

Sistemas NARATHERM y CENTRIDRY

Secado térmico de fangos de depuradoras de aguas residuales



Miguel Angel Sanz Casas
Ingeniero Industrial

Director Técnico y de Proyectos
Degremont Medio Ambiente, S.A.

Palabras clave:

Sequedad: Tasa de materias secas (MS) en los fangos expresada en % (por ejemplo, una sequedad del 20 % corresponde a 200 g de materia seca por kilogramo de fango).

Deshidratar los fangos: Disminuir el agua contenida en los fangos por medios mecánicos exclusivamente.

Secar los fangos: Disminuir el agua contenida en los fangos por medios térmicos exclusivamente.

Fase plástica: Rango de sequedades de un fango de depuración en el cual este fango presenta una viscosidad muy elevada y se convierte en pegajoso. Para los fangos urbanos, esta fase plástica está situada entre 45 y 55 % de sequedad. Casi todos los fangos industriales presentan esta fase, pero el rango es muy variable según el tipo de fango.

1. INTRODUCCIÓN

Como es conocido, una de las consecuencias de todo tratamiento de depuración de un agua residual es la obtención de un subproducto de naturaleza orgánica, en forma de suspensión más o menos concentrada, que reúne los elementos contaminantes y sus productos de transformación. Estos subproductos, retirados de la fase líquida durante el tratamiento, son conocidos como fangos.

La producción de fangos es, tanto en cantidad como en calidad, muy variable y depende de las características del agua residual y del tipo de tecnología aplicada en el tratamiento. La producción de fangos en Europa varía entre 60 y 120 g de materia seca (MS) por habitante y día.

En las propias depuradoras estos subproductos sufren diferentes etapas de tratamiento, que tienen por objeto la transformación de los fangos de naturaleza orgánica en un producto de menor volumen y mineralizado.

En la actualidad, la línea de tratamiento de fangos de una depuradora suele finalizar con una deshidratación mecánica (centrífugas, filtros banda, filtros prensa u otros), que permite la obtención de un producto final (fango deshidratado), con sequedades comprendidas entre el 20

y el 35 % según la tecnología aplicada.

Esto supone una producción media de 0,2-0,3 kg de fango deshidratado por habitante y día, que debe ser evacuado de las depuradoras hasta su destino final.

La producción de fangos en España ha sido estimada en unas 350.000 t MS/año (datos MIMAN 1992), con una previsión de crecimiento de hasta las 600.000 t MS/año en el 2005. En la Europa comunitaria se ha estimado una producción comprendida entre 8 y 10 M de t MS/año. Esta tendencia es imparable, pues, además, cuanto mayor sea el nivel de calidad de depuración exigido, mayor será la producción de los fangos.

Los destinos finales de estos fangos pasan generalmente por una de las tres siguientes vías:

- Su reciclaje y valorización en agricultura.
- Su eliminación mediante procesos de destrucción térmica (incineración, gasificación, etc.) con valorización energética (producción de energía).
- Su descarga en vertederos.

Estos destinos finales están siendo en la actualidad objeto de una profunda revisión y son sometidos

a restricciones cada vez más importantes.

Así, la descarga en vertedero de materias orgánicas está condenada a su desaparición a mayor o menor plazo en ciertos países europeos y las condiciones exigidas en el periodo transitorio son cada vez más exigentes (sequedad, estabilidad, etc.). La valorización agrícola sufre cada vez mayores presiones locales (los vecinos se quejan a menudo de malos olores) y reglamentarias cada vez más importantes: limitación de los periodos de aplicación al terreno (lo que aumenta considerablemente las capacidades de almacenamiento requeridas), obligación de establecer un plan de aplicación y control, etc. En cuanto a la incineración, las reglamentaciones sobre emisiones gaseosas hacen elevados los costes de explotación.

En la actualidad, los Organismos responsables de la depuración de las aguas residuales urbanas, así como los industriales, se ven obligados a plantearse la continuidad de sus líneas de tratamiento de fangos. La garantía de esta continuidad es posible si los fangos son sometidos a tratamientos complementarios que minimicen los problemas asociados habitualmente.

Degremont propone diferentes soluciones como destino final, que

van del compostaje a la incineración específica pasando por la co-incineración con residuos sólidos urbanos, incineración en cementeras, la oxidación por vía húmeda, etc.

En cualquiera de los casos, el secado térmico de los fangos se puede integrar con grandes ventajas en estas soluciones y constituye una de las alternativas tecnológicas disponibles recientemente para mejorar la gestión del tratamiento de fangos.

Entre las diferentes tecnologías de secado térmico existentes en el mercado, Degremont ha seleccionado dos tecnologías: NARATHERM, en secado indirecto y CENTRIDRY, en secado directo, para dar respuesta de modo absolutamente fiable a las nuevas necesidades que plantea en la actualidad la gestión de los fangos de depuración de aguas residuales.

2. ¿POR QUÉ SECAR LOS FANGOS?

Las diferentes etapas tecnológicas que permiten retirar el agua de los fangos so, sucesivamente, el espesamiento, la deshidratación mecánica y el secado térmico.

Los medios mecánicos convencionales de deshidratación de fangos tienen un límite de sequedad que no es muy elevado. Para los fangos urbanos este límite está comprendido entre 15 y 35 % según el tipo de

efluente, del tratamiento aplicado y de la tecnología de deshidratación. Para fangos industriales, el rango es mucho más amplio pues, por ejemplo, los fangos de la industria papelera tratados con prensas de tornillo alcanzan sequedades de hasta el 60 %.

