

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles
para mataderos e industrias de subproductos animales

Documento BREF



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Comisión Europea

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC)

Documento de referencia
de Mejores Técnicas Disponibles
para mataderos e industrias de subproductos animales

Documento BREF



Comisión Europea

2008

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>

Versión: Mayo 2005

Traducción al español realizada por el
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General técnica
Ministerio de Medio Ambiente
y Medio Rural y Marino ©

NIPO: 310-08-036-9
NIPO internet: 310-08-037-4

Nota: Esta publicación sólo se edita en formato electrónico

NOTA INTRODUCTORIA

El 1 de julio de 2002 se aprobó la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, que incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 96/61/CE.

La ley exige un enfoque integrado de la industria en su entorno y el conocimiento por parte de todos los implicados -industria, autoridades competentes y público en general- de las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs), con el fin de reflejar todos estos aspectos en la Autorización Ambiental Integrada que otorgan las CC.AA.

Se establece, en el marco de la Unión Europea, un intercambio de información entre los Estados miembros y las industrias para la elección de estas MTDs que deben servir de referencia común para los Estados miembros a la hora de establecer el objetivo tecnológico de aplicación a las diferentes actividades.

A tal efecto, la Comisión Europea a través de la Oficina Europea de IPPC (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau), ha organizado una serie de grupos de trabajo técnico que, por epígrafes y actividades, proponen a la Comisión Europea los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles (BREF).

Los BREF informarán a las autoridades competentes sobre qué es técnica y económicamente viable para cada sector industrial, en orden a mejorar sus actuaciones medioambientales y, consecuentemente, lograr la mejora del medio ambiente en su conjunto.

El Grupo de Trabajo correspondiente al Sector de mataderos e industrias de subproductos animales comenzó sus trabajos en el año 2000 y el documento final fue aprobado por la Comisión en mayo de 2005: *Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By products Industries*. Está disponible en versión española en la pagina web del Registro EPER-ESPAÑA (www.eper-es.es) y en versión inglesa, en la web de la Oficina Europea de IPPC (<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>), así como en la de la Comisión Europea (<http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/industry.htm>).

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha asumido la tarea, de acuerdo con los mandatos de la Directiva IPPC y de la Ley 16/2002, de llevar a cabo un correcto intercambio de información en materia de Mejores Técnicas Disponibles; este documento, en cumplimiento de las exigencias legales, obedece a una serie de traducciones emprendidas por el Ministerio de Medio Ambiente sobre documentos BREF europeos.

Se pretende dar un paso más en la adecuación progresiva de la industria española a los principios de la Ley 16/2002, cuya aplicación efectiva debe conducir a una mejora del comportamiento ambiental de las instalaciones afectadas, que las haga plenamente respetuosas con el medio ambiente.

RESUMEN PRELIMINAR

Introducción

Este BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles, *Best Available Techniques Reference Document*) para mataderos e industrias de subproductos animales refleja un intercambio de información llevado a cabo de acuerdo con el artículo 16(2) de la Directiva del Consejo 96/61/CE. Este “resumen preliminar” describe los resultados más importantes, las conclusiones principales sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) y los niveles de emisión asociados. Debe leerse junto con el “prefacio”, que explica los objetivos del BREF, cómo se supone que debe usarse y los términos legales. Se puede leer y entender como un documento independiente, pero siendo un resumen, no presenta toda la complejidad del texto completo del BREF. Éste debe utilizarse como referencia en la determinación de las condiciones basadas en MTD para autorizaciones IPPC.

Alcance

Este BREF cubre las actividades industriales que se especifican en el anexo I, párrafos 6.4.(a) y 6.5. de la Directiva, es decir,

6.4.(a) Mataderos con una capacidad de producción en canal superior a 50 toneladas por día

y

6.5. Instalaciones para el vertido o reciclaje de los cadáveres y residuos animales con una capacidad de tratamiento superior a 10 toneladas por día

Algunos procesos están incluidos en este documento porque son actividades asociadas a 6.4.(a), aunque a primera vista corresponderían más bien a actividades 6.5., pero quedan por debajo de su umbral.

Para animales grandes, como el ganado bovino, el ganado ovino y el ganado porcino, se considera que la actividad de matadero acaba con la producción de los cortes estándar, y para las aves con la producción de una canal limpia y vendible. En los últimos años se ha producido un cambio en la terminología utilizada para describir los productos procedentes de los mataderos. El término “subproducto” se utiliza cada vez más y se utiliza ampliamente en este documento. El término “residuo” sólo se utiliza para referirse a actividades de vertido.

Las actividades con subproductos animales incluyen tratamientos para el cuerpo entero o para partes de los animales y para productos de origen animal. Estas actividades engloban los tratamientos de los subproductos animales, destinados al consumo humano o no. Cubren una gran variedad de actividades de subproductos, como la fundición y el aprovechamiento de grasa animal, la producción de harinas y aceites de pescado, el procesamiento de los huesos y el procesamiento de la sangre asociado con los mataderos y hasta el punto en que la sangre se convierte en el material para la preparación de otro producto. La incineración de las canales, de sus partes y de la harina animal y la cremación del sebo están tratadas principalmente como vías de eliminación. También se tratan el esparcido y la inyección de residuos, la producción de biogás, el compostaje y la preservación del cuero y las pieles para ser utilizado en la industria del curtido, en mataderos y en producción de gelatina. El vertido no se trata, excepto cuando se considere como una vía de eliminación.

Información general (capítulo 1)

Mataderos

La industria de los mataderos en toda la UE es muy diversa y presenta características nacionales. Algunas se deben a diferencias en los productos finales locales, p. ej., los típicos productos curados italianos; otros dependen del mercado de destino de los productos, p. ej., puede ser que se requiera una vida de almacenaje más larga para carnes destinadas a la exportación que para las destinadas al mercado local. Parece que estas características afectan a algunas de las decisiones que se toman sobre las técnicas que hay que utilizar en algunos mataderos.

Las tendencias industriales pueden influir en las cuestiones ambientales; por ejemplo, con el cambio en el consumo de agua o de residuos generados. Parece que existe una tendencia hacia un menor número de mataderos con una capacidad media creciente; se apunta que esta tendencia hacia unidades mayores no ha llevado a niveles de consumo inferiores, pero es más fácil y barato solucionar problemas ambientales en plantas grandes. La preocupación creciente sobre seguridad alimenticia puede provocar que se generen más residuos procedentes de partes de animales rechazadas, cómo fue el caso después de la crisis de la encefalopatía espongiforme bovina (EEB), y que se incremente la limpieza y la esterilización, que afecta al consumo de agua, energía y productos químicos. Hay otras tendencias que se basan en fuerzas impulsoras ambientales, como la prevención de olores. Cada vez es más habitual la refrigeración de la sangre y de otros subproductos, no sólo de aquéllos destinados al uso, sino también de los de rechazo. La refrigeración necesita una cantidad considerable de energía, pero ofrece otras ventajas, como mejores productos y menor contaminación hídrica y atmosférica.

Instalaciones de subproductos animales

Años atrás los residuos animales constituían una importante fuente de ingresos para los mataderos, al ser considerados como subproductos. En los últimos años, a causa de la EEB su valor ha disminuido considerablemente y una buena parte de este material es directamente rechazado.

La industria de subproductos animales manipula todas aquellas materias primas que no se destinan directamente al consumo humano y algunas que sí que se destinan finalmente al consumo humano. El uso y las vías de eliminación se rigen por el *Reglamento n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano*.

La prohibición continua del uso de proteínas animales procesadas para la alimentación de ganado destinado al consumo alimentario ha llevado a la diversificación de la industria de subproductos animales hacia la incineración y a la investigación de métodos alternativos de eliminación de los subproductos y, en particular, MER (material especificado de riesgo) y materiales EET (encefalopatía espongiforme transmisible). La industria de aprovechamiento todavía procesa la mayoría de los subproductos animales que no se destinan al consumo humano, aunque algunos se congelan para ser incinerados posteriormente.

Cuestiones claves ambientales en los mataderos

Las cuestiones más significativas asociadas a las operaciones que se llevan a cabo en un matadero son, habitualmente, el consumo de agua, las emisiones al agua de líquidos de alta concentración y el consumo de energía asociado al agua de calefacción y refrigeración. La sangre tiene la DQO más alta de todos los líquidos residuales procedentes tanto de mataderos de ganado como de aves, y su recogida, almacenaje y manipulación es un problema clave para la gestión y el control. En la mayoría de mataderos, la planta de refrigeración es el consumidor de electricidad más importante; puede representar del 45 al 90% de la carga total de la instalación durante el horario laboral y casi el 100% durante los periodos no productivos. La legislación alimentaria y veterinaria exige que se utilice agua potable en los mataderos, de manera que casi no hay oportunidades para que sea reutilizada. Esto tiene consecuencias para el consumo de agua y la contaminación, así como para el consumo de energía cuando se calienta el agua. La

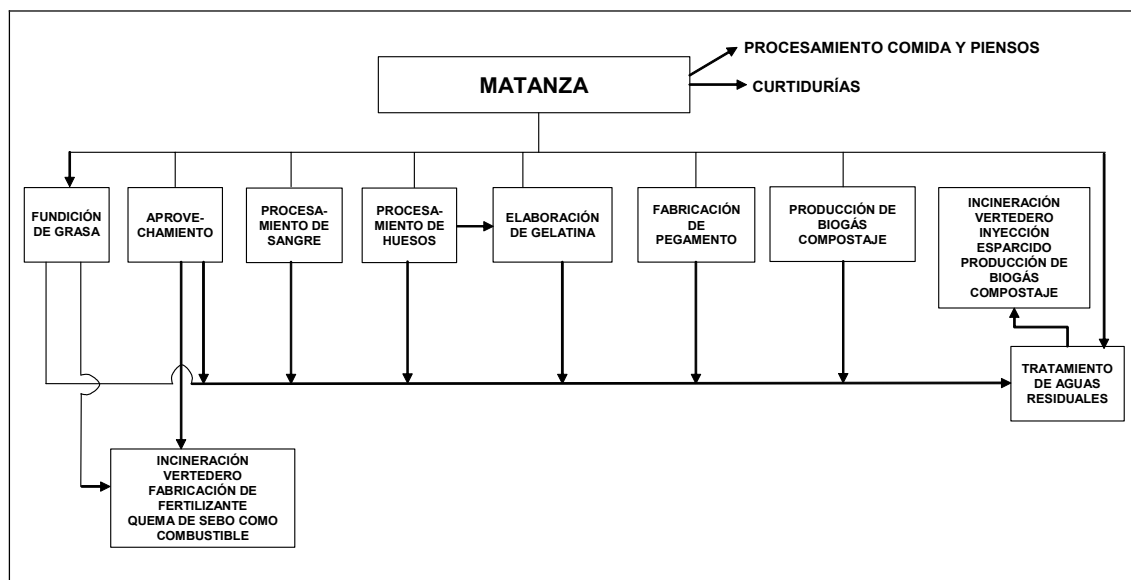
emisión de olores procedentes, por ejemplo, del almacenaje y manipulación de la sangre y de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), puede ser la cuestión ambiental cotidiana más problemática. También puede acarrear problemas locales el ruido procedente, por ejemplo, de los compresores o de los animales durante la descarga y la clasificación.

Cuestiones clave ambientales en instalaciones de subproductos animales

Todas las instalaciones de subproductos animales tienen el potencial de emitir al agua líquidos de alta concentración y provocar importantes problemas locales de olores. Si los subproductos animales no se tratan rápidamente después de la matanza y antes de que la descomposición provoque problemas de olores y/o de calidad, así como problemas posteriores con las aguas residuales, tienen que ser refrigerados para minimizar la descomposición; esta opción consume energía. Los olores son un problema ambiental clave durante la fundición y la producción de harinas y aceites de pescado, incluso si se tratan subproductos frescos. El consumo de energía también es un problema clave para las instalaciones que llevan a cabo operaciones de secado, por ejemplo la fundición y el aprovechamiento de la grasa, la producción de harinas y aceites de pescado, el procesado de la sangre o la fabricación de gelatina y pegamento animal. Las emisiones a la atmósfera de los productos gaseosos de la combustión son un problema para las incineradoras. La capacidad de infección asociada a la destrucción de material de riesgo de EET constituye un problema para las plantas de fundición y para las incineradoras. La capacidad de infección asociada con la destrucción de patógenos debe considerarse en el caso del compostaje y en aquellos casos en que los subproductos o los residuos generados por un determinado tratamiento se puedan verter, esparcir o inyectar. La infestación por insectos, roedores y aves puede ser un problema durante el uso y almacenaje de subproductos. El consumo de agua es importante para la fabricación de gelatina.

Técnicas y procesos aplicados (capítulo 2)

Las relaciones entre los mataderos y sus actividades posteriores se ilustran, de forma general y muy simplificada, en la figura siguiente.



Relaciones entre los mataderos y sus actividades posteriores (resumen)

En primer lugar se describen las operaciones de unidades individuales en los mataderos. Esta sección se divide en la matanza de ganado y la matanza de aves de corral. A continuación se describen los procesos en los diversos tipos de instalaciones de subproductos animales. Posteriormente, se describen algunos procesos de tratamiento de aguas residuales que se aplican a las industrias, primero para mataderos y después para instalaciones de subproductos animales.

Niveles actuales de consumo y emisión (capítulo 3)

Los pesos medios de los animales vivos y las canales varían considerablemente entre los Estados miembros. En gran parte, los datos de consumo y emisión se han recogido “por tonelada de canal producida” o bien “por tonelada de subproducto tratado”; eso es un reflejo de la terminología de la Directiva y facilita la comparación de información entre diversas fuentes. También permite examinar las relaciones entre los procesos reales y los niveles de consumo y emisión, a la vez que evita la información equívoca basada, por ejemplo, en bajas concentraciones obtenidas con un sobreconsumo de agua.

Detallar los niveles de consumo y emisión tiene diversos objetivos. En primer lugar, los intervalos de los niveles de consumo y emisión para procesos determinados y operaciones unitarias muestran posibles oportunidades para la mejora en el rendimiento ambiental para aquéllos que operan a niveles más elevados dentro del intervalo. En segundo lugar, la disponibilidad de los datos de operaciones unitarias también demuestra que es practicable una medida de los niveles de consumo y emisión y, por lo tanto, hacer un seguimiento de las mejoras. En tercer lugar la información también se puede utilizar para identificar operaciones unitarias prioritarias que pueden mejorarse. Finalmente, la disponibilidad de los datos con respecto al nivel de la operación unitaria permite comparar técnicas y determinar las MTD para aquellas partes de los procesos en que los niveles de consumo y emisión son significativos y se dispone de alternativas.

Los datos presentados en el BREF muestran un amplio rango de resultados en las industrias. Por ejemplo, tal como se presenta en la tabla 3.2, en mataderos de ganado porcino se produce un consumo total de agua en el intervalo 1.600 – 8.300 litros por tonelada de canal producida. También se proporcionan los niveles de consumo de agua, en intervalos o en valores individuales, para las siguientes operaciones unitarias: carga y limpieza de los vehículos, estabulación, matanza, desangramiento, desollado, escaldado, depilado y despezñado, chamuscado, tratamiento de la corteza, refrigeración y limpieza y lavado de intestinos. Se informó de que la limpieza de intestinos utiliza entre 442 y 680 litros por tonelada de canal producida y emite un intervalo de DBO de 0,98 a 3,25 kg por tonelada de canal producida y, por lo tanto, se identificó como una operación unitaria con una contribución significativa a la contaminación provocada por la actividad global. Cualquier contacto entre el agua y los desperdicios o subproductos animales provoca la contaminación del agua, que es uno de los problemas ambientales clave de los mataderos. Más adelante, en este mismo documento, se trata la cuestión de la reducción del consumo de agua y la contaminación del agua durante la limpieza de intestinos. En la sección 5.2.1 se describen técnicas y se identifican MTD.

Algunos de los datos proporcionados para los mataderos muestran cómo el agua y la energía consumidas se reparten entre las diversas operaciones de una instalación, en valores porcentuales. Este método de presentación de los datos puede ser útil para identificar las prioridades generales, pero lo es menos para hacer un seguimiento de las mejoras en una sola operación, ya que también las otras pueden cambiar. Por ejemplo, si se utiliza menos agua para el escaldado, entonces el porcentaje utilizado en la limpieza puede aumentar, incluso si el consumo global no lo hace. Sin embargo, esta información ha resultado útil para confirmar que en los mataderos la limpieza es el principal consumidor de agua y que la refrigeración lo es de energía. En este documento se trata la problemática de la minimización del consumo de agua y, por lo tanto, de la reducción asociada en la contaminación de aguas residuales y en el consumo de energía para calentar agua. Desgraciadamente se ha recibido muy poca información sobre la reducción del consumo de energía en el enfriamiento y la refrigeración.

Normalmente, las operaciones de secado en las instalaciones de subproductos animales utilizan la mayor parte de la energía consumida. La información sobre niveles de consumo apoya esta idea. El problema se trata, hasta cierto punto, en el BREF y se han identificado MTD para el aprovechamiento.

La mayoría de la información proporcionada sobre olores es cualitativa y las medidas recibidas se han presentado utilizando diversas unidades, lo que hace imposible la comparación cuantitativa

de los problemas y las posibles soluciones. De todos modos, los olores asociados al almacenaje y procesamiento de subproductos animales se tratan tanto desde una perspectiva preventiva como paliativa y, asimismo, se han identificado MTD.

La mayoría de datos de consumo y emisión proporcionados para mataderos e instalaciones de subproductos animales se refieren a aguas residuales, aunque desgraciadamente la mayoría de datos recibidos no iban acompañados de descripciones de los procesos y de datos de capacidad o de los tratamientos aplicados a las aguas residuales. A pesar de todo, se recibió suficiente información para que el Grupo Técnico de Trabajo (a partir de ahora Grupo de Trabajo) llegara a la conclusión que la MTD es someter las aguas residuales de mataderos e instalaciones de subproductos animales a procesos de tratamiento biológico. Los niveles asociados a la MTD, basados en la valoración experta del Grupo de Trabajo, se presentan al capítulo 5 y se muestran en la tabla siguiente.

Para la incineración se presentan datos sobre emisiones a la atmósfera y análisis de cenizas tanto en este capítulo como en el 4. El Grupo de Trabajo ha acordado niveles asociados a MTD, que se presentan en el capítulo 5 y se muestran en la tabla siguiente.

Para algunas actividades con subproductos animales se proporcionaron muy pocos datos, o incluso ninguno, sobre los niveles de consumo y emisión; a pesar de eso el documento aporta información cualitativa.

La recogida de datos con respecto a operaciones unitarias, utilizando técnicas comparables de monitoreo, acompañados de descripciones detalladas de la técnica y de las condiciones de operación, sería muy útil para la revisión del BREF.

Técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las MTD (capítulo 4)

El capítulo 4 contiene la información detallada utilizada por el Grupo de Trabajo con el fin de determinar MTD para mataderos e industrias de subproductos animales.

Se describen unas 250 técnicas, bajo los epígrafes estándar de “Descripción”, “Beneficios ambientales logrados”, “Efectos cruzados”, “Cuestiones operativas”, “Aplicabilidad”, “Aspectos económicos”, “Motivación para la puesta en funcionamiento”, “Plantas de ejemplo” y “Referencias”. El Grupo de Trabajo ha intentado incluir la información suficiente para valorar la aplicabilidad de las técnicas en casos generales o específicos. La estructura estándar fomenta la comparación de técnicas a nivel cualitativo y cuantitativo. La información de este capítulo es esencial para determinar MTD.

Las técnicas que el Grupo de Trabajo ha considerado MTD también están en referencia cruzada con el capítulo 5. De esta manera los redactores de autorizaciones y los titulares son dirigidos a la discusión de la técnica asociada a las conclusiones de MTD, lo cual los puede ayudar a la hora de determinar las condiciones basadas en MTD de las autorizaciones IPPC.

Este capítulo incluye técnicas integradas en el proceso y técnicas a final de línea de sacrificio y, por lo tanto, cubre tanto la prevención de la contaminación como las medidas de control de la contaminación, respectivamente. Algunas son de carácter muy técnico y otros son buenas prácticas de operación, en las que se incluyen técnicas de gestión.

El capítulo se estructura de manera que las técnicas que son aplicables en general en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales se describen en primer lugar. Éstas son la formación general, el mantenimiento y las buenas prácticas operacionales, consideradas como técnicas generales, ya que se pueden aplicar a prácticamente todas las actividades. Otras son más técnicas, pero son pertinentes para la prestación y uso de útiles y servicios que también se aplican en la mayoría de actividades industriales, como el alumbrado o la limpieza de la instalación. Algunas técnicas de esta sección están más directamente relacionadas con los

mataderos y las instalaciones de subproductos animales, entre las cuales se incluyen diversas que tratan del almacenaje de subproductos animales y, en particular, de la prevención de los olores. También se incluyen técnicas asociadas a la prevención de vertidos accidentales de grandes volúmenes de líquidos y, especialmente, de sangre. Igualmente, en esta sección también se incluyen técnicas de tratamiento de aguas residuales.

A continuación, se describen las técnicas que se aplican a todos los mataderos. Estas técnicas tratan de cuestiones como la limpieza de los camiones suministradores de ganado, la minimización del consumo de agua y de la contaminación en las líneas de matanza, la recogida de la sangre y la minimización del agua y energía utilizados en la esterilización de cuchillos.

Las dos secciones siguientes contienen técnicas que tratan, respectivamente, de la matanza del ganado y aves de corral, que incluyen los tratamientos de vísceras y pieles que se llevan a cabo en los grandes mataderos. Las técnicas se ocupan de posibles problemas de consumo y emisión dentro de las operaciones unitarias, es decir, son básicamente técnicas de control y prevención de la contaminación integradas en el proceso. Algunas son de carácter técnico y otras de carácter operacional. Muchas se ocupan del problema clave ambiental de la minimización del consumo de agua y la contaminación asociada de las aguas residuales. En muchos casos se consideran también cuestiones energéticas a causa de la calefacción del agua. Igualmente, se ocupan de la minimización de los residuos, asociada, p. ej., al recortado de las pieles.

La última sección sobre mataderos presenta técnicas para la limpieza, el tratamiento de aguas residuales y el tratamiento de residuos. Un tema que se desarrolla a lo largo de todo el capítulo es la prevención de la contaminación de las aguas residuales y la separación de los subproductos para maximizar su uso y minimizar los residuos y la contaminación cruzada.

Cuando se consideran las industrias de subproductos animales se enfatiza la minimización de los problemas en materia de residuos y olores. Cuando se consideran los procesos individualmente, se tratan las técnicas particulares para el proceso en cuestión, aunque en muchos casos se discuten los mismos problemas ambientales; por ejemplo, diversas técnicas tratan del ahorro energético en procesos de secado. Muchas técnicas se ocupan del tratamiento a final de línea de aguas residuales y de eliminación de olores.

