dependerá del grado de automatización que se quiera introducir en el proceso, pero esencialmente se ne-

cesita un recipiente contenedor para realizar las mezclas, una tolva de dimensiones adecuadas para la instalación en cuestión, preferentemente con capacidad de giro y volteo para facilitar el contacto entre componentes; y a continuación una zona para almacenamiento temporal de las mezclas semejante a la que se emplearía para almacenar los lodos solos pero de mayor extensión preferentemente, ya que la cantidad y volumen totales se incrementan al añadir las cenizas. Cabe la posibilidad de utilizar cintas transportadoras para trasladar los productos hasta la tolva de mezclado. Estos medios mecánicos son habituales en la aplicación de los procedimientos convencionales de estabilización de lodos residuales. Igualmente es apropiado contar con una zona o un silo de almacenamiento para las cenizas, de modo que existan remanentes disponibles para el mezclado con lodos cuando sea requerido. De la misma manera, se puede reservar un espacio para la recepción y almacenamiento temporal de los lodos frescos a resguardo de las precipitaciones.

Modo de realización

Partiendo de ambos materiales residuales por separado -lodos y cenizas- se procederá al mezclado de los dos productos (haciendo uso de tolva, volteador y cintas transportadoras en caso necesario y según el grado de automatización deseado para el proceso) en proporciones por lo general comprendidas entre el 35% y el 60% de cenizas con respecto a peso húmedo de la mezcla, o bien aproximadamente entre el 62% y el 92% de cenizas con respecto a peso seco de la mezcla, y el resto lodos residuales hasta el 100% (bien sea para peso húmedo de la mezcla o bien para peso seco de la mezcla), aunque estas proporciones se pueden modificar -sin limitación de partida- en función de las características que se deseen para el producto final, tales como la consistencia, el pH o el contenido en ciertos nutrientes o en materia orgánica.

Preferentemente, las cenizas habrán sido previamente tamizadas por tamiz de unos 10 mm de luz, por ejemplo, y se utilizará la fracción que atraviese el tamiz, pero también es aceptable emplear las cenizas sin separaciones previas. El tamizado presenta la ventaja de permitir retener fracciones gruesas inertes, tales como fragmentos de rocas que hayan llegado a las calderas de combustión ligadas a cortezas de árboles. Cuando en la factoría en la que se generen las cenizas se almacenen por separado cenizas volantes y cenizas gruesas, preferiblemente se optará por hacer uso de las cenizas gruesas para mezclar con los lodos, pero también es aceptable la combinación de cenizas volantes y gruesas. Las cenizas gruesas son más densas y necesitan menos espacio y volumen para transporte y almacenaje; su manejo es más fácil y ocasionan menos polvo en suspensión; su pH y contenido en nutrientes suele diferir en cierta medida del de las cenizas finas, pero ambas son igualmente utilizables por lo que respecta a este último motivo.

En cuanto a los lodos, podrán ser empleados con el contenido en humedad que presenten tras salir de la estación depuradora correspondiente, sin necesidad de ser sometidos a desecación adicional.

Las proporciones concretas de ambos productos -lodos y cenizas- para cada caso podrán venir determinados por consideraciones de los directores o responsables del proceso de valorización de la mezcla. En función de los distintos contenidos iniciales de humedad de los lodos podrán ser aconsejables distintas proporciones de cenizas (más ceniza cuanto mayor sea la humedad inicial del lodo) con el fin de lograr características y propiedades adecuadas de la mezcla resultante. Entre esas características a considerar se encuentra la consistencia de la mezcla, su olor, su aspecto y su manejabilidad como sólido. Adicionalmente se puede tener en cuenta -a la hora de formular las dosis de mezclado- el contenido en nutrientes para los vegetales que presentará la mezcla (afectado desde luego, entre otros aspectos, por los contenidos individuales de lodos y cenizas por separado), y también las concentraciones de sustancias tóxicas tales como ciertos metales pesados.