Tomando el caso de los fangos urbanos, esto quiere decir que una tonelada de fango deshidratado puede contener de 650 a 850 kg de agua. Se comprende fácilmente que todos los posibles tratamientos posteriores sufren la presencia de este agua "parásita".

El secado térmico se aplica cuando los medios mecánicos no pueden ir más lejos en la obtención de mayores sequedades y consiste en la aplicación de una fuente de calor para evaporar este agua.

Por tanto, una de las motivaciones principales del secado térmico es la de la reducción de los volúmenes y pesos de los fangos producidos, reduciendo así los costes ligados a los tratamientos posteriores (desde el transporte a vertedero hasta los almacenamientos para cualquier otro destino: aplicación al terreno, destrucción térmica, etc.).

El secado presenta además un cierto número de ventajas técnicas sea cual sea el destino final:

Para la valorización agrícola:

- La estructura del fango seco (en gránulos) permite el empleo de maquinaria clásica (distribuidores de abono, etc.).

- La estabilización del fango seco evita los problemas de olores.

- La higienización del fango (destrucción de microorganismos patógenos) es posible si la temperatura y el tiempo de contacto aplicados en el secado son suficientes.

- El fango seco es fácil de almacenar y manipular, es asimilable a los abonos clásicos.

Para la incineración o gasificación (destrucción térmica):

- En incineración de fangos exclusivamente, el secado permite alcanzar las condiciones de autocombustión.

- En incineración combinada con residuos sólidos urbanos, los fangos secos con un PCI (Poder Calorífico Inferior) equivalente al de las basuras constituyen un aporte energético.

- En cementeras, los fangos secos constituyen igualmente un aporte energético.

- En gasificación el balance térmico impone una alimentación con fangos secos.

Para la descarga en vertederos:

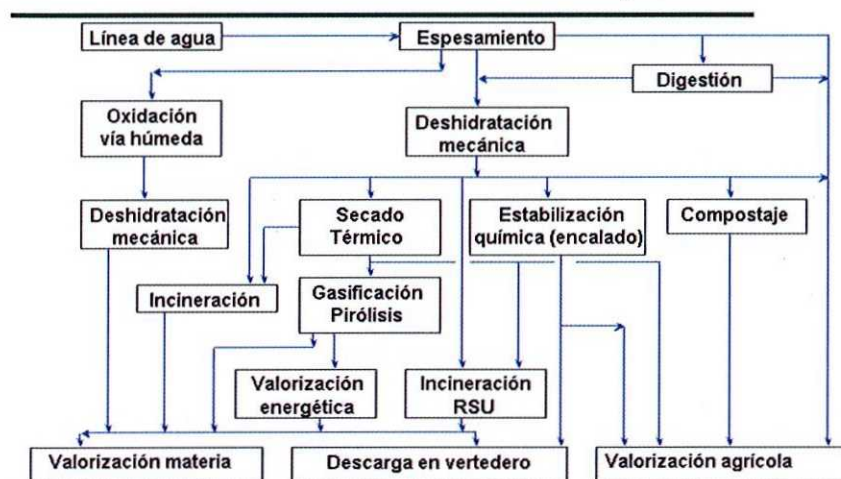
- El secado térmico permite alcanzar las sequedades mínimas reglamentarias además de reducir los costes de transporte y los volúmenes de almacenamiento.

Así, el secado térmico debe ser considerado como un medio que:

- Preserva y mejora los destinos finales de los fangos.

- Disminuye los costos asociados a los destinos finales.

- Permite conservar la continuidad de las instalaciones existentes.



Degremont Medio Ambiente, S.A.

Figura 1.- Fangos de estaciones de depuración. Vías de eliminación y valorización

3. ¿CÓMO SECAR LOS FANGOS?

Las tecnologías de secado térmico existentes en el mercado son numerosas y muy variadas. La elección de la tecnología más adaptada a cada caso particular supone la consideración cuidadosa de los objetivos y de las dificultades que resultan de la naturaleza de los fangos a tratar, del destino final del producto así como de diversos parámetros ligados a las condiciones específicas de cada proyecto.

3.1. Los fangos

De una manera general, el secado térmico de fangos debe tener en cuenta las características esenciales de los fangos:

- El fango es un producto heterogéneo; incluso después de una digestión anaerobia el fango está constituido por elementos diversos que van desde el grano de arena hasta pelos.

- Los fangos presentan variaciones puntuales de humedad difícilmente manejables y ligados a las condiciones de explotación de los equipos de deshidratación mecánica.

- El fango incluye materias que, por el calentamiento, se volatilizan y producen olores nauseabundos (destilan gases malolientes tanto más cuanto mayor es la temperatura aplicada).

- El fango alcanza una fase de viscosidades muy elevadas entre 45 y 55 % de sequedad, volviéndose plásticos y pegajosos y provocando la disminución de los coeficientes de transferencia térmica, así como dificultades para su transporte (de donde provienen los riesgos de atascamiento y de elevaciones puntuales de temperatura).

- El fango contiene materias orgánicas que pueden inflamarse o consumirse (pirólisis) a partir de ciertas temperaturas.