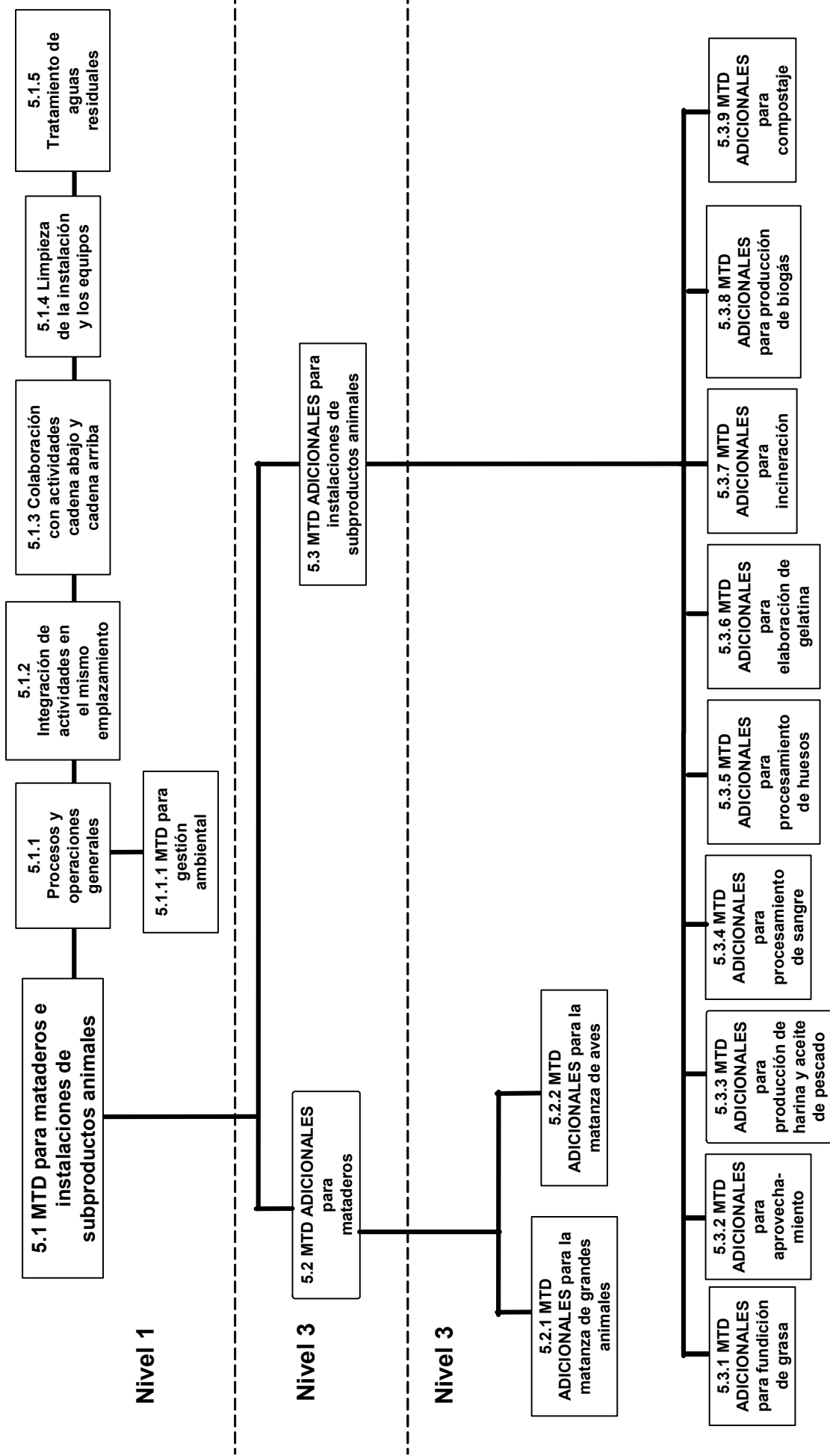
La sección sobre incineración de subproductos animales se ocupa de los problemas específicos en la incineración de subproductos animales, empezando por el suministro. No se consideran técnicas que no tengan una relevancia especial para los subproductos animales, ya que se encuentran dentro del ámbito del BREF “Incineración de residuos”. Cuestiones como el tratamiento de los gases de combustión se encuentran también dentro del ámbito del BREF “Incineración de residuos”, mientras que las cuestiones principales sobre las técnicas tratadas en este BREF están relacionadas directa o indirectamente con la prevención de los olores procedentes de los subproductos animales y la destrucción de material de riesgo de EET.

Para finalizar, se describen tres actividades integradas que se realizan en el mismo emplazamiento, así como las ventajas ambientales de, por ejemplo, la reducción en el consumo de energía mediante la reutilización del calor y la destrucción de olores con incineradoras en el emplazamiento.

Mejores técnicas disponibles (capítulo 5)

La figura siguiente muestra la forma en que se presentan las conclusiones de MTD en el capítulo 5. En la figura, estas conclusiones se presentan en niveles. El nivel superior muestra las secciones que listan MTD para todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales. El segundo nivel se divide entre MTD adicionales para mataderos y MTD adicionales para instalaciones de subproductos animales. El tercer nivel se divide todavía más y muestra las secciones que listan MTD adicionales para clases particulares de mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Las conclusiones representan lo que el Grupo de Trabajo considera que son MTD de carácter general para mataderos e industrias de subproductos animales, a partir de la información del capítulo 4 y teniendo en cuenta la definición de “mejor técnica disponible” del artículo 2(11) y las consideraciones listadas en el anexo IV de la Directiva. Este capítulo no establece valores límite de emisión, pero sí que sugiere niveles de emisión asociados al uso de las MTD.



Estructura de presentación de las conclusiones de MTD para mataderos e instalaciones de subproductos animales

Se han identificado MTD que tratan los principales problemas ambientales para mataderos y subproductos animales, hasta donde lo permitía la información facilitada durante el proceso de intercambio. La valoración de las técnicas, realizada por el Grupo de Trabajo, depende de esta información. Para muchas técnicas sólo se dispone de datos técnicos y económicos limitados y para algunas cuestiones clave ambientales se facilitó muy poca información.

Para los mataderos, las cuestiones clave ambientales son, en general, el consumo de agua, la emisión al agua de líquidos de concentración elevada y el consumo de energía asociado a la refrigeración y al calentamiento del agua. En el caso de instalaciones de subproductos animales, las cuestiones principales están relacionadas con el consumo de energía asociado al secado de subproductos animales, la emisión al agua de líquidos de concentración elevada, la capacidad de infección, en especial asociada al control, manipulación y destrucción de material EET, y los olores.

Las medidas para minimizar los niveles de consumo y emisión resultan muy condicionadas por la planificación técnica y operacional de cada proceso a nivel de cada operación unitaria. Por lo tanto, algunas MTD se refieren a esta cuestión.

El *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano* especifica los requerimientos para la manipulación, almacenaje, transporte y procesado de subproductos animales y describe las vías permitidas de eliminación de material de riesgo EET. Se ha procurado asegurar que las conclusiones de las MTD no entren en conflicto con las exigencias de este Reglamento. Igualmente, se ha procurado asegurar la consistencia con otras legislaciones referidas, p. ej., a salud pública, seguridad alimenticia, bienestar animal y salud y seguridad laboral. Una gran parte de la discusión sobre las conclusiones de las MTD ha examinado el posible impacto del uso de técnicas en estas cuestiones.

Los siguientes párrafos resumen las conclusiones clave de MTD relacionadas con las cuestiones ambientales más relevantes. Durante la discusión de la información intercambiada por el Grupo de Trabajo, surgieron y se discutieron diversos temas. En este resumen sólo se remarcen algunos y no debe leerse en sustitución del capítulo “Mejores técnicas disponibles”, que tampoco se debe leer independientemente del resto del BREF.

Gestión y operación generales

Las opciones de MTD relacionadas con la gestión general y técnicas de actuación contribuyen a la minimización global de los niveles de consumo y emisión, proporcionando sistemas de trabajo que fomentan las buenas prácticas y aumentan la concienciación. La MTD identificó puntos clave en temas como el uso de un sistema de gestión ambiental, la prestación de formación, el uso de un programa de mantenimiento programado, la puesta en marcha de sistemas de gestión de la energía, la refrigeración, el alumbrado y el ruido, la gestión y minimización de la cantidad de agua y detergentes consumidos y, en mataderos, la gestión y monitoreo del uso de agua caliente.

Consumo de agua y emisión de líquidos de concentración elevada en las aguas residuales

Se acepta que minimizar la contaminación y el consumo de agua tiene beneficios ambientales de gran alcance, más allá de los inmediatos. El incremento en el volumen de agua utilizado afecta de forma automática al volumen de agua residual que hay que tratar, ya sea en el emplazamiento o en una planta municipal de tratamiento de aguas residuales. El tratamiento de las aguas residuales consume energía y, a veces, productos químicos y puede generar problemas de olores. Cada vez que el agua entra en contacto con una canal o un subproducto animal, ya sea durante la producción o la limpieza, se incorporan contaminantes como las grasas o la sangre y éstos aumentan la carga sobre la planta de tratamiento de aguas residuales. En muchos casos el agua que se utiliza está caliente, de manera que se habrá utilizado energía para calentarla; es más, las grasas pueden fundirse en agua caliente, de manera que serán más difíciles de separar del agua.

La disponibilidad de agua varía de acuerdo con factores como el clima, la hidrogeología, otras demandas de uso y el precio. Por ello, puede cambiar el hecho de considerar o no su consumo como un factor clave ambiental en un lugar determinado. La Directiva-Marco sobre el agua exige que la política de precios del agua proporcione incentivos adecuados a los usuarios para un uso eficiente de los recursos hídricos. El BREF identifica MTD para minimizar el consumo de agua.

Algunos ejemplos del tipo de conclusiones de MTD a que se ha llegado se encuentran en la siguiente lista, aunque es sólo un resumen y se encuentran más en el capítulo sobre MTD. La MTD es: eliminar todos los tubos flexibles de agua corriente y reparar los grifos e inodoros que goteen; utilizar desagües equipados con rejillas y/o sifones que eviten la llegada de material sólido a las aguas residuales; lavar en seco los vehículos y las instalaciones antes de la limpieza con mangueras de alta presión equipadas con gatillos manuales; utilizar un enjuagador para la limpieza inicial de la balsa de recogida de sangre; aplicar, donde el equipo lo permita, un sistema de limpieza en el emplazamiento; evitar el lavado de las canales y, cuando eso no sea posible, minimizarlo combinado con técnicas limpias de matanza; reutilizar el agua fría dentro de las máquinas de depilado de ganado porcino; reutilizar el agua de enfriamiento de los hornos de chamuscado de ganado porcino; vaciar en seco los estómagos y los intestinos delgados; retirar el equipo para el lavado del ave completa después del sacrificio de las líneas de matanza de aves, excepto después del desplumado y la evisceración y utilizar agua reciclada para el arrastre de las plumas, procedente, por ejemplo, del tanque de escaldado.

Algunas técnicas se aplican a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, mientras otras son aplicables, p. ej., sólo en mataderos de ganado o en mataderos de aves de corral. Muchas, pero no todas, las técnicas aplicables a instalaciones de subproductos animales son técnicas de tratamiento de aguas residuales para la limpieza de agua contaminada durante el proceso; por ejemplo, durante la fundición, la fabricación de harinas y aceites de pescado o la fabricación de gelatina. Se listan técnicas de tratamiento de aguas residuales.

Energía

La producción de energía tiene implicaciones globales de gran importancia, a causa de la emisión de gases de efecto invernadero procedentes de grandes plantas de combustión, de manera que la minimización del consumo de energía, incluyendo el uso de agua caliente, es un factor clave que hay que considerar. Los estándares higiénicos han sido siempre de la mayor importancia en los mataderos y, en gran medida, en las instalaciones de subproductos animales que fabrican productos alimenticios o de calidad farmacéutica. El *Reglamento (CE) n° 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano* ha incrementado el énfasis sobre la higiene en todas las instalaciones de subproductos animales con objeto de proteger las cadenas alimenticias y controlar los riesgos para la salud pública. Algunos ejemplos de los tipos de MTD relevantes identificadas son: la limpieza en seco de las instalaciones y el transporte en seco de los subproductos, seguido de limpieza a presión utilizando mangueras equipadas con gatillos de acción manual y, donde sea necesaria agua caliente, utilizando válvulas de vapor y de agua controladas termostáticamente; el aislamiento y tapado de los esterilizadores de cuchillos y aislamiento de los tanques de escaldado y, finalmente, la aplicación del escaldado al vapor del ganado porcino y las aves de corral.

En las instalaciones de subproductos animales que llevan a cabo la fundición de la grasa, el aprovechamiento, la fabricación de harina y aceites de pescado, el procesado de los huesos, la fabricación de gelatina o la fabricación de pegamento animal, la mayor parte de la energía consumida está asociada, habitualmente, al proceso de secado. Por ejemplo, 2/3 de la energía consumida en una planta de fundición puede invertirse directamente en el secado. Algunos ejemplos de los tipos de técnicas MTD identificadas son: racionalización y aislamiento de las conducciones de vapor y agua; eliminación del agua de la sangre antes de la fundición, mediante coagulación por vapor; uso de un evaporador de efecto simple para rendimientos de la materia prima inferiores a 50.000 t/año y uso de un evaporador de efecto múltiple para rendimientos de

la materia prima iguales o superiores a 50.000 t/año, para eliminar el agua de las mezclas líquidas y para concentrar el plasma antes del secado por pulverización, osmosis inversa, evaporación al vacío o coagulación por vapor.

En los mataderos la refrigeración, en particular, consume una gran parte de la energía. También puede ser significativa allí donde los subproductos animales se almacenen refrigerados antes del tratamiento en instalaciones de subproductos animales. Aunque esta cuestión se identificó como factor clave ambiental, se proporcionó muy poca información para ayudar a la determinación de MTD. Se han identificado algunas MTD generales, entre las cuales: poner en práctica sistemas de gestión de la refrigeración; controlar el tiempo de funcionamiento de refrigeración de la planta; equipar y operar las puertas de la cámara de refrigeración con manecillas de cierre y recuperar el calor de las plantas de refrigeración.

Capacidad de infección

Se identificó la capacidad de infección como un factor clave ambiental, sobre todo a causa de la preocupación surgida a raíz de la crisis de la EEB y relacionada tanto con la salud animal (especialmente con respecto a la cadena alimenticia) como con la salud humana una vez se descubrió la conexión entre la EET en animales y la enfermedad de Creutzfeld-Jakob en humanos. El control de la manipulación y el tratamiento de materiales infectados por EET confirmados, de los sospechosos de infección y de los procedentes de animales sacrificados en el contexto de medidas de erradicación de la EET está regulado por el *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por la que se establecen normas sanitarias para los subproductos animales no destinados al consumo humano*.

El BREF contiene conclusiones de MTD asociadas directa e indirectamente con la prevención de la propagación de la EET y con la destrucción de materiales de riesgo de EET. En concreto, éstas están relacionadas con la fundición y la incineración. Por ejemplo, es MTD realizar las siguientes acciones: recoger continuamente subproductos secos y separados entre ellos a lo largo de toda la línea de matanza y en todo el tratamiento de subproductos animales; optimizar el sangrado y la recogida de sangre; utilizar instalaciones selladas de carga, manipulación y almacenaje de los subproductos animales; sellar de forma hermética cualquier edificio utilizado para el reparto, la manipulación, el almacenaje y el procesado de los subproductos animales; limpiar y desinfectar los vehículos de reparto y el equipamiento después de cada reparto o uso; reducir el tamaño de los entrecuestos (en este caso residuo o desperdicio) animales y sus partes antes de la incineración; restringir el producto de partida a exactamente el comprobado durante los ensayos; realizar incineración continua; utilizar una cámara de cremación de cenizas, cuando no sea posible una adecuada combustión por otros medios (p. ej., inmediatamente posterior a de los hornos rotatorios); aplicar un régimen de monitoreo de emisiones, con un protocolo de monitoreo de cremación de cenizas (y que incluya el peligro biológico de priones de EET); alcanzar niveles de emisión tan bajos como sea razonablemente posible, por debajo de los indicados en la tabla que se muestran más adelante. Esta tabla contiene niveles asociados a MTD para el carbono total y proteínas totales en ceniza.

Olores

Aunque los olores se consideran generalmente un problema local, en realidad pueden representar el factor ambiental cotidiano más problemático para los mataderos y las instalaciones de subproductos animales y, por lo tanto, es necesario controlarlos. Normalmente son causados por la descomposición de subproductos animales, lo que provoca otros problemas ambientales asociados, como la reducción en el uso de los subproductos animales y el consiguiente incremento de los residuos. Además, las sustancias que provocan olores pueden dar problemas durante el tratamiento de las aguas residuales.

El Grupo de Trabajo ha estudiado detalladamente el problema de los olores y se han identificado MTD para minimizarlos y eliminarlos cuando la prevención no haya sido posible. La conclusión principal fue que los subproductos animales se tienen que utilizar o eliminar lo antes posible después de la matanza. Las técnicas de conservación para evitar la descomposición

y para minimizar la formación de sustancias malolientes y las técnicas de eliminación provocan importantes efectos cruzados, como el consumo de energía, y a menudo exigen una inversión de capital y unos costes de operación considerables. Tomando en consideración los efectos cruzados y sus implicaciones globales, así como los factores económicos, el Grupo de Trabajo concluyó que la MTD es la puesta en práctica de algunas de estas técnicas, pero sólo si los subproductos animales no se pueden tratar antes de la formación de las sustancias malolientes, si los subproductos animales son en sí mismo malolientes o si el proceso es en sí mismo maloliente.

Algunos ejemplos de las MTD identificadas son: almacenar los subproductos animales durante periodos breves, a ser posible refrigerados; cuando no sea posible tratar la sangre u otros subproductos animales antes de que la descomposición empiece a provocar problemas de olores o de calidad, refrigerarlos lo más rápidamente posible y durante el mínimo tiempo posible, con el fin de minimizar la descomposición; cuando se utilicen o produzcan sustancias malolientes durante el tratamiento de los subproductos animales, hacer pasar los gases de baja intensidad/volumen elevado por un biofiltro. Para la fundición, cuando haya sido imposible utilizar materias primas frescas y, por lo tanto, minimizar la producción de sustancias malolientes, la MTD es uno de los dos procesos siguientes: quemar los gases no condensables en una caldera ya existente y pasar los olores de baja intensidad/volumen elevado por un biofiltro, o bien quemar todos los vapores en un oxidador térmico y pasar los olores de baja intensidad o volumen elevado por un biofiltro. Para la producción de harinas y aceites de pescado, la MTD es utilizar materia de partida fresca (poco nitrógeno volátil total) e incinerar el aire maloliente, con recuperación del calor. Para la incineración de subproductos animales, algunos ejemplos de MTD son conducir aire de la instalación y el equipo de precombustión hacia las cámaras de combustión, utilizar técnicas para detener los olores cuando no funcione la incineradora, cuando la prevención de los olores no sea practicable y utilizar un filtro de carbono para la eliminación de olores cuando no funcionen las incineradoras.

Colaboración con actividades al inicio y al final de la cadena de producción

Las operaciones relacionadas con el suministro de animales a los mataderos, como las de los ganaderos y los transportistas, pueden tener consecuencias ambientales en el matadero. Los suministradores de la materia de partida en las instalaciones de subproductos animales y otros usuarios posteriores también pueden influir en el impacto ambiental de aquellas instalaciones. Su impacto se puede ver afectado por las propiedades de la materia de partida, p. ej., su frescor, el grado de separación de los diferentes materiales y las especificaciones.

La MTD es buscar la colaboración con socios que llevan a cabo actividades posteriores en la cadena de producción para crear una cadena de responsabilidad ambiental con el objetivo de minimizar la contaminación y proteger el medio ambiente a nivel global. Se identifican diversas MTD, la mayoría asociadas con el transporte y alimentación de los animales o con el almacenaje de los subproductos animales.

Emplazamientos con más de una actividad

Se han identificado diversos ejemplos donde emplazamientos con más de una actividad pueden colaborar para minimizar los niveles de consumo y emisión. La MTD es reutilizar el calor y/o la energía producida en una actividad para otras actividades, así como compartir técnicas de eliminación allí donde sean necesarias, como en el tratamiento de aguas residuales o de olores.

En el BREF se presentan tres ejemplos, pero posiblemente el principio se puede aplicar a cualquier actividad realizada en el mismo emplazamiento. De estas actividades hay muchas, como los mataderos, que pueden estar en el mismo emplazamiento que las plantas de fundición de grasa, las plantas de aprovechamiento, las plantas de procesado de sangre, las incineradoras y las plantas de compostaje.

También es muy habitual que los mataderos dispongan de plantas de despiece y plantas de procesado posterior situadas en el mismo emplazamiento. En estos casos se puede utilizar la información del BREF “Alimento, bebida y leche” para identificar posibilidades de colaboración.

El Grupo de Trabajo también llegó a la conclusión que exportar el calor y/o la energía producida que no se pueda utilizar en el emplazamiento es MTD.

Niveles asociados a MTD

Se identificaron niveles asociados a MTD para el tratamiento de aguas residuales y para la incineración de subproductos animales.

Los niveles de emisión que se presentan más abajo normalmente se consideran adecuados para proteger el medio ambiente acuático y son indicativos de los niveles de emisión que se alcanzarían al aplicar las técnicas que se consideran representativas de MTD. No representan necesariamente los niveles alcanzados actualmente en la industria, sino que están basados en la valoración experta del Grupo de Trabajo.

Parámetro	DQO	DBO ₅	SS	Nitrógeno (total)	Fósforo (total)	Grasas y sebo
Nivel de emisión alcanzable (mg/l)	25 – 125	10 – 40	5 – 60	15 – 40	2 – 5	2,6 – 15

Niveles de emisión asociados a MTD para la minimización de las emisiones en aguas residuales procedentes de mataderos e instalaciones de subproductos animales

La MTD para la incineración de subproductos animales es alcanzar niveles de emisión tan bajos como sea razonablemente practicable por debajo de los indicados en la tabla siguiente.

Emisiones a la atmósfera		Resultados asociados a la MTD ⁽³⁾	
		Típico	Supervisión
SO ₂	(mg/m ³)	< 30 ⁽²⁾	Continua
HCl	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
HF	(mg/m ³)	n/a	
NO _x	(mg/m ³)	< 175 ⁽²⁾	Continua
CO	(mg/m ³)	< 25 ⁽²⁾	Continua
COV	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Periódica
Polvo	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
Dioxinas y furanos	(ng/m ³)	< 0,1 ⁽⁴⁾	Periódica
Metales pesados, total (Cd, TI)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados (Hg)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados, total (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	(mg/m ³)	< 0,5 ⁽⁵⁾	
NH ₃	(mg/m ³)	< 10	
Tiempo de residencia	> 850 °C	3,5 s	
Oxígeno (mínimo tras última inyección)		9%	Continua
Presión, temperatura, vapor de agua; flujo volumétrico			Continua
Ceniza - (carbono total)		< 1% ⁽⁶⁾	Periódica
Ceniza - (proteína total) (extracto acuoso) (mg/100g)		0,3 – 0,6	Periódica
⁽²⁾ Control de emisiones – “media horaria con percentil 95% en un periodo de 24 horas”. Medidas a 273 K (temperatura), 101,3 kPa (presión) y 11% de gas seco O ₂ .			
⁽³⁾ Resultados reales en el funcionamiento de un sistema de depuración de gases de combustión con filtro de mangueras y reactivos inyectados Valores medidos sobre un periodo de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8, expresados como equivalente tóxico de acuerdo con el anexo 1 de la Directiva sobre incineración de residuos.			
⁽⁵⁾ Valores medidos sobre un periodo de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8.			
⁽⁶⁾ Carbono orgánico total			
Nota: El análisis de proteínas no es relevante para la incineración especializada de productos avícolas.			