Si se desea, de manera complementaria podría incorporarse una cierta cantidad de algún encalante comercial tradicional (como cal), con el objetivo de lograr un pH final de la mezcla todavía mayor que el obtenido tras mezclar cenizas y lodos (especialmente si no se alcanzó un pH de 12 durante al menos dos horas), teniendo en cuenta además las características de las tandas concretas de cenizas que se empleen, ya que los pHs y

contenidos de nutrientes y tóxicos de este subproducto son variables en función de su origen, tipo de restos de madera quemados y temperatura de combustión, entre otros factores, o incluso la mezcla se podría acompañar de algún otro aditivo con algún fin mejorante distinto al señalado. Las dosis de tal encalante convencional, o de otros complementos, estarían condicionadas por los fines concretos fijados por los directores o responsables del proceso de valoración y estabilización de las mezclas.

El tiempo de contacto mínimo recomendable, entre lodos y cenizas, es de dos horas. En algunos casos, tras veinticuatro horas de contacto todavía se experimentan aumentos progresivos en el valor de pH de la mezcla, por lo que de ser posible se recomienda ese último plazo para contribuir a la estabilización del producto resultante.

Las mezclas obtenidas podrán ser almacenadas temporalmente en lugares disponibles, preferiblemente protegidos del impacto de las precipitaciones. Tras un tiempo mínimo de contacto, suficiente para alcanzar los valores de pH considerados aceptables (al menos 2 h, deseable 24 h o más) las mezclas podrán ser empleadas como fertilizantes o mejorantes, proporcionando materia orgánica, nutrientes y capacidad encalante a suelos u otros sustratos que se puedan ver favorecidos al recibir el producto.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la valorización de lodos procedentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales y cenizas de combustión madereras, **caracterizado** por la obtención de una mezcla de lodos residuales y cenizas, estableciéndose un tiempo de contacto mínimo entre ambos de al menos 2 horas y preferiblemente de 24 horas, cuyos porcentajes de mezcla varían, en función de las características de partida de los lodos y cenizas y de las características de la mezcla que se pretendan lograr, que preferentemente pero no de forma excluyente- estarán comprendidos:

- a) Entre el 35 % y el 60 % de cenizas, referido a peso húmedo de la mezcla; o entre el 62 % y el 92 % de cenizas, referido a peso seco de la mezcla.
- b) Entre el 40 % y el 65 % de lodos residuales,

referido a peso húmedo de la mezcla; o entre el 8 % y el 38 % de lodos residuales, referido a peso seco de la mezcla.

5

2. Mezcla o mezclas obtenidas según la reivindicación 1.

10

3. Mezclas, según las reivindicaciones anteriores, modificando los porcentajes de composición de la mezcla, incorporando productos que aumenten el valor del pH final o proporcionen cualquier otra ventaja añadida, tales como cal, otros encalantes tradicionales u otros mejorantes.

15

4. Mezcla o mezclas, según las reivindicaciones 2 y 3, para su utilización como sistema que contribuya a lograr la estabilización de los lodos residuales que formen parte de dichas mezclas.

20

5. Mezcla o mezclas, según las reivindicaciones anteriores, para su utilización como fertilizantes o mejorantes de suelos y sustratos susceptibles de acondicionamiento y optimización.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 192 144

② Nº de solicitud: 200200443

③ Fecha de presentación de la solicitud: 22.02.2002

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: C02F 11/14, C05F 7/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	MUIRHEAD et al. Odor control for biosolids composting, Biocycle, 34 (2), 64, páginas 66-70, (1993), ver páginas 69,70.	1-5
X	JP 58-146276 A (TERAJIMA) 31.08.1983 (resumen). Caplus [en línea] [recuperado el 27.03.2003] Recuperado de: STN International Fiz-Karlsruhe (Alemania), Nº de acceso 1984:67355.	1-5
X	ROSENFELD et al. Wood ash control of odor from biosolids application, Journal of environmental quality, 29 (5), páginas 1662-1668, (2000), resumen.	1-5
A	US 5679262 A (GIROVICH) 21.10.1997, reivindicaciones 1-4.	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

22.04.2003

Examinador

M. Ojanguren Fernández

Página

1/1