Para cada proyecto, los datos fundamentales sobre los fangos están ligados a las características de las estaciones de depuración que los producen: el tipo de efluente urbano, in-

dustrial o mezcla de ambos, las tecnologías de tratamiento de agua utilizadas (decantación primaria, fangos activados a fuerte, media o baja carga, lechos bacterianos, cultivos fijos, etc.), así como las tecnologías de tratamiento de los fangos (espesamiento, digestión anaerobia, etc.).

Estos elementos junto a los análisis físico-químicos (tasa de materias volátiles, contenido en arenas, etc.) permiten la correcta caracterización de los fangos a secar, de forma que pueda preverse el comportamiento de los fangos durante el secado (por ejemplo, fangos primarios y fangos biológicos tienen un comportamiento y unos coeficientes de transferencia térmica muy diferentes).

En una buena parte de las ocasiones el fango aún no existe cuando se acomete el proyecto de secado térmico. Únicamente, la experiencia en tratamiento de las aguas residuales permitirá conocer el tipo de fango que se producirá y acertar en la elección del sistema más adecuado.

3.2. El destino final

La cuestión principal, infravalorada en muchas ocasiones, es el destino final de los fangos secos en sí mismo. En efecto, las exigencias de la valorización agrícola son sensiblemente diferentes de las de la incineración, y éstas a su vez son diferentes de las de la descarga en vertedero. Alrededor de esta cuestión deben establecerse todos los objetivos de secado:

La sequedad:

Normalmente se consideran tres clases de sequedades como objetivo: 40 - 45 %, 60 - 75 % y más del 85 %.

La clase 40 - 45 % está particularmente adaptada a la incineración específica de los fangos, pues corresponde al umbral de autocombustión que permite a la instalación de secado + incineración no consumir energía fósil.

Para la co-incineración con residuos sólidos urbanos las sequedades

suelen limitarse al rango 60-75 % para conferir a los fangos secos un PCI próximo al de las basuras domésticas.

La clase >85 % se busca generalmente cuando el destino final es la valorización agrícola, la gasificación o la valorización energética en cementeras.

La estructura:

El segundo objetivo es el de la estructura del producto seco o más precisamente la granulación eventualmente deseada (o impuesta) por el destino final, así como la dureza de los gránulos.

En valorización agrícola, se preferirá en general un producto en forma de gránulos no demasiado duros y exentos de polvo.

En co-incineración en hornos de basuras domésticas, la estructura deberá tener en cuenta los imperativos de funcionamiento del horno (los elementos finos susceptibles de aumentar la producción de cenizas volantes deberán ser evitados).

Por contra en la valorización energética en cementeras, los sistemas de inyección existentes en la cementera pueden conducir a privilegiar la producción de polvo.

La higienización:

La higienización, definida por niveles reglamentarios de contenido en microorganismos patógenos, es un logro complementario del secado térmico, pues permite una mayor aceptación del fango seco por los agricultores y los consumidores que tiende a reforzar la continuidad de la valorización agrícola como destino final.

La estabilización:

La estabilización tiene por objeto reducir, incluso eliminar, los problemas corrientemente asociados a los fangos, principalmente los olores.

La seguridad:

Una vez definida la calidad buscada para el producto seco, principalmente sequedad y estructura, cada

destino final impone consideraciones a tener en cuenta en el taller de secado respecto a medidas de seguridad específicas.

3.3. Otros parámetros específicos

Además de las consideraciones ligadas a los fangos a tratar y al destino final, la concepción de una unidad de secado térmico de fangos debe tener en cuenta un cierto número de parámetros importantes:

Modo de funcionamiento:

El modo de funcionamiento puede ser continuo o discontinuo.

La optimización de los costes de inversión conduce a preferir un modo de funcionamiento continuo 24 h/24h. Esto limita igualmente las pérdidas térmicas ligadas a los arranques. Para limitar los gastos de personal se preferirán aquellas tecnologías que no necesiten la presencia permanente de operadores.

Además, la necesidad de tomar en cuenta las puntas de producción, por ejemplo en las estaciones de depuración con contaminación variable (cambio de población estacional, centros de tratamiento comarcal, etc.), puede frecuentemente conducir a privilegiar los secadores capaces de funcionar igualmente en modo discontinuo (8, 12, 16 h/día).

Energía disponible:

En el caso de utilización de un combustible, la elección de éste (fuel, gas natural, biogas) no determina la tecnología de secado.

Sin embargo, cuando se trata la posibilidad de utilizar algunas fuentes de energía disponibles en la depuradora a costos marginales, por ejemplo, vapor a baja presión, agua sobrecalentada, gases de escape de motogeneradores, gases de incineración, etc., tendrá una gran influencia en la elección del secador.

Recuperación de energía:

Cuando el tratamiento de fangos de una depuradora incluye una digestión anaerobia, lo más deseable económicamente es considerar la utilización de la totalidad del biogas para secar los fangos y recuperar la importante cantidad de energía disponible en los vapores residuales del secador (liberada a nivel del lavador condensador existente en el circuito de tratamiento de vapores residuales) para la calefacción de los digestores. El objetivo en ese caso es reducir las necesidades globales de energía fósil y, por tanto, reducir los costes de explotación.

Esto mismo puede decirse cuando se combina la instalación de secado con la producción de energía eléctrica en la depuradora (prove-

chamiento de los gases de escape de motogeneradores).

La energía recuperada del circuito de vapores residuales puede ser aprovechada de muy diferentes maneras (calefacción de locales, acondicionamiento térmico de los fangos antes de su deshidratación, etc.).