Niveles de emisión asociados con la incineración especializada de subproductos animales en lecho fluidificado de burbujas, lecho fluidificado circulante o incineradores de horno rotatorio

Técnicas emergentes (capítulo 6)

El capítulo 6 contiene dos técnicas que todavía no se aplican comercialmente y se encuentran en fase de investigación o desarrollo. Son la “biorrefinación de subproductos animales para la producción de abonos y fertilizantes y mejoradores del suelo” y el “tratamiento biotecnológico de subproductos animales para aumentar la valoración energética”, incluidas aquí para concienciar en futuras revisiones de este documento.

Conclusiones (capítulo 7)

Información facilitada

Se utilizaron muchos informes de la industria y las autoridades competentes de los Estados miembros como fuente de información en la redacción preliminar de este BREF, complementados con información procedente de particulares basada en plantas de ejemplo. Se recibió una gran cantidad de información mientras se llevaban a cabo visitas a los emplazamientos en mataderos e instalaciones de subproductos animales en diversos Estados miembros, así como después de éstas. Las consultas formales sobre cada redacción preliminar del documento motivaron el suministro de grandes cantidades de información; asimismo, ofrecieron al Grupo de Trabajo las principales oportunidades para comprobar la información ya recibida.

Aunque se proporcionaron más de 350 conjuntos de datos, todavía quedan algunas lagunas. El consumo de energía es un factor clave ambiental en mataderos, a causa del enfriamiento y el almacenaje refrigerado, y en muchas instalaciones de subproductos animales, especialmente durante el secado. A pesar de ello, se proporcionaron muy pocos datos sobre técnicas de ahorro energético.

Se observa una falta de consistencia en los datos sobre medición de olores y en la identificación de las opciones para mantener separados los flujos de olores para su tratamiento. Sin embargo, se trata la prevención de olores, aunque sólo sea a nivel cualitativo.

En general, los datos proporcionados sobre consumo y emisión no estaban bien explicados en términos de condiciones de operación y métodos analíticos y no siempre era clara su relación con las técnicas descritas. Ésta es una de las razones por las cuales se citan muy pocos niveles asociados a MTD. El Grupo de Trabajo intentó recoger datos “por tonelada de canal producida” y “por tonelada de subproducto animal tratado” para cada operación unitaria, con el fin de poder realizar comparaciones directas y con el fin de identificar las áreas con altos niveles de consumo y emisión, de manera que se pudieran tratar. Sin embargo, en estos datos hay lagunas considerables.

Se recibió muy poca información sobre procesado de los huesos, fabricación de pegamentos, gasificación de la harina de carne y de huesos, esparcimiento o inyección, limpieza del marisco y fabricación de fertilizantes a partir de harinas animales. En algunos casos eso puede ser debido a la legislación local que prohíba o restrinja la aplicación de subproductos animales al suelo y las restricciones del nuevo *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 3 de octubre de 2002, por el que se establecen normas sanitarias para los subproductos animales no destinados al consumo humano*.

Fuerzas impulsoras

El contenido del BREF, así como su escala temporal de preparación, ha estado muy influido por cuestiones como la seguridad alimenticia (p. ej., respecto a la EEB), higiene alimenticia y bienestar animal. El objetivo se ha mantenido en la prevención y control de la contaminación, pero se ha procurado que sea consistente con la legislación y las buenas prácticas asociadas con estas otras importantes fuerzas impulsoras. El impulso legal principal ha sido el nuevo *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 3 de octubre de*

2002, por el que se establecen normas sanitarias para los subproductos animales no destinados al consumo humano.

Grado de consenso

Las conclusiones del BREF se acordaron en la reunión final del Grupo de Trabajo y no hay división de opiniones.

Recomendaciones para trabajos futuros

Las lagunas en la información señalan áreas en que los trabajos futuros pueden dar resultados que podrían ayudar en la identificación de MTD en revisiones del BREF y, de esta manera, podrían ayudar a los operadores y redactores de autorizaciones a proteger el medio ambiente de forma global.

La falta de datos “por tonelada de canal producida” y “por tonelada de subproducto animal tratado”, para cada operación unitaria, se puede considerar a través de las autoridades reguladoras y las diversas ONG industriales que representan a los mataderos y a los operadores de subproductos animales. Éstas pueden estimular y coordinar el incremento de mediciones de los valores de consumo y emisión a nivel de las operaciones unitarias, con detalles sobre las condiciones de operación, descripciones de las técnicas aplicadas, protocolos de muestreo, métodos analíticos y presentaciones estadísticas.

Una gran cantidad de la información proporcionada sobre las técnicas era incompleta. El Grupo de Trabajo decidió que, aunque la información sobre estas técnicas era insuficiente para ayudar a determinar MTD, debían incluirse en el documento. Las técnicas incompletas se adjuntan en el capítulo 7, para fomentar la recogida y disposición de información adicional cuando se revise el BREF.

Temas sugeridos para proyectos futuros de I+D

Para futuros proyectos de investigación y desarrollo se tendrían que considerar los siguientes temas:

- 1 minimización del consumo de energía asociado al enfriamiento y el almacenamiento refrigerado,
- 2 minimización del consumo de energía asociado al secado de subproductos animales,
- 3 oportunidades de utilizar agua no potable en los mataderos, sin comprometer la higiene y la salud alimenticia,
- 4 optimización del uso de subproductos animales con el fin de minimizar los residuos y
- 5 desarrollo de pruebas de referencia y clasificación para mejorar la calidad de futuros intercambios de información y revisiones del BREF.

PREFACIO

1. Categoría de este documento

Si no se especifica lo contrario, cualquier referencia a “la Directiva” en este documento se refiere a la Directiva del Consejo 96/61/CE sobre prevención y control integrados de la contaminación. Como la Directiva se aplica sin perjuicio de las disposiciones comunitarias sobre salud y seguridad en el trabajo, también lo hace este documento.

Este documento es un proyecto de trabajo de la Oficina Europea IPPC. No es una publicación oficial de las Comunidades Europeas y no refleja necesariamente las opiniones de la Comisión Europea.

2. Obligaciones legales relevantes de la Directiva IPPC y definición de MTD

Con el fin de ayudar al lector a comprender el contexto legal en que este documento se ha redactado, en este prefacio se describen algunas de las disposiciones más relevantes de la Directiva IPPC, entre las cuales la definición del término “mejores técnicas disponibles”. Esta descripción es necesariamente incompleta y sólo se ofrece a título informativo; no tiene ningún valor legal y en ningún caso modifica o perjudica las disposiciones reales de la Directiva.

El propósito de la Directiva es conseguir el control y la prevención integrados de la contaminación producida por las actividades listadas en su anexo I, dirigidos a un alto grado de protección ambiental global. La base legal de la Directiva se refiere a la protección ambiental. Su aplicación también tiene que tener en cuenta otros objetivos comunitarios, como la competitividad de la industria comunitaria, contribuyendo así a un desarrollo sostenible.

De forma más específica, establece un sistema de autorizaciones para determinadas categorías de instalaciones industriales que exigen que los titulares y reguladores dispongan de una visión global e integrada del potencial contaminante y de consumo de la instalación. El objetivo global de este planteamiento integrado es la mejora de la gestión y el control de los procesos industriales para asegurar un alto grado de protección ambiental global. En este planteamiento es clave el principio general presentado en el artículo 3 según el cual los titulares tienen que tomar todas las medidas preventivas adecuadas contra la contaminación, en particular a través de la aplicación de las mejores técnicas disponibles, que les permiten mejorar sus resultados ambientales.

El término “mejores técnicas disponibles” se define en el artículo 2(11) de la Directiva como “la etapa más efectiva y adelantada en el desarrollo de actividades y sus métodos de operación que indican la adecuación práctica de técnicas particulares destinadas a proporcionar, en principio, la base para establecer valores límite en las emisiones, con el objetivo de evitar o, donde no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto ambiental global”. El artículo 2(11) continúa y aclara más esta definición:

“técnicas” incluye tanto la tecnología utilizada como la forma en que se diseña, se construye, se mantiene, se opera y se desmantela la instalación;

técnicas “disponibles” son aquéllas que se desarrollan a una escala que permite la aplicación en el sector industrial afectado, en condiciones económica y técnicamente viables, y que toman en consideración los costes y las ventajas, independientemente de si las técnicas se utilizan o producen dentro del Estado miembro en cuestión, siempre que sean razonablemente accesibles al operador;

“mejor” significa más efectivas para conseguir un alto grado general de protección ambiental global.

Además, el anexo IV de la Directiva contiene una lista de “consideraciones a tener en cuenta de forma general o en casos específicos al determinar las mejores técnicas disponibles [...] considerando los costes y beneficios probables de una medida determinada y los principios de precaución y prevención”. Estas consideraciones incluyen la información publicada por la Comisión conforme al artículo 16(2).

Se exige que las autoridades competentes responsables de la adjudicación de autorizaciones tengan en cuenta los principios generales establecidos en el artículo 3, en el momento de determinar las condiciones de la autorización. Estas condiciones deben incluir valores límite de emisión, complementados o sustituidos donde sea necesario por parámetros equivalentes o medidas técnicas. Según el artículo 9(4) de la Directiva estos valores límite de emisión, valores equivalentes y medidas técnicas, sin perjuicio del cumplimiento de los estándares de calidad ambiental, deben basarse en mejores técnicas disponibles, sin prescribir el uso de ninguna técnica o tecnología específica, pero teniendo en cuenta las características técnicas de la instalación afectada, su ubicación geográfica y las condiciones ambientales locales. En todas las circunstancias las condiciones de la autorización deben incluir disposiciones sobre la minimización de la contaminación a larga distancia o transfronteriza y deben asegurar un alto grado de protección ambiental global.

Los Estados miembros tienen la obligación, según el artículo 11 de la Directiva, de asegurar que las autoridades competentes sigan o estén informadas de los desarrollos en materia de mejores técnicas disponibles.

3. Objetivo de este documento

El artículo 16(2) de la Directiva exige que la Comisión organice un “intercambio de información entre los Estados miembros y las industrias afectadas sobre mejores técnicas disponibles, el monitoreo a ellas asociado y sus desarrollos”, y que publique los resultados del intercambio.

El propósito del intercambio de información se da en el considerando 25 de la Directiva, que afirma que “el desarrollo e intercambio de información en el ámbito comunitario sobre mejores técnicas disponibles ayudará a reparar los desequilibrios tecnológicos en la Comunidad, promoverá la difusión a nivel mundial de los valores límite y las técnicas utilizadas en la Comunidad y ayudará a los Estados miembros en la aplicación eficaz de esta Directiva.”

La Comisión (DG de Medio Ambiente) creó un foro de intercambio de información (IEF, *information exchange forum*) para ayudar a los trabajos según el artículo 16(2) y bajo la protección del IEF se han formado diferentes grupos de trabajo técnico. Tanto el IEF como los grupos de trabajo técnicos tienen representación de los Estados miembros y de la industria, tal como exige el artículo 16(2).

El objetivo de esta serie de documentos es reflejar con precisión el intercambio de información llevado a cabo en cumplimiento del artículo 16(2) y proporcionar información de referencia a tomar en cuenta por las autoridades al determinar las condiciones de las autorizaciones. Al proporcionar información relevante acerca de mejores técnicas disponibles estos documentos deben actuar como herramientas valiosas para impulsar resultados ambientales.

4. Fuentes de información

Este documento representa un resumen de información recogida de diversas fuentes, en particular los conocimientos técnicos de los grupos creados para ayudar a la Comisión en sus tareas, y verificados por los servicios de la Comisión. Se agradece calurosamente todas las contribuciones recibidas.

5. Cómo entender y usar este documento

La información facilitada en este documento está pensada para su uso como entrada para la determinación de MTD en casos específicos. Al determinar MTD y establecer condiciones de autorización basadas en MTD siempre debe tenerse en cuenta el objetivo global de conseguir un alto grado de protección ambiental global.

El resto de esta sección describe el tipo de información proporcionada en cada sección del documento.

Los capítulos 1 y 2 proporcionan información general acerca de los mataderos e industrias de subproductos animales y sobre los procesos industriales utilizados en el sector. El capítulo 3 facilita información y datos sobre los niveles actuales de emisión y consumo, lo que refleja la situación en las instalaciones existentes en el momento de la redacción.

El capítulo 4 describe con mayor detalle la reducción de emisiones y otras técnicas que se consideran las más relevantes en la determinación de MTD y condiciones de autorización basadas en MTD. Esta información incluye los niveles de consumo y emisión que se consideran alcanzables usando la técnica considerada, algunas ideas sobre los costes y los efectos cruzados asociados a la técnica y el nivel al que ésta es aplicable en la gama de instalaciones que necesiten autorizaciones IPPC; por ejemplo instalaciones nuevas, existentes, grandes o pequeñas. No se incluyen aquellas técnicas consideradas obsoletas.

El capítulo 5 presenta las técnicas y los niveles de emisión y consumo que se consideran compatibles con MTD en sentido general. De esta forma se espera facilitar indicaciones generales sobre los niveles de emisión y consumo que se pueden considerar una referencia adecuada para ayudar a determinar condiciones de autorizaciones basadas en MTD o para establecer normas vinculantes según el artículo 9(8). Sin embargo, debe remarcarse que este documento no propone valores límite de emisión. La determinación de las condiciones de autorización adecuadas implicará tener en cuenta factores locales, específicos del emplazamiento, como las características técnicas de la instalación afectada, su ubicación geográfica y las condiciones ambientales locales. En el caso de instalaciones existentes, también deberá tenerse en cuenta la viabilidad técnica y económica de la actualización. Incluso el objetivo de asegurar un alto grado de protección ambiental global implicará realizar a menudo valoraciones compensatorias entre diversos tipos de impacto ambiental y estas valoraciones a su vez también estarán influidas muchas veces por consideraciones locales.

Aunque aquí se intenta considerar algunas de estas cuestiones, no es posible discutir las completamente en este documento. Por lo tanto, las técnicas y niveles presentados en el capítulo 5 no serán necesariamente las adecuadas para todas las instalaciones. Por otro lado, la obligación de asegurar un alto grado de protección ambiental global, incluyendo la minimización de la contaminación a larga distancia o transfronteriza, implica que no se pueden establecer condiciones de autorización sólo en base a consideraciones locales. Por ello es de la mayor importancia que la información contenida en este documento se tenga plenamente en consideración por parte de las autoridades adjudicatarias de autorizaciones.

Como las mejores técnicas disponibles cambian a lo largo del tiempo, este documento se revisará y actualizará siempre que sea necesario. Cualquier comentario o sugerencia se debe enviar a la Oficina Europea IPPC en el Instituto de Estudios Tecnológicos Prospectivos:

Edificio Expo, c/ Inca Garcilaso, s/n, E-41092 Sevilla, España
Teléfono: (+34) 954 488 284
Fax: (+34) 954 488 426
Correo electrónico: eippcb@jrc.es
Internet: <http://eippcb.jrc.es>

Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para mataderos e industrias de subproductos animales

RESUMEN PRELIMINAR.....	IV
PREFACIO.....	XIX
ALCANCE.....	XXXVII
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 La industria de mataderos en la Unión Europea.....	1
1.2 La industria de subproductos animales en la Unión Europea.....	10
1.2.1 Fundido de grasas.....	12
1.2.2 Aprovechamiento.....	12
1.2.3 Producción de harinas y aceites de pescado.....	13
1.2.4 Procesado de la sangre.....	14
1.2.5 Elaboración de gelatinas.....	14
1.2.6 Incineración especializada de cadáveres, partes de cadáveres y harina animal.....	15
1.2.7 Cremación del sebo.....	16
1.2.8 Esparcido e inyección.....	16
1.2.9 Producción de biogás.....	16
1.2.10 Compostaje.....	17
1.3 Aspectos ambientales clave.....	17
1.3.1 Mataderos.....	17
1.3.2 Instalaciones de subproductos animales.....	20
1.3.2.1 Información general sobre aspectos clave ambientales.....	20
1.3.2.2 Fundición de grasa.....	20
1.3.2.3 Aprovechamiento.....	20
1.3.2.4 Producción de harinas y aceites de pescado.....	21
1.3.2.5 Procesado de la sangre.....	21
1.3.2.6 Elaboración de gelatina.....	22
1.3.2.7 Elaboración de pegamentos.....	22
1.3.2.8 Incineración especializada de cadáveres.....	22
1.3.2.9 Incineración especializada de harina animal.....	23
1.3.2.10 Cremación de sebo.....	23
1.3.2.11 Esparcido e inyección.....	23
1.3.2.12 Producción de biogás.....	24
1.3.2.13 Compostaje.....	24
1.4 Aspectos económicos generales.....	25
1.4.1 Mataderos y subproductos animales.....	25
1.4.2 El coste económico del consumo y las emisiones.....	26
1.5 Influencias de la legislación alimentaria y veterinaria.....	29
2 PROCESOS Y TÉCNICAS QUE SE APLICAN.....	31
2.1 Matanza.....	31
2.1.1 Actividades descritas en este capítulo.....	31
2.1.2 Sacrificio de grandes animales.....	31
2.1.2.1 Recepción de animales y estabulación.....	32
2.1.2.2 Matanza.....	33
2.1.2.3 Sangrado.....	34
2.1.2.4 Desollado.....	36
2.1.2.5 Decapitación y despezuñado de bovinos y ovinos.....	36
2.1.2.6 Escaldado de los cerdos.....	37
2.1.2.7 Depilado y despezuñado de los cerdos.....	37
2.1.2.8 Chamuscado de los cerdos.....	38
2.1.2.9 Tratamiento de la corteza.....	38
2.1.2.10 Evisceración.....	38
2.1.2.11 Esquinado.....	39
2.1.2.12 Refrigeración.....	39
2.1.2.13 Actividades posteriores asociadas; tratamiento de las vísceras y de las pieles y cueros.....	41

2.1.3	Sacrificio de aves de corral	44
2.1.3.1	Recepción de las aves.....	44
2.1.3.2	Aturdido y sangrado.....	44
2.1.3.3	Escaldado.....	45
2.1.3.4	Desplumado.....	46
2.1.3.5	Evisceración	46
2.1.3.6	Refrigeración	46
2.1.3.7	Maduración.....	47
2.1.4	Limpieza de los mataderos.....	48
2.1.5	Almacenamiento de subproductos de mataderos	49
2.2	Instalaciones de subproductos animales	50
2.2.1	Fundición de grasa	50
2.2.2	Aprovechamiento	54
2.2.2.1	Aprovechamiento de canales y residuos.....	57
2.2.2.2	Aprovechamiento de plumas y de pelos de cerdo	61
2.2.3	Producción de harina y aceite de pescado	62
2.2.4	Procesado de huesos.....	65
2.2.5	Procesado de la sangre – producción de plasma y eritrocitos desecados	65
2.2.6	Manufactura de gelatina.....	68
2.2.7	Fabricación de pegamento	87
2.2.8	Incineración especializada de cadáveres y sus partes y de harina de huesos y carne.....	87
2.2.8.1	Incineración especializada de cadáveres y sus partes.....	88
2.2.8.2	Incineración especializada de harina animal	90
2.2.8.3	Gasificación de la harina de huesos y carne	92
2.2.9	Cremación de sebo	93
2.2.10	Vertido y esparcido/inyección	93
2.2.11	Producción de biogás	94
2.2.12	Compostaje.....	96
2.3	Tratamientos de aguas residuales utilizadas en mataderos e instalaciones de subproductos animales.....	99
2.3.1	Tratamiento de aguas residuales de mataderos	99
2.3.1.1	Tratamiento primario de aguas residuales de mataderos.....	102
2.3.1.2	Tratamiento secundario de aguas residuales de mataderos	103
2.3.1.3	Tratamiento terciario de las aguas residuales de mataderos.....	106
2.3.2	Tratamiento de aguas residuales de instalaciones de subproductos animales	106
2.3.2.1	Tipos de tratamientos para las aguas residuales	106
2.3.2.1.1	Tratamiento mecánico de las aguas residuales	106
2.3.2.1.2	Tratamiento físico-químico	106
2.3.2.1.3	Tratamiento biológico.....	107
2.3.2.1.4	Plumas; eliminación de sulfuro de hidrógeno.....	108
2.3.2.2	Tratamiento de las aguas residuales de la producción de harina y aceite de pescado.....	108
2.3.2.3	Tratamiento de las aguas residuales del procesado de la sangre.....	108
2.3.2.4	Tratamiento de las aguas residuales de la producción de gelatina.....	108
3	NIVELES ACTUALES DE EMISIÓN Y CONSUMO	109
3.1	Mataderos	109
3.1.1	Mataderos: datos globales de emisión y consumo a nivel de instalación.....	109
3.1.2	Matanza de grandes animales	121
3.1.2.1	Recepción de los animales y estabulación.....	121
3.1.2.2	Sangrado	122
3.1.2.3	Desollado	122
3.1.2.4	Decapitación y despezuñado para bovinos y ovinos	123
3.1.2.5	Escaldado de cerdos	123
3.1.2.6	Depilado y despezuñado de cerdos.....	123
3.1.2.7	Chamuscado de cerdos.....	123
3.1.2.8	Tratamiento de la corteza	124
3.1.2.9	Evisceración	124
3.1.2.10	Esquinado	124
3.1.2.11	Refrigeración	124
3.1.2.12	Actividades posteriores asociadas – tratamiento de las vísceras y de pieles y cueros.....	125
3.1.3	Matanza de aves de corral	126

3.1.3.1	Recepción de las aves	126
3.1.3.2	Aturdido y sangrado	126
3.1.3.3	Escaldado	126
3.1.3.4	Desplumado	126
3.1.3.5	Evisceración	127
3.1.3.6	Refrigeración	127
3.1.4	Limpieza del matadero - equipos e instalación	128
3.1.5	Manipulación y almacenaje de subproductos de los mataderos	130
3.1.6	Tratamiento de aguas residuales de los mataderos	130
3.2	Instalaciones de subproductos animales	131
3.2.1	Fundición de grasa	131
3.2.2	Aprovechamiento	131
3.2.2.1	Aprovechamiento de cadáveres y residuos	141
3.2.2.2	Aprovechamiento de plumas y cerdas	141
3.2.3	Producción de aceite y harina de pescado	143
3.2.4	Procesado de sangre	146
3.2.5	Procesado de huesos	147
3.2.6	Elaboración de gelatinas	148
3.2.7	Incineración especializada de canales, partes de canales y harina de huesos y carne	149
3.2.7.1	Incineración especializada de canales y partes de canales	149
3.2.7.2	Incineración especializada de harina animal	150
3.2.8	Cremación de sebo	153
3.2.9	Producción de biogás	154
3.2.10	Compostaje	155
3.2.11	Plantas de tratamiento de aguas residuales de instalaciones de subproductos animales	156
3.2.12	Técnicas y procesos combinados	157
4	TÉCNICAS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA PARA DETERMINAR LAS MTD.....	159
4.1	Técnicas generales aplicables a mataderos y a instalaciones de subproductos animales	159
4.1.1	Herramientas de gestión ambiental	162
4.1.2	Disposición de formación	169
4.1.3	Utilización de un programa de mantenimiento planificado	170
4.1.4	Medida específica del consumo de agua	171
4.1.5	Separación del agua tratada y no tratada	172
4.1.6	Utilización de agua para enfriar y de agua de bombas de vacío	173
4.1.7	Sustitución de mangueras de agua corriente y reparación de grifos y retretes que gotean	173
4.1.8	Utilización de limpieza a presión en toda la instalación	174
4.1.9	Acople de mangueras de limpieza con disparadores manuales	175
4.1.10	Suministro de agua a presión controlada y con pulverizadores	176
4.1.11	Adaptación y utilización de desagües en el suelo con filtros y/o rejillas para evitar que pase material sólido a las aguas residuales	176
4.1.12	Limpieza en seco de las instalaciones y transporte en seco de subproductos	177
4.1.13	Protección de rebosado en tanques de almacenamiento a granel, p. ej. que contienen sangre o sebo	178
4.1.14	Contención de tanques de almacenamiento a granel que contienen p. ej. sangre o sebo	179
4.1.15	Protección de doble forro en tanques de almacenamiento a granel, p. ej. que contienen sangre o sebo	180
4.1.16	Puesta en práctica de sistemas de gestión energética	181
4.1.17	Gestión energética en una planta de carne roja	183
4.1.18	Puesta en práctica de sistemas de gestión de la refrigeración	185
4.1.19	Control de los tiempos de funcionamiento de la planta de refrigeración	190
4.1.20	Uso de hielo binario como fluido de enfriamiento (refrigerante secundario)	190
4.1.21	Microinterruptores para el cierre de puertas de cámaras refrigeradas	193
4.1.22	Recuperación del calor de plantas de refrigeración	194
4.1.23	Uso de válvulas mezcladoras para vapor y agua controladas con termostato	194
4.1.24	Racionalización y aislamiento de las tuberías de vapor y de agua	195
4.1.25	Aislamiento de servicios de vapor y agua	196
4.1.26	Puesta en práctica de sistemas de gestión de la iluminación	197
4.1.27	Almacenaje corto, y posiblemente en frío, de subproductos animales	197
4.1.28	Auditoría de olores	199
4.1.29	Cerrar de forma hermética los subproductos animales durante el transporte, carga/descarga y almacenaje	201

4.1.30	Diseño y construcción de vehículos, equipamiento y locales para una limpieza fácil.....	203
4.1.31	Limpieza frecuente de áreas de almacenaje de materiales - prevención de olores.....	204
4.1.32	Transporte de sangre en contenedores aislados.....	204
4.1.33	Biofiltros.....	205
4.1.34	Control de olores utilizando filtros de carbón activado.....	209
4.1.35	Dilución de olores por captura en una o más chimeneas	210
4.1.36	Gestión de ruido	211
4.1.37	Ruido reducido de extractores en el tejado – mantenimiento rutinario	212
4.1.38	Ruido reducido en el soplante de la laguna de estabilización.....	213
4.1.39	Reducción de ruido de plantas de refrigeración mediante el uso de puertas con aislamiento.....	215
4.1.40	Sustitución de fueloil con gas natural.....	216
4.1.41	Sustitución del combustible de calderas por sebo	216
4.1.42	Limpieza de la instalación y los equipos.....	217
4.1.42.1	Gestión de la cantidad de agua y detergente consumidos	217
4.1.42.2	Selección de detergentes que causan el mínimo impacto ambiental	218
4.1.42.3	Evitar y reducir el uso de agentes de limpieza y desinfectantes con cloro activo	219
4.1.43	Tratamiento de aguas residuales	219
4.1.43.1	Disposición de una capacidad de retención de aguas residuales superior a los requisitos rutinarios.....	219
4.1.43.2	Análisis de laboratorio regulares de la composición de los efluentes y registro de los mismos	220
4.1.43.3	Prevención de aguas residuales estancadas	221
4.1.43.4	Filtrado de sólidos – tamices (tipo no especificado)	221
4.1.43.5	Filtro estático de cuñas y filtro curvo.....	222
4.1.43.6	Prensa de tornillo inclinado.....	223
4.1.43.7	Filtro cilíndrico.....	224
4.1.43.8	Filtro de tambor rotatorio	225
4.1.43.9	Eliminación de grasa de las aguas residuales mediante una rejilla de grasas	228
4.1.43.10	Plantas de flotación.....	229
4.1.43.11	Tanques de ecualización de agua residual	232
4.1.43.12	Minimización de filtraciones de líquidos y tapado de tanques de tratamiento de aguas residuales	233
4.1.43.13	Minimización de filtraciones de líquidos y aireación de los tanques de tratamiento de aguas residuales	234
4.1.43.14	Pretratamiento anaeróbico con reactores de corriente descendente o de corriente ascendente.....	234
4.1.43.15	Digestión aeróbica combinada con desnitrificación intermitente o alterna en condiciones anóxicas.....	236
4.2	Mataderos	240
4.2.1	Mataderos - técnicas generales aplicables a nivel de instalación.....	240
4.2.1.1	Rascado en seco de los vehículos de entrega antes del lavado	240
4.2.1.2	Lavado de los camiones de entrega con una pistola de alta presión de chorro ajustable.....	240
4.2.1.3	Automatización de la primera parte de la línea de matanza limpia	241
4.2.1.4	Evitar y minimizar el aclarado de canales, combinado con el uso de técnicas de matanza limpias	243
4.2.1.5	Controles automatizados de apertura y cierre del agua en toda la línea de matanza ...	244
4.2.1.6	Recolección continua, en seco y separada, de subproductos a lo largo de toda la línea de matanza	245
4.2.1.7	Desagüe doble en la cámara de sangrado	247
4.2.1.8	Refrigeración / enfriamiento de la sangre.....	248
4.2.1.9	Recogida en seco de los restos del suelo	250
4.2.1.10	Uso de succión húmeda en la recogida de subproductos / residuos antes de la limpieza húmeda.....	251
4.2.1.11	Reducción del consumo de agua en el sacrificio de aves de corral.....	252
4.2.1.12	Uso de agua presurizada para el lavado de la canal.....	252
4.2.1.13	Eliminación de grifos innecesarios en la línea de matanza	253
4.2.1.14	Esterilizadores de cuchillos aislados y cubiertos.....	253
4.2.1.15	Cambio periódico del agua en esterilizadores de cuchillos con calefacción eléctrica, mediante un temporizador.....	254
4.2.1.16	Tanques dobles de esterilización de cuchillos	255
4.2.1.17	Esterilización de cuchillos con vapor a baja presión	255

4.2.1.18	Armarios de limpieza de manos y delantales con cierre de agua “por defecto”	256
4.2.1.19	Gestión y supervisión del uso de aire comprimido	257
4.2.1.20	Gestión y supervisión del uso de la ventilación	257
4.2.1.21	Uso de ventiladores centrífugos de aspas convexas	258
4.2.1.22	Gestión y supervisión del uso de agua caliente	258
4.2.1.23	Instalación de enfriamiento subterráneo del refrigerante	259
4.2.2	Sacrificio de grandes animales	260
4.2.2.1	Recepción y estabulación de los animales	260
4.2.2.1.1	Cese de la alimentación de animales 12 horas antes de la matanza	260
4.2.2.1.2	Minimización del tiempo de residencia de los animales en el matadero para reducir el estiércol	260
4.2.2.1.3	Adición de lecho seco a los lechos existentes para absorber estiércol	261
4.2.2.1.4	Agua de bebida controlada según la demanda	262
4.2.2.1.5	Ducha de cerdos con pulverizadores temporizados de ahorro de agua	262
4.2.2.1.6	Limpieza en seco del suelo del establo y limpieza periódica con agua	263
4.2.2.2	Sangrado	263
4.2.2.2.1	Optimización del sangrado y recogida de la sangre	263
4.2.2.2.2	Uso de un enjuagador para la limpieza inicial del orificio de recolección de sangre	266
4.2.2.3	Escaldado de los cerdos	266
4.2.2.3.1	Escaldado de cerdos por vapor/condensación (escaldado vertical)	266
4.2.2.3.2	Aislamiento y tapado de los tanques de escaldado de cerdos	269
4.2.2.3.3	Control del nivel de agua en tanques de escaldado de cerdos	270
4.2.2.4	Depilado y despezñado	271
4.2.2.4.1	Recirculación de agua en las máquinas de depilado	271
4.2.2.4.2	Sustitución de las tuberías de irrigación en la parte superior de los depiladores por pulverizadores	272
4.2.2.5	Chamuscado de cerdos	272
4.2.2.5.1	Reutilización del agua de refrigeración del horno de chamuscado	272
4.2.2.5.2	Recuperación de calor de los gases de escape del chamuscado de los cerdos, para precalentar agua	273
4.2.2.5.3	Ducha tras el chamuscado con pulverizadores de chorro plano	275
4.2.2.6	Tratamiento de la corteza	275
4.2.2.6.1	Sustitución de tuberías de irrigación por pulverizadores de chorro plano	275
4.2.2.7	Evisceración	276
4.2.2.7.1	Esterilización de sierras en un armario con pulverizadores de agua caliente automatizados	276
4.2.2.7.2	Regulación y minimización del uso de agua para los intestinos en movimiento	276
4.2.2.8	Refrigeración	277
4.2.2.8.1	Túnel de precongelación - para refrigeración de cerdos	277
4.2.2.8.2	Refrigeración por nebulización / pulverización de agua para la refrigeración de cerdos	278
4.2.2.8.3	NO duchar las canales antes de refrigerarlas en el túnel	279
4.2.2.9	Actividades posteriores asociadas. Tratamientos de vísceras y pieles y cueros	280
4.2.2.9.1	Eliminación de cuchillas de trituración de una lavadora de subproductos	280
4.2.2.9.2	Vaciado en seco de los estómagos	281
4.2.2.9.3	Recogida “en seco” del contenido del intestino delgado	282
4.2.2.9.4	Vaciado “en seco” de intestinos de cerdo, no utilizados para tripas de embutidos	283
4.2.2.9.5	Uso de pulverizadores en lugar de duchas para limpiar con agua el intestino grueso (cerdos)	284
4.2.2.9.6	Control del consumo de agua para el lavado de intestinos delgados y gruesos	284
4.2.2.9.7	Uso de una rejilla de grasas mecanizada para eliminar la grasa del agua	284
4.2.2.9.8	Recogida de la mucosa del intestino delgado (cerdos)	285
4.2.2.9.9	Minimización del uso de agua durante el aclarado de lenguas y corazones	286
4.2.2.9.10	Recortado de pieles y cueros no destinados al curtido inmediatamente después de su separación del animal	286
4.2.2.9.11	Almacenaje de pieles y cueros a 10 – 15 °C	288
4.2.2.9.12	Salazón en tambor de pieles y cueros	289
4.2.2.9.13	Salazón en tambor de pieles de ovejas/corderos, con adición de ácido bórico	289
4.2.2.9.14	Recogida en seco de residuos de sal de pieles, cueros y pelajes	290
4.2.2.9.15	Conservación de pieles y cueros por refrigeración	291

4.2.2.9.16	Conservación de pieles y cueros mediante enfriamiento con hielo en escamas o picado.....	292
4.2.3	Sacrificio de aves de corral	293
4.2.3.1	Recepción de las aves.....	293
4.2.3.1.1	Reutilización del agua de lavado de las jaulas	293
4.2.3.1.2	Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – filtros de tela.....	294
4.2.3.1.3	Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – lavador húmedo	295
4.2.3.1.4	Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – malla metálica lavable	295
4.2.3.2	Aturdido y sangrado	296
4.2.3.2.1	Uso de gases inertes para el aturdimiento de aves	296
4.2.3.3	Escaldado.....	298
4.2.3.3.1	Escaldado al vapor de las aves.....	298
4.2.3.3.2	Aislamiento de los tanques de escaldado.....	298
4.2.3.4	Desplumado.....	298
4.2.3.4.1	Uso de pulverizadores en lugar de tuberías de irrigación	298
4.2.3.4.2	Uso de agua reciclada (p. ej. del escaldado) para el transporte de plumas	299
4.2.3.5	Evisceración	299
4.2.3.5.1	Menor cantidad de alcachofas de ducha más eficientes.....	299
4.2.3.6	Refrigeración	300
4.2.3.6.1	Refrigeración por aire	300
4.2.3.6.2	Control del suministro de agua al refrigerador de inmersión/agitación	300
4.2.4	Limpieza del matadero.....	301
4.2.4.1	Uso de detergentes enzimáticos	301
4.2.4.2	Pre-limpieza de contaminación de sangre y jugo de la carne con agua fría	302
4.2.4.3	Limpieza <i>in situ</i> (LIS)	302
4.2.4.4	Uso de aspiradores ciclónicos.....	303
4.2.5	Almacenaje y manipulación de subproductos de matadero	304
4.2.5.1	Almacenaje y manipulación separado de los diferentes tipos de subproductos	304
4.2.6	Tratamiento de las aguas residuales de mataderos.....	305
4.2.6.1	Tratamiento de las aguas residuales de mataderos en EDAR municipales	305
4.2.6.2	Uso de reactores de alimentación discontinua (SBR) en el tratamiento de aguas residuales de mataderos.....	306
4.2.6.3	Filtro de goteo de lecho móvil para el tratamiento de aire, agua y mezclas agua/aire.....	310
4.2.7	Tratamiento de residuos de mataderos	311
4.2.7.1	Tratamiento microbiológico de residuos de mataderos.....	311
4.3	Instalaciones de subproductos animales	314
4.3.1	Instalaciones de subproductos animales – técnicas generales aplicables a nivel de instalación	314
4.3.1.1	Recogida continua y separada de subproductos en todo el tratamiento de subproductos animales	314
4.3.1.2	Mantenimiento de presión negativa en las áreas de almacenaje, manipulación y procesado	314
4.3.1.3	Almacenaje, manipulación y carga sellada de subproductos animales.....	315
4.3.1.4	Uso de materia prima fresca refrigerada.....	316
4.3.1.5	Evaporadores de efecto múltiple.....	317
4.3.2	Fundición de grasa	319
4.3.3	Aprovechamiento	319
4.3.3.1	Línea de aprovechamiento totalmente encerrada	319
4.3.3.2	Reducción del tamaño de las canales animales y partes de canales antes del aprovechamiento	320
4.3.3.3	Aprovechamiento continuo de plumas y pelo frescos.....	320
4.3.3.4	Eliminación del agua de la sangre, mediante coagulación por vapor, antes del aprovechamiento o secado por pulverización.....	321
4.3.3.5	Evaporador de efecto simple.....	322
4.3.3.6	Extracción de amoníaco de los condensados de vapores de escape en el aprovechamiento	323
4.3.3.7	Eliminación del N amoniacal del condensado del aprovechamiento mediante conversión de amoníaco.....	324
4.3.3.8	Biolavado – general.....	325

4.3.3.9	Lavado húmedo – general.....	326
4.3.3.10	Oxidación térmica para combustión de vapor, gases no condensables y aire ambiental	327
4.3.3.11	Combustión de gases malolientes, incluyendo gases no condensables, en una caldera.....	331
4.3.3.12	Lavador de dióxido de cloro generado a partir de clorito de sodio - reducción de olores.....	332
4.3.3.13	Lavador de dióxido de cloro generado a partir de clorato de sodio - reducción de olores.....	332
4.3.3.14	Uso de H ₂ O ₂ para eliminar el H ₂ S del agua residual en plantas de aprovechamiento de plumas.....	333
4.3.3.15	Tratamiento biológico del agua residual utilizando sobrepresión junto con ultrafiltración	333
4.3.4	Producción de harina y aceite de pescado.....	336
4.3.4.1	Uso de materia prima orgánica fresca con un bajo contenido de nitrógeno volátil total (NVT).....	336
4.3.4.2	Uso de calor del vapor procedente del secado de la harina de pescado en un evaporador de capas delgadas para concentrar el agua de cola	338
4.3.4.3	Incineración del aire maloliente, con recuperación de calor	340
4.3.4.4	Lavado de aire con condensado en lugar de agua de mar	341
4.3.5	Procesado de la sangre.....	342
4.3.5.1	Concentración de plasma, antes del secado por pulverización, mediante ósmosis inversa.....	342
4.3.5.2	Concentración de plasma, antes del secado por pulverización, mediante evaporación al vacío.....	343
4.3.6	Procesado de huesos.....	343
4.3.7	Elaboración de gelatina	343
4.3.7.1	Aislamiento del equipo de desengrasado de huesos.....	344
4.3.8	Incineración especializada de cadáveres, partes de cadáveres y harina animal	344
4.3.8.1	Cierre de los edificios para la entrega, almacenaje y procesado de subproductos animales.....	344
4.3.8.2	Limpieza y desinfección de los vehículos y el equipo de entrega tras cada entrega	345
4.3.8.3	Transporte de canales sin arrastre.....	345
4.3.8.4	Reducción de tamaño de canales animales y partes de canales antes de la incineración	346
4.3.8.5	Restricción de la materia prima orgánica a la cantidad <u>exacta</u> probada durante los ensayos.....	347
4.3.8.6	Acuerdo con el aprovechador de la proporción de grasa:humedad:ceniza en la harina animal	347
4.3.8.7	Acuerdo con el aprovechador de una especificación sobre la recepción de material manufacturado en óptimas condiciones físicas para si incineración y el almacenaje y manipulación asociados	348
4.3.8.8	Manipulación y quemado de harina animal en gránulos.....	349
4.3.8.9	Manipulación y quemado de HCH envasada	349
4.3.8.10	Evitar la recepción de material para incinerar en envases de PVC.....	349
4.3.8.11	Alimentación por tornillo de partes de canales o harina animal	350
4.3.8.12	Bombeo de partes de canales o harina animal.....	350
4.3.8.13	Incineración del agua residual del incinerador	351
4.3.8.14	Almacenaje, manipulación y carga sellada de subproductos animales en los incineradores	352
4.3.8.15	Conducción del aire procedente de la instalación y el equipo de precombustión hacia la cámara de combustión	353
4.3.8.16	Temperaturas de combustión con alarma y bloqueo respecto al mecanismo de carga.....	354
4.3.8.17	Incineración de subproductos animales en lecho fluidificado de burbujas (LFB)	356
4.3.8.18	Incineración de subproductos animales en lecho fluidificado circulante	361
4.3.8.19	Incinerador de horno rotatorio	362
4.3.8.20	Incineración continua	364
4.3.8.21	Disposición de una cámara de quemado de cenizas.....	365
4.3.8.22	Extracción automatizada y continua de cenizas	366
4.3.8.23	Aspiración de cenizas, en lugar de barrido	366
4.3.8.24	Extinción de ceniza por vía húmeda.....	367

4.3.8.25	Programa de supervisión de emisiones, con protocolo de supervisión de la incineración, incluyendo peligro biológico de priones de EET en cenizas.....	367
4.3.8.26	Limpieza y desinfección regulares de las instalaciones y los equipos	368
4.3.8.27	Técnicas de detención de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento	369
4.3.8.28	Biofiltros para reducción de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento	370
4.3.8.29	Filtros de carbono para reducción de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento	370
4.3.9	Esparcido / inyección	371
4.3.9.1	Esparcido del fango procedente de la elaboración de gelatina y de cola de pieles.....	371
4.3.9.2	Esparcido de residuos sólidos procedentes de la producción de biogás	371
4.3.10	Producción de biogás	372
4.3.10.1	Producción de biogás a partir de los subproductos de mataderos	372
4.3.10.2	Biogás a partir de estiércol y residuos con grasas	373
4.3.10.3	Reutilización de calor durante la producción de biogás	375
4.3.11	Compostaje.....	375
4.3.11.1	Drenaje suficiente para el compostaje en pilas sobre una superficie dura	375
4.3.11.2	Superficie dura: hormigón.....	376
4.3.11.3	Superficie dura: asfalto o macadán.....	377
4.3.11.4	Compostaje en pilas de subproductos animales	377
4.3.12	Fabricación de fertilizante a partir de harina de huesos y carne	378
4.3.13	Hidrólisis alcalina de canales animales y partes de canales a alta temperatura.....	379
4.4	Actividades integradas en el emplazamiento	381
4.4.1	Emplazamiento integrado: matadero y planta de aprovechamiento	381
4.4.2	Emplazamiento integrado: matadero e incinerador de canales animales	382
4.4.3	Emplazamiento integrado: planta de aprovechamiento e incinerador de harina animal ..	383
5	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES	385
5.1	Mataderos e instalaciones de subproductos animales	389
5.1.1	Operaciones y procesos generales	389
5.1.1.1	MTD para gestión ambiental	390
5.1.2	Integración de las actividades en el mismo emplazamiento	391
5.1.3	Colaboración con actividades al comienzo y al final de la cadena de producción.....	391
5.1.4	Limpieza de las instalaciones y los equipos	391
5.1.5	Tratamiento de las aguas residuales.....	392
5.2	MTD adicionales para mataderos	393
5.2.1	MTD adicionales para la matanza de grandes animales	393
5.2.2	MTD adicionales para la matanza de aves de corral.....	395
5.3	MTD adicionales para instalaciones de subproductos animales	395
5.3.1	MTD adicionales para fundición de grasa.....	395
5.3.2	MTD adicionales para aprovechamiento.....	395
5.3.3	MTD adicionales para producción harina y aceite de pescado.....	396
5.3.4	MTD adicionales para procesado de sangre.....	396
5.3.5	MTD adicionales para procesado de huesos	396
5.3.6	MTD adicionales para elaboración de gelatina	397
5.3.7	MTD adicionales para la incineración de subproductos animales.....	397
5.3.8	MTD adicionales para producción de biogás	399
5.3.9	MTD adicionales para compostaje	399
6	TÉCNICAS EMERGENTES	401
6.1	Biorrefinado de subproductos animales para producir mejoradores de suelos y fertilizantes.....	401
6.2	Tratamiento biotecnológico de subproductos animales para aumentar su valorización energética.....	402
7	CONCLUSIONES.....	403
7.1	Temporización del trabajo	403
7.2	Información facilitada.....	403
7.3	Fuerzas impulsoras	404
7.4	Grado de consenso.....	405
7.5	Recomendaciones para trabajos futuros.....	405
7.6	Temas sugeridos para futuros proyectos de I+D.....	406
7.7	Técnicas no incluidas en el capítulo 4, “Técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las MTD”, debido a la falta de información suficiente.....	407