Ciertas tecnologías no permiten realizar esta recuperación de energía de manera fácil y eficaz.

Parámetros diversos:

Obviamente existen muchos otros condicionantes en la elección de la tecnología del secado que citaremos brevemente:

El grado de automatismo deseado influye sobre la concepción de la instalación.

El espacio disponible (superficie y/o altura) para la instalación puede, en ciertos casos, penalizar ciertas tecnologías.

4. TECNOLOGÍAS DE SECADO

El número de secadores, de todos los tipos, disponibles en el mercado es considerable. En la tabla siguiente se indican algunos tipos de secadores utilizados, con mayor o menor éxito, con fangos de depuración. Se pueden distinguir dos familias: los secadores directos y los secadores indirectos.

En los secadores directos el fluido portador de calor está en contacto directo con los fangos. En los secadores indirectos, el fango está separado del fluido por una pared intermedia.



Secadores directos	Secadores indirectos
de tambor rotativo	de capa delgada
de lecho fluidizado	de discos
de banda	de haces tubulares
Flash	de banda (radiación)
Centridry®	de bandejas
	de paletas

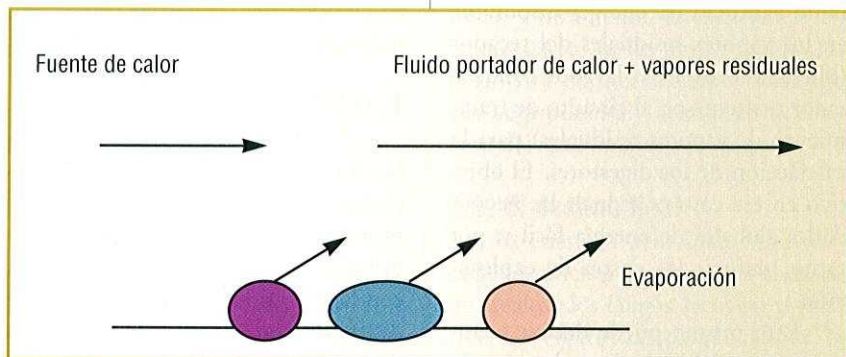
También puede encontrarse una clasificación similar atendiendo a la forma de transmisión de calor; así se clasifican en secadores por convección (directos) y secadores por contacto (indirectos).

En los secadores por convección un gas caliente (aire, gases de escape, etc.) transmite directamente el calor a la materia a secar. En los secadores por contacto el fango es calentado por contacto con una superficie caliente (secado indirecto) calentada a su vez por medio de vapor o aceite térmico.

4.1. Secadores directos

En estos secadores los fangos están en contacto directo con el fluido portador de calor. Éste es generalmente aire seco o gases calientes y a veces también se utilizan los vapores residuales (el agua evaporada) recirculados. Este fluido seca los fangos al mismo tiempo que transporta el agua evaporada.

El principio se puede esquematizar en el cuadro siguiente:



De modo general puede decirse que los secadores de aire caliente son simples pero los equipos periféricos son complejos y voluminosos debido a los importantes caudales de gases en circulación.

La eficacia energética requiere temperaturas de aire elevadas, a menudo del orden de 400 °C. Teniendo en cuenta el elevado contenido en materia orgánica de los fangos, estas altas temperaturas pueden inducir importantes riesgos de combustión, que hacen necesaria una explotación muy cuidadosa.

Entre las diferentes tecnologías de secado directo aplicables, Degremont ha seleccionado la tecnología Centridry®.

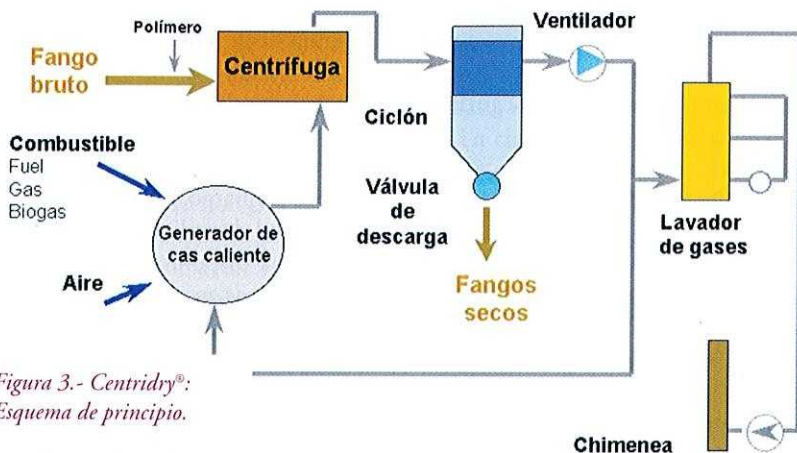


Figura 3.- Centridry®:
Esquema de principio.

Degremont Medio Ambiente, S.A.

Sistema Centridry®:

El procedimiento Centridry, efectúa de manera combinada la deshidratación mecánica por centrifugación y el secado térmico con aire caliente. Puede pasarse así directamente desde los fangos líquidos a un pro-

ducto seco con aproximadamente una sequedad del 60-70 %.

Estos gránulos son inmediatamente aspirados por una potente corriente de aire caliente que los transporta desde la carcasa de la centrífuga, mediante una tubería, hasta un ciclón de separación.