7.7.1	Técnicas generales aplicables en mataderos e instalaciones de subproductos animales ..	407
7.7.1.1	Instalar pulverizadores de chorro plano en las mangueras.....	407
7.7.1.2	Colector de grasas/fango.....	407
7.7.1.3	Limpieza de grasas.....	407
7.7.1.4	Vaciado controlado por conductividad en torres de refrigeración.....	408
7.7.1.5	Diseño del espacio de refrigeración para minimizar el consumo de energía	408
7.7.1.6	Motores con ahorro de energía	408
7.7.1.7	Recuperación de calor.....	408
7.7.1.8	Disposición de esclusas de aire entre el área de carga y descarga interior y el exterior.....	408
7.7.1.9	Ozono	409
7.7.1.10	Uso de ventiladores de bajas rpm para el aire acondicionado	409
7.7.1.11	Separación de metales.....	409
7.7.2	Técnicas generales aplicables en mataderos	409
7.7.2.1	Control del suministro de agua, p. ej. por parte del departamento u operación unitaria.....	409
7.7.2.2	Refrigeración por aire de las bombas de vacío, en lugar de refrigeración por agua....	410
7.7.2.3	Lavado diario de cuchillos. Varios cuchillos en los puestos de trabajo.....	410
7.7.2.4	Uso de una línea de aire caliente y seco para esterilizar cuchillos.....	410
7.7.2.5	Uso de un autoclave para esterilizar cuchillos (fuera de la línea, p. ej. entre turnos) ..	410
7.7.2.6	Pulverización de agua controlada con válvulas magnéticas automáticas.....	410
7.7.2.7	Recuperación de energía	410
7.7.3	Matanza de grandes animales.....	410
7.7.3.1	Recogida del agua utilizada para limpiar delantales y botas.....	410
7.7.3.2	Estabulación	411
7.7.3.2.1	Reutilización del agua para lavar vehículos	411
7.7.3.2.2	Entrega de cerdos planificada para coincidir con los momentos menos sensibles al ruido	411
7.7.3.2.3	Descarga mediante pasarelas de descarga	411
7.7.3.2.4	Uso de suelos de slatt en los establos	411
7.7.3.2.5	Reutilización del agua para lavar el suelo del establo (cerdos)	411
7.7.3.2.6	Recogida de la orina para su uso como fertilizante	411
7.7.3.2.7	Lavado de animales antes de la matanza	412
7.7.3.3	Matanza	412
7.7.3.3.1	Llevar los cerdos al corral de aturrido lo más tranquilamente posible	412
7.7.3.3.2	Aturrido de cerdos con dióxido de carbono.....	412
7.7.3.4	Desollado.....	412
7.7.3.4.1	Retirada neumática de pieles y cueros	412
7.7.3.5	Escaldado de cerdos	412
7.7.3.5.1	Diseño del tanque de escaldado de cerdos para facilitar su vaciado y limpieza....	412
7.7.3.5.2	Reducción del agua derramada de los tanques de escaldado.....	413
7.7.3.5.3	Detención del suministro de agua al tanque de escaldado durante las interrupciones de la producción	413
7.7.3.5.4	Recuperación de calor del agua del tanque	413
7.7.3.5.5	Uso de un tanque de escaldado con una base inclinada	413
7.7.3.6	Depilado y despezuñado de cerdos.....	413
7.7.3.6.1	Control del suministro de agua a las máquinas de depilado.....	413
7.7.3.7	Chamuscado de cerdos.....	413
7.7.3.7.1	Reducción del tiempo de chamuscado	413
7.7.3.7.2	Uso y diseño eficientes de sopletes	414
7.7.3.7.3	Instalación de interruptores que puedan encender la llama de chamuscado sólo cuando hay presente una canal	414
7.7.3.7.4	Aislamiento del horno de chamuscado.....	414
7.7.3.8	Evisceración	414
7.7.3.8.1	Desplazamiento de vísceras mediante transportador.....	414
7.7.3.8.2	Uso de separadores de grasas.....	414
7.7.3.9	Esquinado.....	415
7.7.3.9.1	Optimización del uso de la sierra de esquinado de canales.....	415
7.7.3.10	Refrigeración.....	415
7.7.3.10.1	Refrigeración por lotes	415
7.7.3.11	Actividades posteriores.....	415
7.7.3.11.1	Control de agua en la máquina de lavado de rumen	415

7.7.3.11.2	Retirada y uso/eliminación de agua procedente del contenido “seco” de los intestino	415
7.7.3.11.3	Retirada en seco del estiércol intestinal	416
7.7.3.11.4	Reutilización del agua final del lavado de tripas intestinales.....	416
7.7.3.11.5	Minimización del ruido en la maquinaria de retirada de mucosa intestinal ..	416
7.7.3.11.6	Refrigeración de los menudos rojos y verdes mediante hielo	416
7.7.4	Matanza de aves de corral	416
7.7.4.1	Recepción de las aves.....	416
7.7.4.1.1	Unidades de lavado de jaulas multietapa	416
7.7.4.1.2	Recogida de materiales filtrados de las máquinas de lavado de jaulas	417
7.7.4.1.3	Sellado de las máquinas de lavado de jaulas	417
7.7.4.2	Escaldado de las aves	417
7.7.4.2.1	Limitación de las pérdidas de agua del tanque de escaldado	417
7.7.4.3	Desplumado.....	417
7.7.4.3.1	Transporte de cabezas y patas mediante un sistema de vacío	417
7.7.4.4	Evisceración	418
7.7.4.4.1	Sistema dual de suministro de agua	418
7.7.4.4.2	Transporte y refrigeración integrados de menudos rojos procedentes de la matanza de aves de corral.....	418
7.7.4.4.3	Reducción del caudal de agua en los puntos de lavado de cuchillos	418
7.7.4.4.4	Reducción del caudal de agua en el minirefrigerador	418
7.7.4.5	Limpieza del matadero	418
7.7.4.5.1	Grandes unidades de limpieza de bandejas y boxes	418
7.7.4.5.2	Limpieza a alta presión	419
7.7.4.5.3	Supervisión de la eliminación de contaminación.....	419
7.7.4.6	Tratamiento de aguas residuales	419
7.7.4.6.1	Rejilla de sumidero	419
7.7.5	Aprovechamiento	420
7.7.5.1	Facilitar la suficiente capacidad de producción	420
7.7.5.2	Esterilización discontinua mediante una “caldera con cedazo de cesta”	420
7.7.5.3	Esterilización discontinua mediante secador de disco con tamiz	420
7.7.5.4	Aprovechamiento, con mezcla periódica.....	420
7.7.5.5	Aprovechamiento, con un secador de disco	421
7.7.5.6	Recirculación de residuos sólidos procedentes del pretratamiento en la materia prima (si no hay producción de piensos)	421
7.7.5.7	Recirculación del lodo en la materia prima (si no hay producción de piensos).....	421
7.7.5.8	Refrigeración por aire del condensado, en lugar de refrigeración por agua	421
7.7.5.9	Uso de un sistema de decantación	421
7.7.5.10	Centrifugación de la sangre.....	421
7.7.5.11	Rampa de desinfección para vehículos y calzado	422
7.7.5.12	Rejillas de fango, tanques de sedimentación y separadores de combustible/aceite para las aguas residuales de lavado de vehículos	422
7.7.5.13	Rejillas de grasas y de aceites (DIN 4040)	422
7.7.5.14	Tapado de todos los tanques para permitir el tratamiento del aire	422
7.7.5.15	Cierre de los tanques de equilibrio de las EDAR y conducción del flujo de aire hacia un tratamiento de olores.....	422
7.7.5.16	Dosificación de nutrientes, ácidos y álcalis	422
7.7.5.17	Desinfección térmica del agua de limpieza: unidad de calefacción de agua específica	422
7.7.5.18	Tanques de neutralización.....	422
7.7.6	Producción de harina y aceite de pescado	423
7.7.6.1	Descarga por vacío del pescado de los barcos de pesca.....	423
7.7.6.2	Control y auditoría de pérdida de producto	423
7.7.6.3	Cocción controlada: prevención de sobrebullición.....	423
7.7.6.4	Enfriamiento indirecto del vapor procedente de la producción de agua de cola evaporada con agua de mar	423
7.7.6.5	Secado al vacío a 65 °C.....	423
7.7.6.6	Secado por calefacción.....	424
7.7.6.7	Planta de extracción para eliminar nitrógeno volátil del agua	424
7.7.6.8	Uso de un decantador en lugar de una prensa y decantador.....	424
7.7.6.9	Control de succión en el secador.....	424
7.7.6.10	Eliminación a alta presión de productos quemados, en lugar de con NaOH.....	424
7.7.6.11	Tratamiento de aguas residuales de determinadas fracciones del condensado impuro.....	424

7.7.7	Procesado de sangre	424
7.7.7.1	Retroventilación de las cisternas durante la descarga	424
7.7.8	Elaboración de gelatina	425
7.7.8.1	Neutralización de aguas residuales ácidas por aguas residuales alcalinas.....	425
7.7.8.2	Reutilización del calor de los evaporadores	425
7.7.9	Incineración	425
7.7.9.1	Limpieza inicial de vehículos y equipos mediante aspiración en seco.....	425
7.7.9.2	Supervisión de compuestos amino en fracciones salinas recuperadas de aguas de lavado.....	425
7.7.10	Cremación de sebo	425
7.7.10.1	Retroventilación de las cisternas durante la descarga	425
7.7.11	Compostaje	425
7.7.11.1	Compostaje en contenedores de subproductos animales	425
7.7.11.2	Uso de una fuente rica en carbono para evitar olores amoniacales picantes	426
7.7.11.3	Evitar actividades polvorrientas en días ventosos	426
7.7.12	Actividades integradas en el mismo emplazamiento.....	426
7.7.12.1	Combinación de gasificación de HCH con oxidación térmica en un emplazamiento de aprovechamiento	426
8	REFERENCIAS.....	427
9	GLOSARIO.....	437
10	ANEXOS.....	445
10.1	Protocolo de supervisión. Métodos y frecuencia de análisis de partículas y ceniza (para análisis de contenido de carbono, nitrógeno y aminoácidos)	445

Índice de figuras

Figura 2.1: Relaciones entre mataderos y actividades posteriores (resumen).....	31
Figura 2.2: Diagrama esquemático de un sistema de refrigeración simple.....	41
Figura 2.3: El sistema de fundición de grasa por lotes en condiciones húmedas con autoclave.....	51
Figura 2.4: El método convencional de aprovechamiento/fundición de grasa por lotes en seco.....	52
Figura 2.5: El sistema de fundición de grasa continua en condiciones húmedas y a baja temperatura.....	53
Figura 2.6: Diagrama de flujo para el aprovechamiento de plumas y pelo.....	61
Figura 2.7: Flujo de material en la producción de harina y aceite de pescado.....	62
Figura 2.8: Diagrama esquemático del proceso de producción en una gran factoría danesa de harina de pescado.....	64
Figura 2.9: Diagrama de flujo para procesado de huesos.....	65
Figura 2.10: Proceso de fabricación de plasma secado por pulverización.....	67
Figura 2.11: El proceso principal de elaboración de gelatina (véase también de la Figura 2.13 a la Figura 2.20).....	69
Figura 2.12: Diagrama de flujo de la desmineralización de huesos para producir oseína para la elaboración de la gelatina.....	72
Figura 2.13: Proceso de elaboración de gelatina de hueso encalado.....	78
Figura 2.14: Proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido.....	79
Figura 2.15: Proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido con pretratamiento con álcali.....	80
Figura 2.16: proceso de elaboración de gelatina por calor y presión.....	81
Figura 2.17: Proceso de elaboración de gelatina de cuero encalado.....	82
Figura 2.18: Proceso de elaboración de gelatina de cuero ácido.....	83
Figura 2.19: Proceso de elaboración de gelatina de cuero con hidróxido de sodio.....	84
Figura 2.20: Proceso de elaboración de gelatina de piel de cerdos.....	85
Figura 2.21: Diagrama de flujo que muestra el proceso de compostaje en pilas.....	98
Figura 2.22: Diagrama que ilustra el proceso de compostaje en contenedores.....	99
Figura 2.23: Flujo de aguas residuales a través de un matadero de cerdos.....	101
Figura 2.24: Diagrama de bloques de una planta de tratamiento mecánico preliminar de aguas residuales preliminar mecánica / físico-química.....	107
Figura 3.1: Reparto típico de agua por área en un matadero porcino del RU.....	114
Figura 3.2: Datos de consumo de agua en un matadero porcino típico de Italia.....	115
Figura 3.3: Valores de consumo y emisión para una planta de aprovechamiento de ejemplo.....	138
Figura 3.4: Datos de consumo y emisión para aprovechamiento con generación de energía <i>in situ</i>	157
Figura 4.1: Sistema de hielo binario con una planta de refrigeración convencional.....	191
Figura 4.2: Filtro curvo.....	222
Figura 4.3: Filtro estático de cuñas.....	223
Figure 4.4: Prensa de tornillo inclinado.....	224
Figura 4.5: Filtro cilíndrico.....	225
Figura 4.6: Ejemplo de filtro de tambor rotatorio.....	226
Figura 4.7: Componentes principales de una planta de flotación por aire disuelto.....	231
Figura 4.8: Esquema de un túnel de escaldado por condensación.....	267
Figura 4.9: Recirculación de agua para el depilado de cerdos.....	271
Figura 4.10: El sistema Grinsted con reutilización del agua de refrigeración de un horno de chamuscado.....	273
Figura 4.11: Recuperación de calor de los gases de chamuscado.....	274
Figura 4.12: Diagrama de un filtro de goteo de lecho móvil diseñado para tratar agua residual y emisiones de aire.....	310
Figura 4.13: Esquema del proceso de tratamiento biológico para residuos de mataderos de concentración elevada.....	312
Figura 4.14: Evaporador de efecto múltiple.....	318
Figura 4.15: Evaporador de efecto simple.....	323
Figura 4.16: Diagrama de flujo del tratamiento biológico del agua residual mediante sobrepresión junto con ultrafiltración.....	334
Figura 4.17: Representación esquemática de un evaporador autocirculante de 4 etapas.....	338
Figura 4.18: Representación esquemática de un evaporador de calor en exceso de capas delgadas.....	339
Figura 4.19: Instalación de 40 MW para combustión de HCH en lecho fluidificado de doble corriente.....	356
Figura 4.20: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento, con incineración de la HCH en el emplazamiento.....	384
Figura 5.1: Estructura de presentación de las conclusiones de MTD para mataderos e instalaciones de subproductos animales.....	388
Figura 7.1: Rejilla de sumidero (sección).....	419

Índice de tablas

Tabla 1.1: Ganado bovino, porcino y ovino sacrificado en la UE en 1998.....	1
Tabla 1.2: Número de mataderos (excepto avícolas) en Alemania, con datos de facturación para 1997 – 1999	3
Tabla 1.3: Cifras de mataderos, animales sacrificados y pesos vivos/de canal asociados en Europa	7
Tabla 1.4: Materia prima procesada en la industria alemana de harina de carne (2001).....	12
Tabla 1.5: Producción de harinas y aceites de pescado de la UE en 2001	14
Tabla 2.1: Tratamientos de pieles y cueros realizados en los mataderos	43
Tabla 2.2: Relación entre el sistema de aprovechamiento/fundición de grasa y la calidad de la grasa producida	54
Tabla 2.3: Resumen de los procesos de aprovechamiento permitidos bajo el Reglamento ABP 1774/2002/CE; remítase a la legislación para información detallada sobre lo que se requiere, lo que se permite y lo que se prohíbe	55
Tabla 2.4: Cantidades típicas de producto tras el aprovechamiento de 1.000 kg de diversos subproductos de matadero	57
Tabla 2.5: Sistemas habituales de aprovechamiento y de fundido de grasas	59
Tabla 2.6: Eficiencias relativas de extracción de grasas al final del proceso de aprovechamiento en seco por lotes	60
Tabla 2.7: Temporización típica de un proceso de encalado.....	73
Tabla 2.8: Composición en grasas, humedad y cenizas de la harina de huesos y carne.....	91
Tabla 2.9: Composición de harina de huesos y carne.....	91
Tabla 2.10: Composición óptima de la HCH (% en residuo seco) para la gasificación y oxidación térmica.	92
Tabla 2.11: Composición química habitual del gas sintético producido por gasificación de HCH.....	93
Tabla 2.12: Información sobre la composición de biogás procedente de la biodegradación de subproductos animales sin especificar.....	95
Tabla 2.13: Resumen de las tecnologías para el tratamiento de las emisiones de aguas residuales de matadero.....	102
Tabla 3.1: Datos de consumo y emisión para matanza de bovinos	110
Tabla 3.2: Datos de consumo y emisión para matanza de porcinos	111
Tabla 3.3: Datos de consumo y emisión para matanza de ovinos	112
Tabla 3.4: Datos de consumo y emisión para matanza de aves de corral.....	113
Tabla 3.5: Intervalo de emisiones de aire procedentes de 3 mataderos finlandeses	114
Tabla 3.6: Distribución estimada del consumo de agua en algunos grandes mataderos porcinos daneses.....	115
Tabla 3.7: Distribución estimada de contaminación de las aguas residuales en un matadero bovino danés.....	116
Tabla 3.8: Distribución estimada del consumo de agua en un matadero de ovinos noruego	116
Tabla 3.9: Distribución estimada del consumo de agua en algunos mataderos avícolas daneses	117
Tabla 3.10: Distribución del consumo de agua comunicado para un matadero finlandés.....	117
Tabla 3.11: Fuentes de consumo energético en un gran matadero de porcinos danés.....	119
Tabla 3.12: Fuentes de consumo energético en un matadero de bovinos danés.....	119
Tabla 3.13: Distribución del consumo eléctrico en un matadero de bovinos danés	119
Tabla 3.14: Distribución del consumo de energía térmica en un matadero de bovinos danés	119
Tabla 3.15: Distribución estimada de los requisitos de temperatura de agua en mataderos avícolas daneses.....	120
Tabla 3.16: Distribución del consumo energético en mataderos avícolas en los países escandinavos.....	120
Tabla 3.17: Emisiones calculadas/estimadas de cobre y cinc en mataderos daneses	122
Tabla 3.18: Cantidades de aguas residuales y cargas contaminantes específicas con o sin desfogado de intestinos	125
Tabla 3.19: Resumen de los requisitos de agua para la refrigeración por inmersión de aves.....	127
Tabla 3.20: Reducción en el consumo de agua y detergentes conseguida sin pérdida de limpieza [134, Países nórdicos, 2001].....	128
Tabla 3.21: Cantidades de detergentes usadas en mataderos porcinos daneses	129
Tabla 3.22: Valores habituales de vertido procedentes de EDAR de mataderos.....	131
Tabla 3.23: Intervalos de emisiones a la atmósfera de dos plantas de aprovechamiento finlandesas	132
Tabla 3.24: Datos para agua residual sin tratar en una planta de aprovechamiento - diferencias estacionales.....	133
Tabla 3.25: Consumo de energía en un proceso de aprovechamiento en seco	133
Tabla 3.26: Consumo de energía para una planta que usa el proceso de aprovechamiento "Atlas".....	134
Tabla 3.27: Datos de consumo de energía de plantas de aprovechamiento finlandesas.....	134

Tabla 3.28: Comparación de dos tipos de sistemas de aprovechamiento	135
Tabla 3.29: Resumen de datos de energía de plantas de aprovechamiento.....	135
Tabla 3.30: Datos medios de consumo y emisión por tonelada de materia prima tratada - cuatro plantas de aprovechamiento que procesan 515.000 t/a.....	137
Tabla 3.31: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento en seco - materia prima orgánica sin especificar.....	139
Tabla 3.32: Datos de emisión y consumo para el aprovechamiento de la sangre	140
Tabla 3.33: Datos de EDAR de 6 plantas de aprovechamiento, con eliminación de nitrógeno	141
Tabla 3.34: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento de plumas y cerdas	142
Tabla 3.35: Datos de consumo y emisión comunicados de plantas de producción de harina y aceite de pescado	144
Tabla 3.36: Emisiones por tonelada de materia prima procesada en una factoría de harina de pescado danesa.....	145
Tabla 3.37: Datos de consumo y emisión comunicados para plantas de procesado de sangre	146
Tabla 3.38: Datos de consumo y emisión para el procesado de huesos.....	147
Tabla 3.39: Límites de emisión de aguas residuales para factorías de gelatina individuales.....	149
Tabla 3.40: Niveles de emisión alcanzados en la incineración de cadáveres antes de la Directiva del Consejo 2000/76/CE	150
Tabla 3.41: Emisiones directas a la atmósfera de un incinerador de cadáveres animales (sin recuperación de energía)	150
Tabla 3.42: Datos de emisiones en bruto para la incineración de HCH en un incinerador de LFB.....	151
Tabla 3.43: Datos de emisión y consumo para una instalación que incinera 50.000 t/año de HCH.....	152
Tabla 3.44: Emisiones directas a la atmósfera de incineración de HCH (sin recuperación de energía) ...	152
Tabla 3.45: Residuos totales de aminoácidos comunicados en cenizas volantes procedentes de incineradores de HCH con LFB	153
Tabla 3.46: Datos de emisión de la cremación de grasa animal en una caldera de aceite pesado	153
Tabla 3.47: Análisis de la grasa animal	154
Tabla 4.1: Formato de la información sobre las técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las MTD	159
Tabla 4.2: Pérdidas de agua de grifos con fugas, mangueras en funcionamiento y retretes	174
Tabla 4.3: Matriz de gestión energética.....	182
Tabla 4.4: Resumen de costes y ahorros asociados con las mejoras ambientales.....	185
Tabla 4.5: Resumen de las principales características de ahorro energético en un almacén frío modificado.....	189
Tabla 4.6: Comparación entre los volúmenes de hielo binario y de salmuera requeridos para alcanzar un descenso de temperatura de 3 °C	192
Tabla 4.7: Ahorro anual en energía y coste por manguera al bajar la temperatura desde 71 °C.....	195
Tabla 4.8: Requisitos de almacenaje para subproductos animales en la región flamenca de Bélgica	199
Tabla 4.9: Valores de referencia para el tamaño y la capacidad de biofiltros.....	207
Tabla 4.10: Reducciones de emisión alcanzadas con la utilización de biofiltros inespecíficos en una planta de aprovechamiento alemana	207
Tabla 4.11: Datos de rendimiento para un biofiltro de compost de gusanos en una planta de procesado de harina de pescado y aceite de pescado.....	208
Tabla 4.12: Rendimiento de purificación de una planta de flotación durante la producción y la limpieza.....	230
Tabla 4.13: Rendimiento de purificación de una planta de flotación que utiliza agentes precipitantes y floculantes	230
Tabla 4.14: Datos influente/efluente, para tratamiento preliminar mecánico/físicoquímico de las aguas residuales tras el aprovechamiento.....	230
Tabla 4.15: Costes y requisitos de mantenimiento para tratamiento FAD (750 m ³ /d de efluente)	231
Tabla 4.16: Datos de efluentes e influentes de una planta de pretratamiento anaeróbico de aguas residuales.....	236
Tabla 4.17: Datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico de una planta de aprovechamiento	238
Tabla 4.18: Valores conseguidos de influente y efluente durante el período 1992 – 1996.....	238
Tabla 4.19: Datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico en un matadero	239
Tabla 4.20: Datos de una planta de tratamiento de aguas residuales en un matadero de Alemania.....	239
Tabla 4.21: Datos operativos para el esquinado automatizado de pechos de ganado porcino	242
Tabla 4.22: Datos operativos para el esquinado automatizado de canales de cerdos.....	242
Tabla 4.23: Datos operativos para la evisceración automatizada de cerdos – línea de matanza ya existente.....	242
Tabla 4.24: Datos operativos para la evisceración automatizada de cerdos – línea de matanza nueva	242

Tabla 4.25: Datos operativos para la evisceración	242
Tabla 4.26: Datos operativos para corte de limpieza superficial automatizado de cerdos	243
Tabla 4.27: Efectos esperados de la instalación de descontaminación con agua caliente pulverizada.....	243
Tabla 4.28: Datos operativos para la relajación del recto en cerdos	243
Tabla 4.29: Emisiones reducidas asociadas al enfriamiento de la sangre antes del aprovechamiento	248
Tabla 4.30: Comparación de los datos de consumo de diferentes métodos de escaldado (información de los productores).....	268
Tabla 4.31: Comparación de datos reales de consumo de “escaldado por pulverización y circulación de agua” y “escaldado por vapor/condensación”	268
Tabla 4.32: Comparación de datos de consumo de agua para diferentes métodos de escaldado	269
Tabla 4.33: Datos de consumo para sobreenfriamiento y enfriamiento por nebulización.....	278
Tabla 4.34: Reducción en la contaminación del agua residual debida a la eliminación de las cuchillas de la lavadora.....	281
Tabla 4.35: Ahorro económico anual asociado a la eliminación de las cuchillas de la lavadora	281
Tabla 4.36: Especificaciones de aspiradores ciclónicos.....	303
Tabla 4.37: Datos operativos para un SBR en una planta piloto de un matadero avícola	308
Tabla 4.38: Datos operativos de un SBR a 40 m ³ /d en un matadero avícola	308
Tabla 4.39: Datos operativos de un SBR a 100 m ³ /d en un matadero avícola	308
Tabla 4.40: Datos operativos de un SBR a 470 m ³ /d en un matadero avícola	308
Tabla 4.41: Precios de venta comunicados para algunas plantas de tratamiento con SBR en 6 mataderos.....	309
Tabla 4.42: Análisis del tratamiento biotecnológico de residuos de mataderos	314
Tabla 4.43: Datos de una planta de extracción de volátiles para amonio (valores medios - muestras mezcladas diarias).....	324
Tabla 4.44: Datos de rendimiento comunicados para una instalación de goteo biológico	325
Tabla 4.45: Datos operativos para un caso de estudio en una planta de aprovechamiento con sistema de oxidación térmica.....	328
Tabla 4.46: Elementos de coste para la sustitución de una caldera existente por un sistema de oxidación térmica	329
Tabla 4.47: Datos económicos, de consumo y emisión de un sistema de oxidación térmica para combustión de vapor, gases no condensables y aire ambiental	330
Tabla 4.48: producción de efluente durante el año fiscal 2001	335
Tabla 4.49: Concentraciones medias de efluente	336
Tabla 4.50: Cargas contaminantes en el agua residual de una factoría de harina y aceite de pescado, antes de la sustitución del agua de mar por condensado en el lavador de aire.....	342
Tabla 4.51: Reducciones en las emisiones al mar de una factoría de harina y aceite de pescado, debidas a la sustitución del agua de mar por condensado en el lavador de aire.....	342
Tabla 4.52: Niveles de emisión asociados con la incineración especializada de HCH en un incinerador de lecho fluidificado de burbujas (LFB).....	359
Tabla 4.53: Análisis de aminoácidos en cenizas volantes procedentes de incineración LFB de HCH	360
Tabla 4.54: Análisis de aminoácidos en cenizas del lecho procedentes de incineración LFB de HCH ...	360
Tabla 4.55: Emisiones de la incineración de 100% de harina animal en un lecho fluidificado circulante.....	362
Tabla 4.56: Análisis de cenizas procedentes de un incinerador de horno rotatorio dedicado a la incineración de MER que contiene cabezas de bovinos y columnas vertebrales.....	363
Tabla 4.57: Datos energéticos, térmicos y económicos para unidades de biogás/cogeneración que utilizan (o prevén utilizar) estiércol y residuos con grasas en granjas danesas.....	374
Tabla 5.1: Niveles de emisión asociados a MTD para minimizar las emisiones de aguas residuales de los mataderos e instalaciones de subproductos animales	393
Tabla 5.2: Niveles de emisión asociados con la incineración especializada de subproductos animales en un incinerador de lecho fluidificado de burbujas, de lecho fluidificado circulante o en incineradores de horno rotatorio	398

ALCANCE

La Directiva IPPC

Este documento recoge el intercambio de información sobre las actividades que se especifican en el anexo I, párrafos 6.4.(a) y 6.5. de la Directiva, es decir,

6.4.(a) Mataderos con una capacidad de producción en canal superior a 50 toneladas por día.

y

6.5. Instalaciones para el vertido o reciclaje de los cadáveres y residuos animales con una capacidad de tratamiento superior a 10 toneladas por día.

Algunos procesos están incluidos en este documento porque son actividades asociadas a 6.4.(a), aunque a primera vista corresponderían más bien a actividades 6.5, pero quedan por debajo de su umbral.

Mataderos

El documento cubre la matanza de todos los animales que puedan contribuir a la producción global de una instalación IPPC, incluso aunque sea poco probable que una instalación, para un animal determinado, cumpla los requisitos de umbral del anexo 1 de la Directiva.

Se considera que la actividad de “matanza” termina con el despiece para los animales grandes y con la producción de una canal limpia, completa y vendible para las aves. Se incluyen las actividades directamente asociadas con el proceso de matanza. El grado de despiece de los grandes animales en el matadero está limitado por la legislación [169, CE, 1991].

Eliminación y reciclaje de los cadáveres y los residuos de animales

En los últimos años se ha producido un cambio en la terminología utilizada para describir los productos procedentes de los mataderos. El término “subproducto” se utiliza cada vez más y se utiliza ampliamente en este documento. El término “residuo” sólo se utiliza para referirse a actividades de vertido.

Las actividades de subproductos animales consideradas son los tratamientos para cuerpos enteros de animales o partes de ellos, así como los tratamientos para productos de origen animal. Estas actividades incluyen tratamientos de subproductos animales destinados al consumo humano o no.

Algunos de los procesos considerados son actividades 6.5 y “actividades directamente asociadas” 6.4.(a). Se incluyen algunas actividades 6.5 porque las capacidades combinadas de más de una actividad, en algunos casos llevan una instalación hasta el umbral IPPC. Esto puede variar en una instalación determinada, ya que la proporción de “cadáveres animales y residuos animales” utilizados en las diversas cadenas de procesado puede cambiar y depende de las fuerzas de mercado.

El BREF cubre una amplia gama de actividades de subproductos, entre la cuales: fundición de la grasa, aprovechamiento, producción de harina y aceite de pescado, procesado de huesos y procesado de la sangre asociado a los mataderos, hasta el punto en que la sangre se convierte en material para la preparación de otro producto. La incineración especializada de cadáveres, de sus partes y harina de carne y huesos y la cremación del sebo, están tratadas principalmente como vías de eliminación. También se tratan el esparcido y la inyección de residuos, la producción de biogás, el compostaje y la preservación del cuero y las pieles para ser utilizado en curtido, en mataderos y en producción de gelatina. El vertido no se trata, excepto cuando se considere como una vía de eliminación.

Otro BREF de la serie, “Alimento, bebida y leche” [328, CE, 2003] cubre la producción de productos alimenticios posteriores a los considerados en este documento. Las actividades relevantes cubiertas por ese BREF se detallan en el anexo I, párrafos 6.4.(b) de la Directiva IPPC, es decir,

6.4.(b) Tratamiento y procesamiento para la producción de productos alimenticios a partir de: materias primas animales (excepto la leche) con una capacidad de producción de producto acabado superior a 75 toneladas por día.

Las actividades realizadas tras el despiece (excepto el enfriamiento en los mataderos) pueden estar cubiertas en el BREF “Alimento, bebida y leche”.

En el caso en que los subproductos animales se eliminen o reciclen en otra industria, las MTD de estas actividades quedan bajo el ámbito del BREF correspondiente a esa industria.

El cuero y las pieles que son subproducto del proceso de matanza pueden destinarse a su procesamiento en la industria del curtido. En este caso el lector debería remitirse al BREF “Curtido de pieles y cueros” [273, CE, 2001].

1 INFORMACIÓN GENERAL

1.1 La industria de mataderos en la Unión Europea

La industria de mataderos en la Unión Europea es muy diversa, con varias características nacionales específicas. Sin embargo, parece haber una tendencia hacia un menor número de mataderos con producciones medias superiores. Todos los Estados miembros (EM) deben cumplir con las normas higiénicas y estructurales comunes [99, CE, 1964, 169, CE, 1991] y es una creencia generalizada que esta es la razón de la progresiva concentración del proceso de matanza en un número menor de instalaciones mayores [57, DoE, 1993; 127, MLC Economics, 1999].

La Tabla 1.1 muestra el número de ganado bovino, porcino y ovino (caprino incluido) sacrificados por especie, para todos los EM en 1998. Para permitir comparaciones, la Comisión de carne y ganado del Reino Unido (MLC, *Meat and Livestock Commission*) ha calculado la matanza total en base a unidades ganaderas de Gran Bretaña. La unidad ganadera de Gran Bretaña se define como:

1 unidad ganadera GB = 1 bovino o 3 terneros o 5 ovinos o 2 porcinos

(Esta definición es diferente de la establecida en la Directiva del Consejo 91/497/CE, que se refiere a las unidades ganaderas de la manera siguiente: bovinos y solípedos = 1,0 unidades ganaderas; porcinos = 0,33 unidades ganaderas y ovinos = 0,15 unidades ganaderas [169, CE, 1991]. Hay que remarcar que esta definición se utiliza, aunque los pesos de matanza medios de algunas especies varían considerablemente entre EM, a veces en un factor que llega a 100%).

	Bovino adulto	Terneros	Ovino ⁽¹⁾	Porcino	Total en unidades ganaderas GB	% de cambio 1998/87 ⁽²⁾
	' 000	' 000	' 000	' 000	' 000	
Bélgica	612	311	203	11.531	6.523	+ 22
Luxemburgo	21	3	-	129	87	- 5
Dinamarca	615	50	66	20.960	11.125	+ 24
Alemania	4.126	485	2.151	41.352	25.394	-
Grecia	225	82	11.993	2.241	3.772	- 4
España	2.331	133	21.963	33.428	23.482	+ 64
Francia	3.858	1.984	8.639	26.567	19.531	+ 9
Irlanda	1.899	7	4.067	3.339	4.384	+ 40
Italia	3.317	1.099	7.806	12.571	11.530	+ 3
Países Bajos	1.039	1.373	650	19.277	11.266	+ 1
Austria	550	135	366	5.359	3.348	s.c.
Portugal	264	118	1.271	4.954	3.034	+ 52
Finlandia	372	14	61	2195	1.487	s.c.
Suecia	480	46	159	3.962	2.508	s.c.
Reino Unido	2.297	32	18.698	16.286	14.191	- 6
UE-15	22.005	5.872	78.092	204.151	141.656	+ 12
⁽¹⁾ Incluye caprino						
⁽²⁾ Comparación en base a unidades ganaderas GB (1 bovino o 3 terneros o 5 ovinos o 2 porcinos)						
s.c. Sin comparación						

Tabla 1.1: Ganado bovino, porcino y ovino sacrificado en la UE en 1998
[127, MLC Economics, 1999]

La Tabla 1.1 muestra que Alemania representa la mayor cuota de sacrificio en la UE, con un 18% del total, seguida por España, con el 17% y Francia con el 14%.

Entre 1987 y 1998 las cifras de animales sacrificados en la UE, basadas en unidades ganaderas GB, aumentaron en un 12%. La mayor parte del aumento se produjo en el sector porcino y, en

menor medida, en el ovino. Globalmente el sacrificio de bovino adulto y terneros disminuyó. España y Portugal fueron los países responsables de buena parte de este aumento. Ambos países eran nuevos miembros de la UE en 1987 y desde entonces sus industrias ganaderas han tenido una rápida expansión. España ha aumentado en todos los sectores de la industria. En Portugal el aumento ha sido mayor para el porcino, mientras que el bovino disminuyó en ese mismo período.

Aunque Alemania sacrificó más animales que los otros países de la UE, sus cifras de 1988 permanecieron prácticamente iguales que las de 1987. Los Países Bajos tampoco alteraron mucho sus cifras; recientemente han sacrificado menos cerdos, siguiendo la introducción de medidas ambientales para reducir la cabaña porcina y con problemas derivados de brotes de peste porcina. La disminución en las cifras de animales sacrificados en el Reino Unido se debió básicamente a la EEB.

En 1999 los mayores grupos de mataderos en la UE eran 4 empresas de Francia y Alemania, que conjuntamente representaban el 11% de la matanza en la UE. La matanza de porcino aún estaba más concentrada, dominada por dos grandes grupos en Dinamarca, que representaban el 8% del total UE; desde entonces estos dos grupos se han fusionado. Francia dominaba el sacrificio de aves y sus dos mayores grupos representaban el 14% de la UE.

Algunos mataderos disponen de actividades de procesado de subproductos animales en el propio emplazamiento. El Reglamento ABP 1774/2002/CE establece normas para evitar la contaminación cruzada. Esto se consigue gracias a diversos requisitos sobre separación, higiene y mantenimiento de registros.

Bélgica

El sacrificio de porcinos domina la industria belga y representa casi todo el aumento de sacrificios del período 1987 – 1988. Sin embargo, la industria está fragmentada y su rentabilidad es baja.

Ninguna empresa sacrifica más de un millón de cerdos por año. Varias de las mayores empresas de procesado de carne del país pertenecen a grupos internacionales.

De los mataderos belgas acreditados por la UE, 21 son para matanza de ganado porcino exclusivamente, 2 para ganado bovino adulto y/o terneros y 42 son mataderos avícolas. Además, hay 41 mataderos acreditados por la UE que sacrifican cerdos y otros animales, 46 que sacrifican otros animales además de bovinos/terneros y 80 mataderos avícolas con una capacidad inferior a 150.000 aves anuales.

En Flandes los mataderos acostumbran a ser PYME con menos de 50 empleados. La demanda de cerdo y ternera ha caído en los últimos años, pero las exportaciones han aumentado, principalmente a otros países de la UE [346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003].

Dinamarca

La mayoría de mataderos de porcino y bovino de Dinamarca son cooperativas y el sacrificio de porcino es el predominante. La industria está muy concentrada, debido a una serie de fusiones y compras de empresas durante la década de 1980. La mayor empresa de matanza activa en Dinamarca en 1997 tenía 12 unidades de matanza, que representaban aproximadamente la mitad de la carga nacional. En ese momento era el mayor grupo matador de porcino de la UE y el segundo o tercero del mundo. Posteriormente se ha fusionado con la segunda mayor empresa, que también se hallaba entre las diez mayores del mundo.

La empresa resultante opera 5 mataderos de bovino y sacrifica más del 60% del bovino danés. Un matadero de bovino también sacrifica unos 20.000 corderos al año, en una línea separada. Los corderos y ovejas restantes se sacrifican en un gran número de plantas. Anteriormente una de estas empresas representaba el 38% del sacrificio de bovino en Dinamarca y era la octava de la UE en tamaño; operaba en Dinamarca y en el Reino Unido. Su cuota de mercado aún es mayor actualmente.

En general, los mataderos avícolas daneses son privados. Dos empresas sacrifican cada una el 40% de la producción nacional, unos 25 millones de pollos por año, y otras seis sacrifican entre 9 y 13 millones cada una.

Alemania

Alemania es el mayor sacrificador de la UE de ganado bovino y porcino. En 1987 se estimaba que había 350 mataderos sólo en Alemania Occidental. En 1995 había 268 mataderos aprobados por la UE. En 1997 había 200 mataderos con más de 20 trabajadores. Varios miles más operaban bajo el *Kleinbetrieb Regelung*, es decir, un nivel de matanza de hasta 20 unidades ganaderas GB por semana.

La posición líder de Alemania en la UE queda reflejada por el hecho de que 3 de sus empresas están en las primeras posiciones por lo que respecta a matanza de bovinos, ocupando la tercera, cuarta y décima posiciones en la lista de matanza de bovinos en la UE. La empresa situada en décima posición en matanza de bovinos también es la tercera de la UE por lo que respecta a porcinos. Alemania también posee la octava mayor empresa de matanza de ganado porcino de la UE. Tres de las mayores empresas son cooperativas de productores.

En la Tabla 1.2 se presenta una sinopsis de la posición económica de los mataderos en Alemania.

	Matanza y procesado de carne (excepto aves)		
	1997	1998	1999
Número de empresas	200	219	228
Personal por empresa	83	75	76
Personal total	16.668	16.459	17.430
Facturación (millones de marcos, sin IVA)	14.122,9	12.532,1	12.693,4
Facturación por empresa (millones de marcos)	70,4	57,2	55,7
Proporción para exportación (%)	8,8	10,6	11,0

Tabla 1.2: Número de mataderos (excepto avícolas) en Alemania, con datos de facturación para 1997 – 1999
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

España

La cantidad de bovino, ovino y, especialmente, porcino sacrificada en España ha aumentado en los diez años hasta 1999, siguiendo la entrada de España en la UE. Una de las mayores empresas de matanza controla aproximadamente el 12% del mercado español.

Francia

En los diez años entre 1987 y 1997, la matanza de bovinos adultos, terneros y ovinos ha disminuido en Francia, pero las cifras para el porcino aumentaron. El número de mataderos disminuyó de 602 en 1986 a 344 en 1997, pero la producción media aumentó. Una de las características principales de la industria francesa es la importancia continuada de los mataderos públicos, aunque prácticamente todo el declive en las cifras se ha producido en el sector público y su producción media es inferior a la del sector privado. Sin embargo, aún representan más de la mitad de las cifras de todos los mataderos.

En 1997 había 187 mataderos públicos y 157 privados en Francia. Los mataderos públicos dominan en el grupo de instalaciones pequeñas, mientras que el sector privado está más presente entre las instalaciones mayores.

Se ha reducido el número de mataderos para todas las especies, lo que implica que la producción media ha aumentado en todos los casos. Sin embargo, el aumento en el número de cerdos sacrificados significa que la matanza porcina se ha concentrado especialmente.

Por lo que respecta a matanza de bovinos, Francia posee los dos mayores grupos de la UE, que conjuntamente representan aproximadamente la mitad de la producción francesa.

Irlanda

En Irlanda la matanza de todas las especies aumentó entre 1987 y 1997. Este aumento fue llevado a cabo por un número relativamente pequeño de empresas, muchas de las cuales también poseen negocios importantes en el Reino Unido. El mayor operador en la matanza de bovino representa un 22% (estimado) de la producción irlandesa total y es también un operador importante en el Reino Unido.

Hay una pequeña cantidad de empresas importantes que trabajan en la matanza de bovinos, un sector sobredimensionado. En esto ha influido la disminución en las cifras de bovinos y la eliminación gradual de la intervención como mercado principal. En 1998, Forbairt, una agencia de desarrollo del gobierno irlandés, patrocinó un programa de racionalización. Básicamente se trataba de un esquema de compra gerencial con patrocinio industrial. En 1999 no había provocado ninguna reestructuración importante, a causa de una falta de interés por parte de la industria por lo que respecta a la compensación ofrecida a cambio de reducir la capacidad de matanza.

En particular, una empresa tiene un gran interés en la industria porcina irlandesa, de la que controla aproximadamente el 42% de la matanza.

Italia

En los últimos veinte años en Italia ha habido una reducción gradual de mataderos de carne roja [161, Italia, 2001]. La industria de mataderos está muy fragmentada, especialmente para el ganado porcino. En la matanza de bovinos, cinco grupos representan aproximadamente el 39% del total nacional. Las cinco empresas líderes en la matanza de porcino sólo representan el 16% del total nacional; ninguna de ellas sacrifica más de 500.000 cerdos por año.

Todos los mataderos italianos de porcino por encima del umbral IPPC sacrifican cerdos para los típicos productos curados italianos, como el jamón y el salami. Sólo se sacrifican los cerdos con un peso vivo medio superior a 160 kg y un peso de canal mínimo de unos 130 kg. La principal diferencia entre los mataderos porcinos italianos y otros, es que todas las canales se dividen en porciones de un máximo de 15 kg antes del enfriamiento o la refrigeración [331, Italia, 2003].

Países Bajos

En 1987 los Países Bajos presentaban el tercer valor más alto de sacrificio de cerdos en la UE, tras Alemania y Francia. A principios de la década de 1990 se introdujeron medidas para reducir el número de cerdos mantenidos, a causa de preocupaciones ambientales, pero luego, en 1997, una epidemia de peste porcina causó la destrucción de millones de animales. Por lo tanto, la matanza de cerdos se ha reducido significativamente, lo que a su vez ha provocado una reducción en el número de empresas de matanza de cerdos. En 1987, el número de mataderos que sacrificaban más de 25.000 cerdos al año era de 55; en 1997 había caído a 27, la mitad. Desde entonces aún ha disminuido más a causa de que la capacidad de matanza se ha concentrado en menos plantas mayores [240, Países Bajos, 2002].

En 1995 los problemas de sobredimensionamiento en la matanza de bovino y porcino llevaron a un esfuerzo para racionalizar la industria disminuyendo la capacidad de las plantas. Se estima que en 1997 se había reducido la capacidad de la industria neerlandesa de mataderos/procesado en un 15%. Al mismo tiempo se fusionaron dos cooperativas de la industria cárnica para formar una nueva empresa ganadera para la matanza, el comercio y el procesado de la carne; produce 650.000 toneladas de carne porcina al año a partir de 6 – 7 millones de cerdos, lo que equivale al 40% de la matanza neerlandesa total y 35.000 toneladas de bovino.

Se prevé que la producción de porcino, aves y bovino puede caer aún más durante los próximos años a causa de un programa del ministerio de agricultura neerlandés para abordar la contaminación por fosfatos en la industria agraria [170, ENDS Daily, 2001].

Austria

El mayor grupo austriaco de mataderos sacrifica 500.000 cerdos y 85.000 cabezas de bovino por año. Tres empresas procesan casi el 20% de todos los productos cárnicos austriacos.