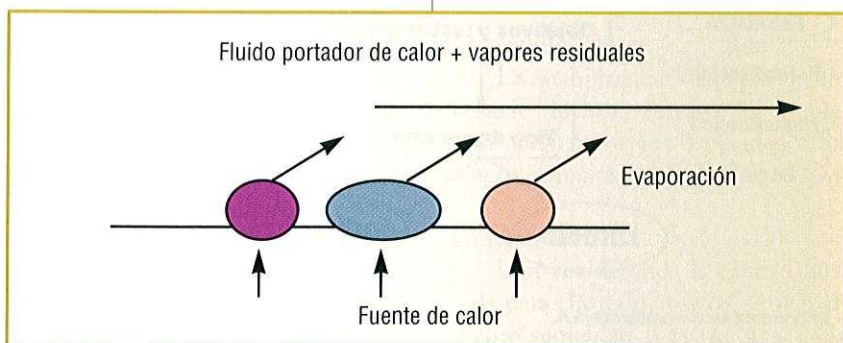
El secado es muy rápido, del orden de algunos segundos, y la temperatura del producto no excede de 40 a 50 °C.

El producto seco tiene alrededor del 60-70 % de sequedad y puede ser fácilmente peletizado a la salida de ciclón, haciendo más fácil el almacenamiento y su utilización en cualquiera de los destinos finales.

La unidad de secado Centridry, está caracterizada por su simplicidad y por la limpieza y ausencia de olores en sus instalaciones.

4.2. Secadores indirectos

En secado indirecto, la energía de evaporación es aportada al fango a través de una pared; el fango no está en contacto con el fluido portador de calor (vapor, aceite térmico, gases calientes). La temperatura del fango es,



en general, muy inferior a las utilizadas en secado directo.

Los vapores residuales contienen una pequeña proporción de aire de barrido, sin embargo los caudales son muy inferiores a los de secado directo.

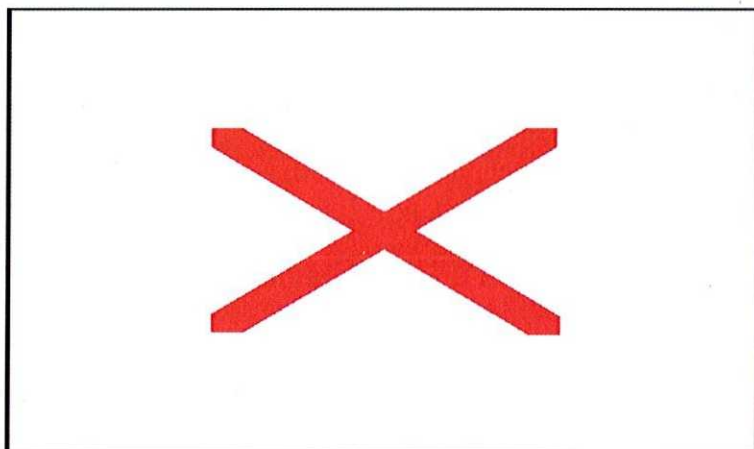
La elección de Degremont en este tipo de tecnologías, secado indirecto, ha sido efectuada después de numerosos ensayos en plantas piloto industriales, cuyo resultado ha sido la adaptación de un secador de paletas con numerosas referencias en la industria alimentaria, secador NARA, y la normalización del procedimiento comercializado con el nombre NARATHERM,.

Secador de paletas NARA:

Es un secador indirecto constituido por una cuna de doble pared en la que están dispuestos dos árboles equipados con paletas que giran en sentido opuesto.

El fluido térmico (aceite o vapor de baja presión) circula por la doble pared de la cuna, los árboles y las paletas.

La transición de la fase plástica se realiza sin recirculación de fangos secos ni pre-granulación, lo que hace más simple la concepción y la explotación del taller de secado. Es uno de los pocos secadores que tienen tal capacidad.

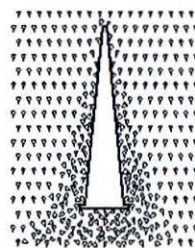


Degremont Medio Ambiente, S.A.

Figura 4.- Secador de paletas NARA



Rotación de los árboles
en sentido opuesto



Perfil de la pala

Degremont Medio Ambiente, S.A.

Figura 5.- NARATHERM™: árboles y paletas

En este secador se pasa directamente del fango pastoso a un producto seco con una sequedad que puede hacerse variar del 65 al 95 %. Asimismo, es posible obtener sequedades del 40 - 45 %.

Las ventajas del secador NARA están derivadas fundamentalmente del importante tiempo de permanencia de los fangos en el secador, de sus funciones de mezclado y amasado generadas por la lenta rotación de los árboles, y de la forma y disposición de las paletas:

- Ausencia de "puntos calientes".
- Intercambio térmico óptimo entre el fluido portador de calor (va-

por de baja presión a 160 - 170 °C o aceite térmico a 180 - 200 °C) y el fango.

- Adaptación fácil a grandes variaciones de sequedad y calidad de los fangos a secar.
- Higienización del producto seco.

5. CONCEPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE SECADO

La elección de la tecnología con la consideración de los criterios expuestos anteriormente es esencial, pero en la explotación cotidiana de una unidad de secado, la concepción de los equipos periféricos se revela aún más importante: la capacidad técnica necesaria para el diseño de una instalación de secado en cuanto a la elección y dimensionamiento de los diferentes periféricos, es decisiva.