130 de los 4.900 mataderos de bovinos, porcinos y pequeños rumiantes están acreditados por la UE. Los mataderos no aprobados por la UE funcionan bajo el *Kleinbetrieb Regelung*, es decir, sacrifican hasta 20 unidades ganaderas GB por semana. [348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003].

Reino Unido

En Gran Bretaña, entre los años 1987/1988 y 1998/1999 el número de mataderos disminuyó de 919 a 416. Durante el mismo periodo la cuota de mercado de los mataderos que sacrifican más de 50.000 unidades ganaderas GB por año aumentó del 59% al 78% y la de los que sacrifican más de 100.000 aumentó del 30% al 56%. La concentración se ha ido generalizando, especialmente en la matanza de porcino, pero también, a menor nivel, en la matanza de ovino y aún menos en la de bovino.

Los fondos europeos para mataderos de carne roja a finales de los años 1970 y principios de 1980 contribuyeron al sobredimensionamiento de los mataderos. Los pequeños márgenes de beneficio llevaron a ventas baratas, lo que provocó adquisiciones y fusiones, muchas con inversiones irlandesas. La capacidad se ha reducido hasta cierto nivel, como consecuencia de los nuevos requisitos de temperatura para la carne fresca, que exigen espacios de refrigeración llenos y una mayor inspección regulatoria, lo que ha disminuido la velocidad de las líneas de matanza.

Las agrupaciones de mataderos de tamaño mediano han sido sustituidas por grupos que controlan grandes mataderos, estrechamente controlados por los clientes principales: los supermercados. Muchas de las plantas más importantes también han invertido en procesos integrados de matanza, despiece, deshuesado y, en algunos casos, en plantas de procesamiento adicionales.

Finlandia

La mayoría de grandes mataderos de Finlandia son de propiedad privada, aunque el 77% de matanza de porcino y el 65% de matanza de bovino se lleva a cabo en cooperativas. En Finlandia la matanza de ovino está limitada y siempre se realiza en las mismas líneas de matanza que el bovino [134, Países nórdicos, 2001].

Hay 10 mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 toneladas por día, que conjuntamente representan un 83% del total finlandés. También existe una cierta cantidad de mataderos más pequeños. Los procesos y el tipo de animales sacrificados varían considerablemente. Los animales principales son cerdos, bovinos, pollos y pavos [148, Finnish Environment Institute y Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Suecia

Un grupo cooperativo sueco domina las industrias de mataderos de bovino y porcino y representa el 76% de la producción nacional de bovino y el 79% de la de porcino. Es el noveno mayor grupo de la UE en matanza de bovino y el séptimo en matanza de porcino. Hay una ligera tendencia hacia mataderos privados y un abandono de las cooperativas [134, Países nórdicos, 2001].

En general, los mataderos avícolas suecos son privados. Su producción total es de 65 millones de pollos al año, el 99% de los cuales se sacrifican en empresas que pertenecen a una misma organización [134, Países nórdicos, 2001].

Noruega

En Noruega hay una baja densidad animal, de manera que la mayoría de mataderos son pequeños en comparación con los de otros países. El mercado de suministro está dividido entre una empresa propiedad de un productor y varias empresas de mataderos privadas. La empresa propiedad de un productor posee varias empresas de matanza filiales que, conjuntamente, sacrifican aproximadamente el 75% del total. La baja densidad animal también significa que muy pocos de los aproximadamente 55 mataderos sólo sacrifican una especie [134, Países nórdicos, 2001].

En la Tabla 1.3 se presentan el número de mataderos, el número de animales sacrificados, el peso vivo medio y el peso medio de canal para los EM y para algunos países en fase de preadhesión.

País	Especie	N.º de mataderos	N.º de animales sacrificados por año	Peso vivo medio (kg)	Peso medio de canal (kg)
Bélgica [127, MLC Economics, 1999, 136, Derden A, 2001, 242, Bélgica, 2002, 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]	Bovino	48	923.000	670	410
	Ovino		203.000	42	21
	Porcino	62	11.531.000	120	93
	Aves	42	276.520.055	2,15	1,4
Dinamarca [132, Thy-Christensen, 2001, 134, Países nórdicos, 2001]	Bovino	13	650.000	450	250
	Ovino	1	74.000		33
	Cordero				21
	Porcino	24	21.000.000	100	77
	Pollos	6	136.600.000	1,8	(pollos + menudillos) 1,4
	Pavos	1	1.000.000		9,9
	Patos		1.750.000		
Alemania [127, MLC Economics, 1999, 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]	Bovino		4.611.000		321
	Ovino		2.151.000		20
	Porcino		41.352.000		92
Grecia [127, MLC Economics, 1999]	Bovino		307.000		
	Ovino		11.993.000		
	Porcino		2.241.000		
España [69, AINIA, 2000, 70, AINIA, 2000, 127, MLC Economics, 1999, 271, Casanellas J., 2002]	Bovino	128 (cap. prod. > 50 t)	2.464.000		
	Ovino	incluido en bovino	21.963.000		
	Porcino	incluido en bovino	33.428.000		85
Francia [127, MLC Economics, 1999]	Bovino		5.842.000		
	Ovino		8.639.000		
	Porcino		26.567.000		
Luxemburgo [127, MLC Economics, 1999]	Bovino		24.000		
	Porcino		129.000		
Países Bajos [127, MLC Economics, 1999]	Bovino		2.412.000		
	Ovino		650.000		
	Porcino		19.277.000		
Austria [348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003]	Bovino		598.445	638	339
	Ovino		83.808	49	23
	Porcino		52.74.285	118	95
Portugal [127, MLC Economics, 1999]	Bovino		382.000		
	Ovino		1.271.000		
	Porcino		4.954.000		
Irlanda [127, MLC Economics, 1999, 215, Durkan J., 2001]	Bovino		1.906.000	330	
	Ovino		4.067.000		
	Porcino		3.339.000		
Italia [127, MLC Economics, 1999, 137, Leoni C., 2001, 248, Sorlini G., 2002]	Bovino		4.416.000		270
	Ovino		7.806.000		
	Porcino		12.920.465	143	130

País	Especie	N.º de mataderos	N.º de animales sacrificados por año	Peso vivo medio (kg)	Peso medio de canal (kg)
Finlandia [127, MLC Economics, 1999, 134, Países nórdicos, 2001, 148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]	Bovino	5	103.000	470	260
	ovino y caprino		61.000		16
	Porcino	3	756.000	100	82
	Especies mezcladas (nombradas)	10	Bovino 270.000 Porcino 1.390.000		255
	Pollos	4	43.800.000	1,9	1,4
Suecia [134, Países nórdicos, 2001]	Bovino	15	518.000	530	290
	Ovino	10	187.000		ovejas 25
	Cordero				corderos 19
	Porcino	16	3.900.000	110	84
	Pollos	6	69.300.000	1,8	1,3
	Pavos		200.000	15	
	Patos		57.000		
	Ocas		30.000		
Reino Unido [12, WS Atkins-EA, 2000, 67, WS Atkins Environment/EA, 2000, 127, MLC Economics, 1999]	Bovino	376	2.329.000		(Inglaterra y Gales) 263
	Ovino	incluido en bovino	18.698.000		(Inglaterra y Gales) 18
	Porcino	incluido en bovino	16.282.000		(Inglaterra y Gales) 51
	Especies mezcladas	incluido en bovino			
	Pollos	130	(Inglaterra y Gales) 780.000.000		4
	Pavos	incluido en pollos	(Inglaterra y Gales) 24.000.000		5
Noruega [134, Países nórdicos, 2001]	Bovino	55	353.725		adulto 263 terneros 81
	Ovino	incluido en bovino	1.156.065		18
	Porcino	incluido en bovino	1.324.571		80
	Especies mezcladas	incluido en bovino			
Eslovenia [143, Skodlar M., 2001]	Bovino	5	127.128	484	261
	Ovino				
	Porcino				
	Especies mezcladas	5	500.000	104	82
	Pollos	2	21.000.000	2	1,5
	Pavos	1	90.000		
República Checa					
Hungría					
Malta					
Letonia [312, Grupo de Trabajo letón, 2002]	Bovino		46.248	300	140
	Pequeños rumiantes		953	50	25
	Porcino		211.211	100	60
	Caballos		144		
	Conejos		399		
	Aves		3.101.222	2	1,2
“Bovino” incluye los terneros si no se indican por separado. “Ovino” incluye el caprino si no se indica por separado. “Pollos” incluye las gallinas.					

Tabla 1.3: Cifras de mataderos, animales sacrificados y pesos vivos/de canal asociados en Europa (las fuentes se listan en la columna 1)

Tendencias que pueden influir en los recursos futuros en la industria de mataderos

Las consideraciones siguientes son un resumen de la información presentada por los países nórdicos [134, Países nórdicos, 2001].

Tendencias dominantes

Hay algunas tendencias generales claras, que pueden influir en el consumo futuro de recursos en la industria de mataderos. Estas tendencias son: unidades cada vez mayores, demanda creciente de una mayor seguridad alimentaria, mayor preocupación por el bienestar animal, exigencias crecientes para la calidad alimentaria, necesidad de mejorar el entorno de trabajo y un grado creciente de procesamiento necesario para producir alimentos listos para comer.

Mayores instalaciones

La producción se concentra progresivamente en un número inferior de plantas mayores. Para las plantas individuales se esperaba que las unidades mayores llevaran, en teoría, a un menor consumo por unidad; sin embargo, en la práctica no es así. Un análisis de las plantas de carne y avícolas noruegas y danesas no ha mostrado diferencias significativas entre las plantas grandes y las pequeñas. Se afirma que en las plantas grandes es más fácil y barato (por unidad) resolver problemas ambientales mediante eliminación de olores y limpieza de aguas residuales. Hay algunas excepciones notables a esta tendencia hacia plantas mayores; por ejemplo, en Austria la tendencia ha sido hacia mataderos menores, debido a las estrictas normas de transporte de animales y a la presión de los consumidores [348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003].

Seguridad alimentaria

La incidencia de *Salmonella*, incluyendo la cepa multirresistente DT 104, *Listeria*, VTEC (0157) y otros contaminantes microbiológicos en productos cárnicos, además de la crisis de la EEB, ha creado una fuerte preocupación sobre la seguridad alimentaria. Esto ha llevado a mayores requisitos higiénicos en los mataderos y, como consecuencia, a una mayor intensidad de las operaciones de limpieza y esterilización. A su vez, esto lleva a un mayor consumo de agua y energía. Actualmente se consumen cada vez mayores cantidades de agua a 82 °C para la esterilización de cuchillos y otras herramientas. Actualmente las cabinas de rociado están disponibles para rociar las canales de porcino o bovino con agua caliente y habitualmente utilizan unos 40 litros por canal de cerdo. Un aumento en el uso de estos sistemas puede provocar un aumento significativo del consumo de agua y energía. Los productos químicos de limpieza también se utilizan en grandes cantidades [237, Italia, 2002; 240, Países Bajos, 2002].

Se pueden necesitar temperaturas inferiores al manipular la carne, así como una cadena de frío más segura y efectiva desde el matadero hasta el consumidor. Todo esto puede aumentar el consumo de energía. Los mayores requisitos higiénicos también pueden provocar un aumento del envasado e incluso nuevos tipos de envasado [241, RU, 2002].

La prohibición de alimentar con proteínas animales procesadas los animales de granja (es decir, los destinados al engorde para la producción de alimentos) a causa de la crisis de la EEB ha cambiado el concepto de qué es un residuo y de qué es lo que puede tener un uso adicional. Estos conceptos aún pueden cambiar más en el futuro.

Bienestar y ética animal

Las cuestiones de bienestar animal tienen influencia sobre los métodos de aturdimiento. El examen de la seguridad y la ética asociada a los animales para el consumo humano ha llevado a una reducción en el uso de subproductos animales en el alimento para los animales y a un incremento de la cantidad rechazada como residuo.

Calidad de los alimentos

Los requisitos crecientes sobre la buena calidad alimentaria están recibiendo cada vez más atención. En la matanza de porcino, por ejemplo, un control cuidadoso de los procesos de refrigeración de las canales puede mejorar la ternura de la carne. Para disminuir la frecuencia carne PSE, es importante refrigerar las canales calientes de cerdo lo más pronto posible tras la

matanza. Se ha informado de que la reducción del consumo de agua en la línea de matanza, por ejemplo en las máquinas de depilado, tras el chamuscado y en las máquinas de raspado/pulido, ha retrasado la disminución de temperatura de las canales en la línea de matanza. Por ello se ha sugerido que se deberían rociar las canales con una gran cantidad de agua fría antes de abrirse.

Entorno de trabajo

Para proteger la salud de los empleados y para atraer la suficiente mano de obra cualificada a la industria, es necesario evitar el alzamiento de pesos pesados, las tareas repetitivas y las operaciones arduas. Estas ideas llevan a la automatización de determinadas tareas. La falta de mano de obra también acelerará la introducción de la automatización. Los equipos automatizados necesitan energía para su funcionamiento y, por ejemplo en Italia, hay requisitos de limpieza y esterilización entre cada canal si la carne está destinada a la exportación hacia EE. UU. [237, Italia, 2002]. En cualquier caso, el equipo debe lavarse y esterilizarse varias veces al día y siempre al finalizar el horario laboral [99, CE, 1964] como mínimo, aunque se recomienda entre cada canal. La limpieza y esterilización eficientes necesitan una formación [241, RU, 2002], la supervisión y el mantenimiento del equipo [241, RU, 2002], así como el uso de cantidades considerables de agua fría y a 82 °C.

Una mejor iluminación y ventilación en las áreas de trabajo también consume energía. En muchos casos, deberá mejorarse el ambiente en el establo, tanto para el personal como para los animales, por ejemplo aumentando la ventilación para eliminar el polvo o rociando los cerdos.

Procesado

Actualmente el grado de procesado de productos cárnicos está aumentando, a causa de la demanda de productos que puedan prepararse de forma rápida y simple. Esto significa que actualmente los procesadores de carne efectúan un mayor procesado y envasado, normalmente combinado con la refrigeración y la congelación. El procesado y el envasado no entran en los objetivos de este documento, pero serán actividades asociadas en muchos emplazamientos de mataderos.

Otras consideraciones

El mejor uso posible de las vísceras de los cerdos (las de rumiantes son MER) puede entrar en conflicto con el deseo de reducir el consumo de agua y la contaminación. Hay una tendencia a no lavar los intestinos o partes de las vísceras si se exige una reducción en el uso de agua o de la contaminación en las aguas residuales. La refrigeración de la sangre para el aprovechamiento se está generalizando y se discute la refrigeración de otras materias primas para el aprovechamiento (p. ej. las procedentes de las líneas de matanza). Ello requiere una considerable cantidad de energía, pero ofrece otras ventajas, como mejores productos y menos contaminación hídrica y atmosférica.

Los cambios en los programas de apoyo agrícolas de la UE pueden llevar a cambios en el rendimiento/disponibilidad de capital en la industria cárnica. Cuando sólo hay una cantidad limitada de dinero para inversiones de capital, se ha previsto que habrá una tendencia a utilizarlo para mejoras de producción en lugar de para cuestiones ambientales, incluso cuando éstas tienen un periodo de amortización reducido. También se ha previsto que probablemente las inversiones en mejoras ambientales estarán cada vez más dedicadas a la eliminación de ruidos y olores, debido a las presiones comunitarias locales. Se considera que la reducción de los problemas de olores implica un aumento en el consumo energético, p. ej., para compensar la caída de presión en conductos, chimeneas y filtros y para desplazar grandes volúmenes de aire. Muchos sistemas de limpieza, además, necesitan agua y productos químicos.

Características técnicas de los mataderos

Los mataderos de grandes animales se pueden clasificar, en general, en dos grupos. El primer grupo sólo lleva a cabo operaciones de matadero, es decir, sacrificar, marcar y refrigerar las canales para su venta a mayoristas. El segundo grupo realiza las mismas operaciones pero también opera plantas de despiece para producir despieces y porciones específicos, deshuesados

o sin deshuesar. A continuación estos despieces se envasan como carne refrigerada o congelada para su venta a los mayoristas y detallistas [57, DoE, 1993] o se envían a las plantas de procesado [331, Italia, 2003]. La mayoría de procesadores de aves llevan a cabo la matanza, el despiece y el corte en el mismo emplazamiento. Hay una tendencia a la expansión de los mataderos para producir productos de valor añadido, como carne picada y cortada, y a la diversificación en un mayor procesado. Todo ello requiere grandes inversiones, que a menudo sólo pueden realizar las grandes empresas multinacionales [127, MLC Economics, 1999]. La concentración de la industria en menos unidades mayores puede, por lo tanto, aumentar aún más.

Allí donde las actividades posteriores y/o la eliminación o reciclaje de subproductos animales se realiza en las mismas instalaciones que la matanza, se podrán considerar oportunidades para reducir globalmente los niveles de consumo y emisión en el emplazamiento integrado. Ello puede requerir tomar en consideración otros BREF de la serie IPPC al determinar condiciones basadas en MTD para las autorizaciones IPPC.

Muchas líneas de procesado están automatizadas. No son raras producciones de, p. ej., 80 bovinos, 350 ovinos y 300 porcinos por hora [57, DoE, 1993]. La producción en un matadero bovino o porcino típico es relativamente constante a lo largo del año. Para la matanza de ovinos, junio y diciembre acostumbran a ser periodos muy activos [12, WS Atkins-EA, 2000]. La pascua es un periodo pico para la matanza de corderos, a causa de las tradiciones islámicas.

La matanza de aves de corral está muy mecanizada; son habituales velocidades de matanza de 100 aves por minuto y la producción acostumbra a ser constante a lo largo del año [67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

En general, el tiempo de vida previsto de una planta de matanza es de unos 25 a 40 años. Los mataderos deben cumplir con los criterios y normas establecidos en la Directiva del Consejo 64/433/CE [99, CE, 1964], tal como está modificada. Estos criterios y normas incluyen especificaciones para el diseño de plantas de procesado, acabados en los edificios [12, WS Atkins-EA, 2000] y consideraciones higiénicas.

1.2 La industria de subproductos animales en la Unión Europea

Introducción a la industria de subproductos animales

Los subproductos animales procedentes de mataderos se conocen a veces en la industria como el “quinto cuarto”. Entre ellos se encuentran materiales comestibles como la lengua, menudos comestibles, grasas y tripas comestibles, así como pieles/cueros y otros materiales no comestibles. En las décadas pasadas estos subproductos constituían una valiosa fuente de ingresos para los mataderos, pero en los últimos años, a causa de la EEB, el valor de los materiales del “quinto cuarto” ha disminuido considerablemente y mucho material que antes se utilizaba actualmente se elimina como residuos [12, WS Atkins-EA, 2000].

La industria de subproductos animales manipula todas las materias primas que no se destinan directamente al consumo humano, así como algunas destinadas finalmente al consumo humano. El uso y las rutas de eliminación permitidas están determinados por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Tras el procesado, las materias primas tienen diversas aplicaciones, como alimento y pienso, cosméticos, productos farmacéuticos y dispositivos médicos, productos técnicos y fertilizantes, entre otros. Muchos de los subproductos animales utilizados y eliminados proceden de animales sanos sacrificados en mataderos y cuyas canales se han considerado aptas para el consumo humano tras inspecciones *ante mortem* y *post mortem* [349, Miembros del Grupo de Trabajo de la GME, 2003]. A causa de la preocupación relativa a la seguridad en alimentos y piensos, se eliminan como residuos una proporción mayor de este tipo de subproductos animales.

Las pieles y cueros se venden a la industria de la piel. Los menudos comestibles y las grasas se venden para su uso directo o para su introducción en productos procesados. Las vísceras y grasas no comestibles normalmente se procesan para producir harina animal y sebo. Algunas grasas comestibles y pelos se procesan para producir manteca y grasa de vaca [57, DoE, 1993]. El primer sangrado (p. ej. de los cerdos) puede recogerse para su uso para alimentos, pienso animal o productos farmacéuticos.

De las 47 millones de toneladas de animales sacrificados para producción cárnica en Europa cada año, 17 millones de toneladas, menos las pieles, cueros y huesos para elaboración de gelatina, se manipulan en la industria de subproductos animales. Unos 14 – 15 millones de toneladas [13, UKRA, sin fecha; 24, EURA, 1997] son procesadas para el aprovechamiento y el fundido de grasas. A medida que aumenta la riqueza de la sociedad y cambian los hábitos alimentarios, la proporción de animal comido directamente es menor que nunca. Por lo tanto, la cantidad de subproducto disponible para el procesado es mayor [24, EURA, 1997]. Aproximadamente la mitad del sebo y las grasas animales se utilizan en las industrias oleoquímicas como materia prima para una gran diversidad de productos químicos, que luego se utilizan en jabones, cosméticos, productos farmacéuticos, detergentes y una extensa gama de productos industriales, desde pintura a neumáticos. Los aceites y grasas producidos en el fundido de grasas se utilizan en la industria alimentaria, por ejemplo en la industria panadera, en el procesado de alimentos, en frituras y en elaboración de margarinas [24, EURA, 1997].

Una cantidad considerable de cadáveres se abandona a la putrefacción o se vierte ilegalmente [20, UKRA, 2000]. El entierro de animales muertos es ilegal en los Países Bajos, Dinamarca, Alemania y Francia. Se permite el entierro autorizado en Italia y España. En el Reino Unido se permite el entierro de cadáveres y se siguen las normas DEFRA y están de acuerdo con las normativas de la UE aplicadas a través de la legislación nacional.

En noviembre de 1991, se prohibió en el Reino Unido el uso como fertilizante de harina de carne y huesos elaborada a partir de menudos de bovinos especificados [19, UKRA, 2000].

Hasta la crisis de la EEB, una gran proporción de los productos finales sólidos de la fundición, es decir, la fracción proteica, eran ingredientes importantes en los piensos animales. Actualmente en la UE se ha prohibido alimentar a bovinos, ovinos o caprinos con harina de carne y huesos desde el 1 de julio de 1994. Desde diciembre de 2002, se prohíbe el suministro de proteínas animales procesadas a los animales de granja, destinados al engorde para la producción de alimentos, a la espera de una reevaluación completa de la legislación comunitaria en los EM [88, CE, 2000]. Las restricciones han llevado a una mayor proporción de material sólido eliminado mediante vertido o incineración. La harina de carne y huesos tiene un contenido energético aproximadamente igual a dos tercios del carbón, de forma que se puede recuperar energía en forma de calor o electricidad. Los límites impuestos sobre los usos tradicionales de los subproductos animales han provocado la aparición de usos alternativos adicionales y la investigación y desarrollo de nuevas rutas de eliminación [22, UKRA, 2000]. Entre estas encontramos, por ejemplo, la combustión de la harina de carne y huesos como combustible auxiliar en la producción de cemento [22, UKRA, 2000]; la cremación del sebo como combustible [22, UKRA, 2000]; la producción de biogás [22, UKRA, 2000, 287, CE, 2002]; el compostaje [287, CE, 2002]; la producción de biodiésel [22, UKRA, 2000]; el uso de la carne y harina de huesos como fertilizante en tierras no destinadas al pastoreo [22, UKRA, 2000] y el uso de las grasas como combustible en turbinas y motores [22, UKRA, 2000]. Estas alternativas se encuentran en diversos estados de desarrollo y bajo evaluación ambiental y económica.