Almacenamiento y alimentación:

El almacenamiento del fango deshidratado antes del secador tiene como funciones:

- Poder dissociar los ritmos de funcionamiento del secado y la deshidratación mecánica, por ejemplo para alimentar el secador en continuo.
- Laminar las variaciones de las características de los fangos.

Pretratamiento:

Numerosos secadores requieren alimentar el secador con una mezcla

de fangos secos y fangos húmedos que tenga una sequedad de alrededor del 65 % y, a menudo, un aspecto granulado.

Al ser difícil de regular, el caudal de recirculación de fangos secos se calcula generalmente por seguridad para los valores más bajos de sequedad de los fangos húmedos, lo que en realidad es susceptible de generar incidentes cuando la sequedad del fango deshidratado aumenta.

La granulación, cuando es necesaria, es sensible a varios parámetros fluctuantes, lo que hace necesario una vigilancia permanente, a menudo asegurada con la ayuda de cámara.

Tratamiento de fangos secos:

Refrigeración

Para sequedades importantes es absolutamente necesario enfriar los fangos secos a menos de 40 °C. Suelen utilizarse tornillos con refrigeración por agua o enfriadores directos con aire.

La capacidad del equipo debe tener en cuenta el caudal total de fangos, comprendiendo los eventuales caudales de fango recirculado.

Conformación del producto

Como se indicó anteriormente, cada destino final puede demandar una estructura específica.

En general, se requiere un producto sin polvo, lo que hace necesario, bien una selección granulométrica por tamizado (lo que induce una recirculación de las fracciones finas y groseras a la entrada del secador), o bien, una conformación por granulación (pellets, briquetas), lo que simplifica el esquema.

Almacenamiento de los fangos secos:

Los volúmenes de almacenamiento de los fangos secos vienen determinados por el destino final.

La valorización agrícola, por ejemplo, impone almacenamientos de larga duración.

Toda operación de manejo y almacenamiento del producto seco

comporta riesgos que están clasificados y que pueden minimizarse según reglas precisas. Como ejemplo, el fango seco deberá ser enfriado y mantenido a una temperatura inferior a 40 °C.

Condensación de los vapores residuales:

Los vapores residuales desprendidos en el curso del secado de un fango deben ser tratados por condensación y lavado antes de ser lanzados a la atmósfera.

En general se utilizan lavadores-condensadores directos con pulverización de agua y más raramente condensadores indirectos de tubos. En todos los casos es absolutamente necesario tener en cuenta la carga de polvo de los vapores.

Las dimensiones del equipo dependen lógicamente del caudal a tratar, en el cual tiene una influencia decisiva la tecnología de secado utilizada.

De la misma manera, el tipo de secador, por la concentración de vapor de agua efectivamente condensable en los gases residuales, determina la cantidad de energía que es posible recuperar.

Los incondensables (aire contaminado) deben ser desodorizados, por lavado químico, por tratamiento biológico o por incineración en la caldera de producción de energía.

Producción de energía:

Generalmente, las calorías necesarias son producidas por una caldera integrada en la unidad de secado.

Según la técnica considerada el consumo de combustible está comprendido entre 850 y 1300 kWh PCI por tonelada de agua evaporada. Esta estimación tiene en cuenta el rendimiento de la caldera y las pérdidas térmicas del secador.

La digestión anaerobia de los fangos, que a la vez reduce la cantidad de fangos a tratar y produce biogás, se combina ventajosamente con el secado térmico.

Otras fuentes de energía disponi-

bles en la instalación o en la proximidad pueden ser:

- Vapor de baja presión procedente de una central de co-generación, de una instalación de incineración o de una red interna.

- Gases de incineración, gases de escape de co-generación.

En casi todos los casos convendrá transformar esta energía antes de utilizarla sobre un secador (ejemplo: enfriamiento de vapor sobrecalentado, intercambiador gases/aceite térmico, etc.).

En la tecnología del secado directo, suele instalarse un intercambiador aire/aire que permite, a partir del gas de combustión de la caldera, recalentar a alta temperatura un bucle cerrado de gas caliente que constituye el fluido portador de calor, en contacto directo con el fango a secar.

6. EJEMPLOS

Entre las numerosas instalaciones de secado térmico realizadas por Degremont en los últimos cinco años, hemos seleccionado las que consideramos más representativas, mostrando los datos más relevantes de las mismas:

La unidad NARATHERM® de Saint-Brieuc (Bretaña):

Estación depuradora de aguas residuales:

Capacidad:

100.000 habitantes equivalentes

Tipo de fango:

urbanos mixtos digeridos

Producción de fangos:

1.500 t MS/año

Sequedad del fango centrifugado:

20 %

MV/MS:

55 %

Unidad de secado térmico:

Tipo de secador: NPD 12 W 120

Superficie de intercambio: 120 m²

Capacidad de evaporación: 2 tH₂O/h

Alimentación de fango deshidratado:

2,5 t/h

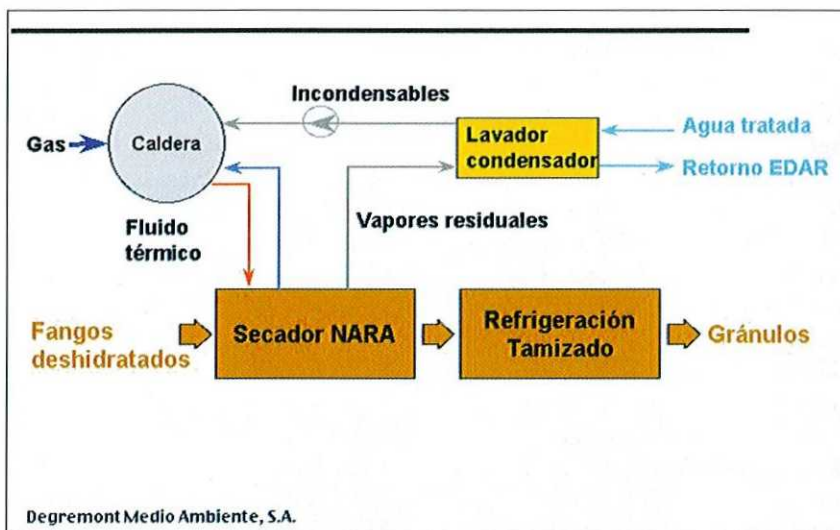
Sequedad final producto seco: 90 %

Figura 6.- Sistema NARATHERM®:
Esquema de principio

Ritmo de funcionamiento:
discontinuo - 60 h/semana
Fluido portador de calor: vapor 8 bar
Combustible: biogás + gas natural
Puesta en servicio: 1995

Equipos periféricos:

- Almacenamiento tampón de fango deshidratado de 30 m³ de volumen.
- Refrigeración del fango seco mediante tornillo enfriador.
- Tamizado del fango seco.
- Almacenamiento de fango seco en silo exterior de 30 m³.



- Lavador de gases residuales, con recuperación de energía para calefacción de los digestores.

Consumo energético:

- Energía térmica: 1,3 t de vapor, esto es, 870 kWh PCI por tonelada de agua evaporada.
 - Energía eléctrica: 50 kWh por tonelada de agua evaporada.
- (éste consumo eléctrico tiene en cuenta igualmente el almacenamiento tampón de fango deshidratado y el del almacenamiento del fango seco).

Destino de fango seco:

Los gránulos de fango seco son almacenados en un silo y después conducidos por camión para ser aplicados en terrenos agrícolas.

Los gránulos presentan la ventaja de estar higienizados, debido al tiempo de estancia en el secador y a su temperatura de funcionamiento.

La unidad Centridry, de Barr (Bajo Rin - Francia):

Estación depuradora de aguas residuales:

Capacidad:
45.000 habitantes equivalentes (85.000 HE en periodo de vendimia)
Tipo de fango: aeración prolongada
Origen:
Aguas urbanas + industriales (curtidos)
MV/MS: 70 %

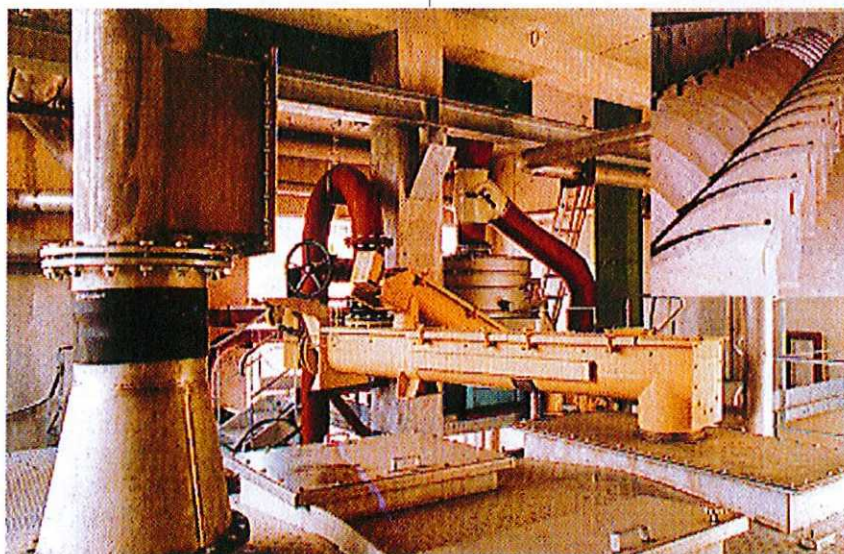
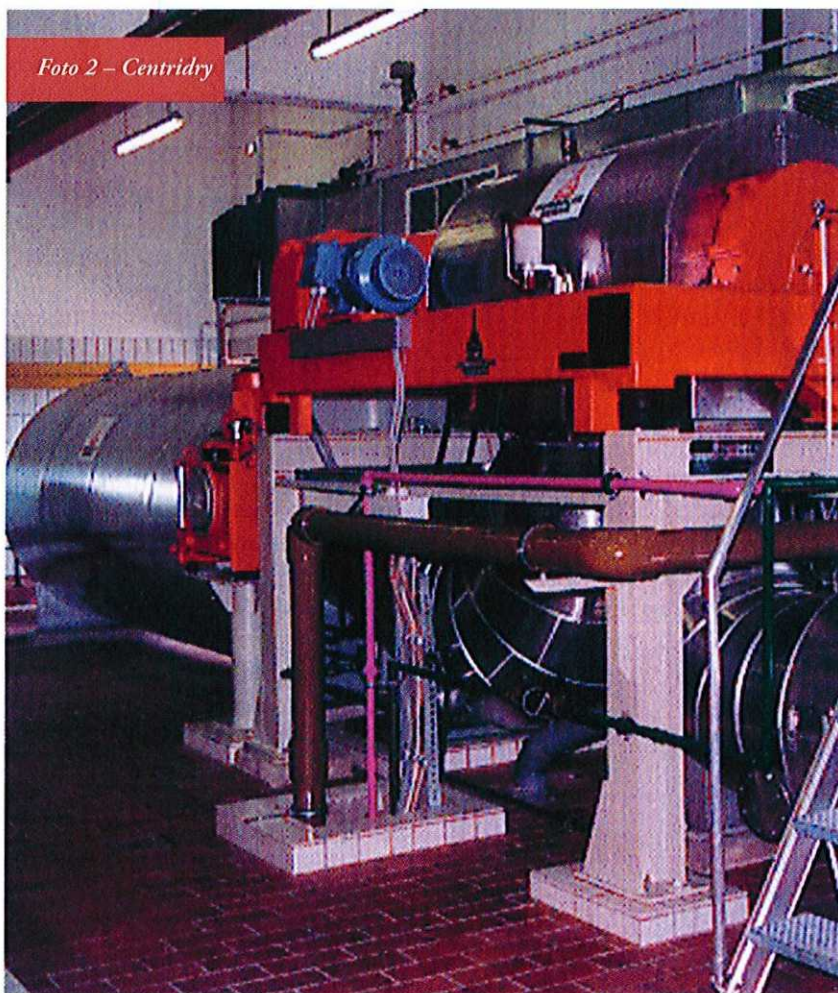


Foto 1 - Vista exterior del secador Nara y, en la esquina superior, vista del interior del secador (Saint - Brieuc)

	Norma EPA Class A (USA)	NARATHERM Saint-Brieuc	Norma Francesa (Arrêté 8 janvier 1998)
Coliformes fecales	< 103 NMP/ 1 g MS	< 10 NMP/ 1 g MS	
Salmonelas	< 3 NMP/ 4 g MS	< 1 NMP/ 10 g MS	< 8 NMP/ 10 g MS
Huevos de helminthos viables	< 1 huevo/ 4 g MS	< 1 huevo / 10 g MS	< 3 huevo / 10 g MS
Virus entéricos	< 1 NMPUC/ 4 g MS	< 1 NMPUC/ 10 g MS	< 3 NMPUC / 10 g MS
NMP	Número más probable		
NMPUC	Número más probable de unidad colonizadora		
MS	Materia seca		

Foto 2 – Centridry



Unidad Centridry®:

Tipo de secador: CD 3034

Capacidad de evaporación:
900 kg. H₂O/h

Caudal hidráulico: 6 m³/h

Caudal másico: 300 kg. MS/h

Sequedad estimada del fango
deshidratado: ≈ 22 %

Sequedad final del producto seco: ≈ 65 %

Ritmo de funcionamiento:
discontinuo - 60 h/semana

Combustible: propano

Puesta en servicio: 1997

Consumo energético:

• Energía térmica: 1.300 kWh
PCI por tonelada de agua evaporada.

(Nota: la Centridry® de Barr ha sido construida en bucle abierto. La configuración de bucle cerrado necesita menor energía térmica y presenta un consumo de alrededor de 1.000 kWh PCI por tonelada de agua evaporada).

• Energía eléctrica: 75 kWh por
tonelada de agua evaporada.

(Nota: este consumo incluye la centrifugación y el secado térmico).

Destino de fango seco:

Debido a un contenido en cromo superior al nivel autorizado en Francia para la valorización agrícola, el fango es conducido a vertedero controlado.

En los últimos años, las instalaciones de pretratamiento construidas en las industrias de curtidos han disminuido el contenido en cromo en los fangos, lo que hace previsible una próxima valorización agrícola.

7. CONCLUSIONES

El secado térmico deja abiertas todas las posibilidades para el destino final de los fangos facilitando la aplicación. A menudo, permite dismi-

nuir suficientemente los costes para compensar los gastos ligados al secado en sí mismo.

La elección del procedimiento debe relacionarse con:

- La compacidad de las instalaciones.
- El dominio de los elementos periféricos.
- La facilidad de explotación.
- La optimización de los costes de mantenimiento.
- La seguridad en la explotación.

La experiencia adquirida en los últimos años muestra que la concepción y explotación de una unidad de secado de fangos precisa conocimientos particulares.

Principalmente, la elección del tipo de secador y de los diferentes equipos que componen la instalación, necesitan una consideración muy cuidadosa de las características de los fangos a tratar, del contexto específico de cada proyecto y de las exigencias ligadas al destino final del producto. En efecto, éste último se encuentra en la frontera entre el productor y el usuario final y, los dos, deben satisfacer su interés.

En la medida de lo posible, deberá procurarse en el diseño una cierta flexibilidad para poder hacer frente a evoluciones cualitativas y cuantitativas de los diferentes parámetros.

Esta aproximación no puede ser llevada a cabo más que por profesionales experimentados que conozcan no solamente la o las tecnologías de secado que instalan, sino también, por una parte, los fangos y los tratamientos de agua que los producen y de otra, el contexto preciso de los diferentes destinos finales.

Este oficio, es el de Degrémont, que, apoyado sobre su conocimiento del tratamiento del agua y de los muy diversos tipos de fangos que se producen, ha seleccionado después de múltiples ensayos un número restringido de tipos de secadores, alrededor de los cuales han sido concebidas y realizadas las instalaciones completas. ■