En el momento de la redacción la prohibición sigue en vigor.

1.2.1 Fundido de grasas

Bélgica

En Bélgica hay tres instalaciones que elaboran grasa para el consumo humano [242, Bélgica, 2002].

1.2.2 Aprovechamiento

Bélgica

Hay 5 plantas de aprovechamiento en Bélgica, que procesan subproductos animales de categorías 1, 2 y 3, individualmente o mezclados [346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003].

Dinamarca

Dinamarca tiene una empresa de aprovechamiento con 5 plantas. La empresa es una cooperativa propiedad de los mataderos. En 2000/2001 procesó 750.000 toneladas de subproductos animales. Todo el MER se procesa en una de las plantas [239, Dinamarca, 2002].

Alemania

En 2000, las plantas de aprovechamiento en funcionamiento en Alemania eliminaban un total de aproximadamente 2,6 millones de toneladas de materia prima. En la Tabla 1.4 se presentan el número de empresas en Alemania, la cantidad de materia prima procesada y sus productos para el año 2001.

Número de empresas	Cantidad procesada (t)	Harina de carne (t)	Harina de carne y huesos (t)	Harina de sangre (t)	Grasas animales (t)
63	2.600.000	460.000	214.000	21.000	310.000

Tabla 1.4: Materia prima procesada en la industria alemana de harina de carne (2001)
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

Finlandia

En Finlandia se generan anualmente unos 200 millones de kg de subproductos animales derivados. Alrededor de 170 millones de kg, incluyendo residuos de mataderos y residuos procedentes de la producción de pieles, se consideran de bajo riesgo. El material de alto riesgo y el MER, procedente de residuos de mataderos y de animales de granja muertos, contribuyen, cada uno, con 15 millones de kg al total de la industria de tratamiento de subproductos animales.

En Finlandia hay dos plantas de aprovechamiento autorizadas para el tratamiento y eliminación y/o recuperación adicional de material de alto riesgo y MER. Hay 14 plantas con una capacidad de tratamiento superior a 10 toneladas por día, para el reciclaje de material de bajo riesgo para su recuperación posterior como pienso para animales destinados a la elaboración de pieles. Finlandia es uno de los mayores productores de este tipo de animales del mundo, y utiliza anualmente unos 370 millones de kg de pienso para animales de pieles, más de la mitad de los cuales son subproductos de la industria cárnica y pesquera [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Reino Unido

En 2000 se informó que anualmente se recogían 1,25 millones de toneladas de subproductos animales procedentes de mataderos de carne roja, para ser incinerada o aprovechada y posteriormente vertida [12, WS Atkins-EA, 2000], de un total de 1,75 millones de toneladas de bovinos, ovinos, porcinos y aves [13, UKRA, sin fecha].

Eslovenia

Eslovenia posee 3 plantas de aprovechamiento con una capacidad de tratamiento superior a 10 toneladas por día [219, Skodlar M., 2002].

1.2.3 Producción de harinas y aceites de pescado

La información presentada a continuación procede básicamente de los países nórdicos [155, Consejos de Ministros de los países nórdicos, 1997] y se citan otras fuentes cuando es pertinente.

La materia prima para la industria de harinas de pescado es básicamente pescado de pequeño tamaño que no se vende para consumo humano. Se capturan para su uso en el procesado de harinas y aceites de pescado. En muchas zonas, una parte considerable de la materia prima consiste en residuos de pescado procedentes del fileteado y otros procesos.

Al procesar especies de peces pelágicos, como el arenque y la caballa, que se desembarcan sin destripar, la industria de fileteado sólo puede utilizar el 50% de la materia prima desembarcada. La parte restante de la materia prima consiste en menudos que la industria debe vender o eliminar de alguna forma.

La harina de pescado se utiliza como suplemento proteico en agricultura, especialmente en la cría de porcino y de pollos. Una pequeña cantidad se utiliza para pienso de visones. Su uso en pienso para acuicultura es el más rentable, con compras considerables de aceite de pescado por parte de los productores.

Sin la harina y el aceite de pescado la producción escandinava a gran escala de salmón y trucha no sería posible. La competencia de Perú y Chile en el mercado de las harinas de pescado estándar dificulta que los productores europeos establezcan precios razonables, debido a los costes de producción considerablemente superiores en Europa.

Una cantidad sustancial de contaminación está causada por materia prima de baja calidad. La contaminación se puede reducir considerablemente mejorando la calidad de la materia prima. Es técnicamente factible incrementar el rendimiento de la harina de pescado y reducir la contaminación mejorando la calidad de la materia prima. Las condiciones técnicas, ambientales y económicas difieren mucho de una planta a otra.

Algunas factorías de harina de pescado en los países nórdicos pueden influir en las inversiones para mejorar la calidad de la materia prima. Algunas factorías son propiedad de cooperativas de pescadores. Los titulares de las factorías pueden influir en la calidad de la materia prima mediante las condiciones de compra de la materia prima a la entrega. Una diferenciación de precios lo bastante grande parece provocar una mejora considerable en la calidad de la materia prima. También se puede producir una disminución de la calidad durante el almacenamiento de la materia prima. Se ha demostrado que una mejor gestión de los tanques de almacenamiento conduce a una mejora en la calidad de la materia prima suministrada a las calderas.

La mejora de la calidad de la materia prima no sólo reduce la contaminación, también incrementa el rendimiento de la harina de pescado y permite producir productos especializados de alto precio. Estos productos requieren una cierta calidad de la materia prima, es decir, el contenido en NVT no debe superar un determinado valor.

La Tabla 1.5 resume la producción de harinas y aceites de pescado de la UE en 2001.

	Número de factorías	Año	Harina de pescado (t/año)	Aceite de pescado (t/año)
Dinamarca	4	2001	300.000	80.000
Alemania	1	2001	15.000	6.000
España	?	2001	40.000	6.000
Francia	?	2001	10.000	2.000
Irlanda	1	2001	25.000	6.000
Suecia	1	2001	12.000	5.000
Reino Unido	¿3?	2001	46.000	14.000
TOTAL			448.000	119.000

Tabla 1.5: Producción de harinas y aceites de pescado de la UE en 2001
[303, Minck F., 2002]

Dinamarca

Dinamarca produce aproximadamente el 5% mundial de harina de pescado y un 8% de aceite de pescado. Hay 3 empresas, y una de ellas es una de las mayores productoras de harinas y aceites de pescado del mundo, con una producción aproximada de 215.000 toneladas de harina de pescado por año, es decir, un 67% de la producción danesa. El proceso utiliza pescado capturado específicamente para la producción de harinas y aceites de pescado y que no se captura para el consumo directo, como la anguila; también utiliza subproductos procedentes del procesado del pescado, como los menudos. La anguila representa el 60% de la materia prima y el 60% de la captura se realiza entre abril y julio. La producción total de harina de pescado en Dinamarca fue de 300.000 toneladas en 2001.

Reino Unido

El Reino Unido produce alrededor del 0,25% de la harina y aceite de pescado mundial. Se utilizan subproductos pesqueros.

1.2.4 Procesado de la sangre

La sangre contiene hierro de fácil asimilación cuando se usa para la alimentación humana o de mascotas. Las proteínas de la sangre tienen un gran valor nutritivo y una alta capacidad higroscópica en los productos procesados. Los eritrocitos revientan si se añade agua a la sangre; si se mantienen intactos pueden retirarse mediante centrifugación y elaborar plasma. El plasma es un líquido amarillo, parecido a clara de huevo, que se puede desecar y pulverizar para uso alimentario [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

En la UE hay 11 plantas de procesado de sangre. Procesan un total de 300.000 millones de toneladas de sangre cada año.

Hay una planta en Bélgica, Dinamarca, España, Francia, los Países Bajos, Italia y Suecia, y dos en Alemania y el Reino Unido [271, Casanellas J., 2002]. Además de estos sitios especializados también hay otros con actividades asociadas a los mataderos.

1.2.5 Elaboración de gelatinas

La industria de la gelatina está representada por la Asociación de Elaboradores de Gelatina de Europa (GME, *Gelatine Manufacturers of Europe Association*), con 9 miembros y 18 unidades de producción: 2 en Bélgica, 3 en Francia, 7 en Alemania, 2 en Italia, 2 en España, 1 en el Reino Unido y 1 en Suecia, que en el 2001 produjeron 117.000 toneladas de gelatina. La industria da trabajo a unas 3.600 personas. Hay otras 3 unidades de producción en la UE no operadas por miembros de la GME: 1 en los Países Bajos, 1 en Alemania y 1 en España [349, Miembros del Grupo de Trabajo de la GME, 2003].

1.2.6 Incineración especializada de cadáveres, partes de cadáveres y harina animal

La harina de carne y huesos es de color pardo, con una densidad aproximada de 600 kg/m³ y un olor intensamente dulzón. Es un combustible de alto poder calorífico y fácilmente inflamable [164, Nottrodt A., 2001]. Por lo tanto, la incineración de harina de carne y huesos, en especial, se ha convertido en una actividad a escala relativamente grande desde que se prohibió el uso de proteínas animales en piensos animales.

Algunos EM incineran al mismo tiempo harina de carne y huesos y otras harinas animales en incineradores de residuos municipales, incineradores de residuos peligrosos, incineradores de fango de depuración, en centrales térmicas de carbón, fábricas de cemento, plantas de gasificación e incineradores de residuos en plantas papeleras [164, Nottrodt A., 2001]. La información de esta sección se ha facilitado como complemento, aunque la coincineración y la incineración mixta de residuos no se describen ni evalúan más en este BREF.

Alemania

El primer caso de EEB en Alemania se confirmó el 26 de noviembre de 2000. Esto provocó la prohibición del uso de proteínas animales procesadas en el pienso para ganado, como cerdos y aves, con efecto a partir del 1 de diciembre de 2000. A continuación se prohibió en todos los usos y se exigió la eliminación de proteínas animales procesadas como residuos mediante incineración. El desarrollo de plantas de incineración especializadas no se consideró económicamente viable a causa de la relativa incertidumbre sobre la disponibilidad futura de los piensos a largo plazo. Se ha planteado la posibilidad de instalar incineradores en plantas de aprovechamiento y de recuperar la energía a través de centrales de cogeneración [164, Nottrodt A., 2001].

Los precios relativos de tratamiento para la incineración de harina animal y otros residuos, así como el alto poder calorífico de la harina animal han frenado plantas que operan casi a plena capacidad a realizar activamente la incineración de harinas animales, por razones económicas: pueden ganar más dinero incinerando residuos de menor valor calorífico. Los precios varían para incineradores de materiales peligrosos, incineradores de fango de depuración, centrales eléctricas y fábricas de cemento [164, Nottrodt A., 2001].

Se ha ensayado con éxito la gasificación de harina animal y de sebo [164, Nottrodt A., 2001].

Francia

Francia produce aproximadamente 850.000 toneladas de harina de carne y huesos y aproximadamente 150.000 toneladas de sebo anualmente. Aproximadamente 130.000 toneladas de HCH y 40.000 toneladas de sebo proceden de MER y se incineran juntos en la industria cementera.

Se planea que la HCH restante también se incinerará en fábricas de cemento y centrales eléctricas.

La harina animal procedente de animales infectados por EEB se elimina en plantas de incineración de residuos peligrosos.

En 2001, 400.000 toneladas de HCH se almacenaron o se enviaron a verter [164, Nottrodt A., 2001].

Italia

La incineración especializada de cadáveres y partes de los mismos se ha desarrollado y puesto en práctica recientemente en Italia.

Reino Unido

El Reino Unido tiene una tradición de quemar cadáveres aislados en incineradores pequeños principalmente situados en la propia granja. Actualmente es el único EM con plantas de incineración específicas para harina animal. Desde finales de la década de 1990 tres incineradores de harina animal han estado operando en 2 emplazamientos. En uno de ellos hay dos incineradores, cada uno con una capacidad de 3,5 t/h y en el otro emplazamiento hay un solo incinerador, con una capacidad de 7,5 t/h [199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000]. Conjuntamente los tres incineran un total de 60.000 t/año. Un incinerador específico de harina animal adicional, con una capacidad de 60.000 t/año, entró en funcionamiento en abril de 2001.

Todos los incineradores de harina animal del Reino Unido construidos con este propósito son de lecho fluidificado.

Desde 1999 una central eléctrica que previamente funcionaba con gallinaza, actualmente se ha adaptado y ahora sólo funciona con harina animal. Quema 85.000 toneladas de harina animal cada año. Se trata de un horno de alimentación mecánica y no quema harina animal procedente de MER.

Además de la incineración de harina animal, cada año se incineran directamente unos 3.000 cadáveres de bovinos en incineradores con capacidades inferiores a 50 kg/h. Se estima que actualmente puede haber entre 2.000 y 2.600 de estos incineradores para el quemado de cadáveres animales en el Reino Unido [227, ADAS, 2001].

1.2.7 Cremación del sebo

El sebo se quema como combustible sustituto para el aceite de calefacción o electricidad. Sin embargo, esta vía de eliminación no está aprobada por el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

1.2.8 Esparcido e inyección

Esta actividad está regulada estrictamente por el Reglamento ABP 1774/2002/CE y está totalmente prohibida en algunos EM, como Alemania [347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003].

1.2.9 Producción de biogás

Alemania

La primera planta a gran escala de Alemania para la metanización del rumen fresco y desechos de flotación consistía en un reactor anaeróbico situado en un matadero de Hamburgo [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Los requisitos actuales de la legislación para el pretratamiento de los subproductos animales o para el tratamiento de residuos de biogás convierten la producción de biogás en una actividad no rentable [244, Alemania, 2002].

Austria

Hay una planta industrial para la metanización del contenido del rumen situada en Greinsfurt [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Suecia

El tratamiento del estiércol, el contenido estomacal e intestinal, fragmentos de pieles/cueros, sangre residual y productos similares se lleva a cabo en instalaciones de biogás. Algunos

mataderos disponen de sus propias instalaciones de biogás, mientras que otros tienen una cuota en una instalación pública [134, Países nórdicos, 2001].

Hay 7 plantas de biogás específicamente aprobadas para el uso de ciertas calidades de subproductos animales como materia prima, junto con el uso de otras materias primas como estiércol y productos de origen vegetal. Se emplea la técnica de digestión líquida en reactor.

Reino Unido

Durante la década de 1990 se instalaron plantas de digestión a gran escala en diversos mataderos del Reino Unido, pero las dificultades operativas y los altos costes desalentaron una aplicación más generalizada. La mayoría de plantas de digestión originales actualmente están cerradas [12, WS Atkins-EA, 2000]. Se ha informado de que actualmente la producción de biogás a partir de subproductos animales no es comercialmente viable en el Reino Unido [144, Det Norske Veritas, 2001], aunque se está reconsiderando.

1.2.10 Compostaje

Se ha informado de que hasta hace poco no se habían explotado los beneficios potenciales del compostaje de subproductos animales, básicamente a causa de la falta de conocimiento sobre la posibilidad de llevarlo a cabo y de los beneficios económicos del compostaje frente a otras vías de eliminación. Es posible que el compostaje de subproductos animales aumente en el futuro [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. Por otro lado, los pretratamientos necesarios para determinados subproductos, antes de poder ser compostados, y las restricciones sobre su uso, establecidas en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, pueden limitar su expansión. El Reglamento ABP 1774/2002/CE prohíbe la aplicación de compost procedente de subproductos animales en tierras de pastoreo [287, CE, 2002]. Sin embargo, hay oportunidades para su uso en paisajismo, silvicultura, horticultura y recuperación de terrenos [176, The Composting Association, 2001]. El crecimiento o declive de la industria del compostaje dependerá, hasta cierto punto, de factores económicos, como el coste o la rentabilidad de usos y vías de eliminación alternativos.

Alemania

Se ha informado de que en 1986 se compostaba el contenido del rumen en 9 mataderos en los 11 estados federales de la antigua Alemania Occidental [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Finlandia

El compostaje se lleva a cabo en pilas o en reactores. Es un método habitual para tratar materiales como excrementos y orina, el contenido estomacal e intestinal y los productos sólidos del tratamiento de aguas residuales, como tamizados, grasa de las rejillas de grasas, decantados, fango activado sobrante y desechos de flotación. El compost producido se aplica posteriormente a la tierra [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

1.3 Aspectos ambientales clave

1.3.1 Mataderos

Los problemas ambientales más significativos asociados con las operaciones realizadas en mataderos son el consumo de agua, las emisiones al agua de líquidos de alta concentración y el consumo de energía, asociada especialmente con la refrigeración y la calefacción del agua.

Aire

La mayoría de emisiones a la atmósfera procedentes de mataderos consisten en vapor de agua de las calderas utilizadas para el agua caliente y el vapor. También es posible la emisión de gases refrigerantes de las plantas de refrigeración y congelación y de CO₂ de los equipos de

aturdimiento. Estas cuestiones son comunes a buena parte de la industria de alimentos y bebidas.

Las emisiones de polvo que se producen durante la descarga y el colgado de aves vivas en la línea de matanza son un aspecto clave ambiental en los mataderos avícolas [240, Países Bajos, 2002].

Agua

El impacto ambiental más significativo procedente de los mataderos son las emisiones al agua [177, EA SEPA y EHS, 2001]. Está relacionado con el consumo de agua, que es el otro aspecto ambiental más importante [12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

El alto consumo de agua y los altos valores de DBO, DQO y las altas concentraciones de SST se producen durante la matanza y preparación de las canales. Los sólidos se descomponen y liberan coloides y grasas y sólidos en suspensión, lo que lleva a un aumento en la DBO y la DQO [177, EA SEPA y EHS, 2001]. Otros contaminantes clave son el nitrógeno y el fósforo procedente, por ejemplo, de la descomposición de proteínas; el cobre y el cinc procedentes, por ejemplo, de residuos de piensos y los cloruros procedentes de la salazón de pieles y cueros. El consumo de agua está regulado parcialmente por la legislación sobre cárnicos de la UE y los EM, que exige utilizar agua fresca y potable en casi todas las operaciones de lavado y aclarado y que limita la posibilidad de reutilizar el agua en el matadero.

El uso excesivo de agua no es sólo un aspecto ambiental y económico por sí mismo, sino que también aumenta la carga sobre las EDAR. Las aguas residuales se pueden tratar total o parcialmente en una EDAR situada en el matadero. Si el tratamiento se lleva a cabo en una EDAR municipal, se acostumbra a realizar un pretratamiento en el matadero. La contaminación de las aguas residuales se puede minimizar recogiendo los subproductos y residuos lo más cerca posible de la fuente y evitando su contacto con el agua. La minimización del uso de agua en la preparación de canales también puede reducir la carga contaminante real al reducir las oportunidades de capturar materia orgánica como grasas o heces. Si los subproductos se capturan en el agua, las oportunidades para su reutilización son limitadas. Es necesario estudiar las oportunidades para eliminar o reducir el uso de agua en cada operación unitaria del proceso.

En cualquier matadero un factor importante que afecta al consumo de agua es la cantidad de superficie utilizada. Por razones higiénicas todos los suelos deben lavarse al menos una vez al día [99, CE, 1964]. Consiguientemente, el consumo de agua depende mucho de la disposición de cada matadero individual (y en los mataderos de avícolas también dependerá, por ejemplo, del tamaño de las aves), del método de matanza, de la preparación de las canales, de la refrigeración de las canales y del nivel de automatización. En los mataderos avícolas se consumen grandes cantidades de agua en la evisceración, la limpieza y el aclarado [67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 177, EA SEPA y EHS, 2001].

La sangre tiene la mayor DQO de todos los líquidos participantes en los mataderos de animales grandes y de aves [12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000]. El potencial contaminante de la sangre y las grandes cantidades que se manipulan y almacenan la convierten en un aspecto clave ambiental para su valoración y control. La potencial contaminación del agua necesita considerarse a partir del proceso y de todas las posibles fuentes de contaminación, desde las pequeñas fugas hasta los accidentes operativos y técnicos más importantes.

En algunos países, como Dinamarca, Finlandia, Suecia y Noruega, las aguas residuales procedentes de mataderos se consideran una fuente importante de carbono para desnitrificación en las EDAR municipales, de manera que en los mataderos sólo se realiza un tratamiento limitado [134, Países nórdicos, 2001].

Energía

La mayoría de mataderos de grandes animales no miden su consumo eléctrico; el consumo se determina a partir de las facturas. Algunos mataderos miden el consumo eléctrico por área de proceso y esperan obtener un ahorro sustancial mediante programas de supervisión y determinación de objetivos [12, WS Atkins-EA, 2000]. La mayoría de mataderos disponen de un generador de emergencia para permitir el funcionamiento parcial de la planta si se interrumpe el suministro eléctrico [12, WS Atkins-EA, 2000].

En la mayoría de mataderos la planta de refrigeración es el mayor consumidor de electricidad. Constituye el 45 – 90% de la carga total del emplazamiento durante el horario laboral y casi el 100% durante los períodos no productivos. Las áreas refrigeradas incluyen los refrigeradores, los congeladores y los almacenes frigoríficos. Es habitual que cada cámara refrigerada sea una unidad autónoma de expansión directa, con un compresor, un evaporador y un condensador. Algunos emplazamientos mayores disponen de una planta compresora y condensadora centralizada [12, WS Atkins-EA, 2000; 57, DoE, 1993]. La exigencia de enfriar las canales establece la obligación legal de una temperatura máxima de 7 °C antes de abandonar el matadero y, para los menudos, una temperatura máxima de 3 °C [169, CE, 1991]. Para los animales grandes el enfriamiento puede tardar 48 horas [239, Dinamarca, 2002]. Se ha informado de algunas excepciones en Italia a la regla de enfriar las canales antes de abandonar el matadero, en mataderos integrados y plantas de despiece que producen productos curados italianos. También se ha informado de que como se enfrían piezas más pequeñas, la energía necesaria para enfriarlas es menor que la necesaria para enfriar canales enteras o medias canales [237, Italia, 2002].

El uso de energía para calentar agua es otro aspecto ambiental clave. El petróleo y/o el gas natural son los combustibles principales utilizados para generar agua caliente. El agua de las calderas se acostumbra a ablandar antes de su uso. Las exigencias para el agua caliente diferencian entre duchas y balsas, tanques de escaldado de cerdos (58 – 65 °C), lavado (60 – 65 °C) y aplicación de baños de esterilización (> 82 °C) [57, DoE, 1993]. Algunos mataderos disponen de su propia lavandería.

En la matanza de cerdos se utiliza gas natural, GLP (especialmente propano) o quemadores de aceite para el chamuscado directo a la llama de las canales. Se ha informado de que el chamuscado con quemadores de aceite puede provocar problemas de higiene y calidad [237, Italia, 2002].

En la línea de matanza, las poleas, los utensilios de corte, las desolladoras y las sierras están alimentadas neumáticamente o mediante motores eléctricos [57, DoE, 1993].

Olores

Se informa que los olores emitidos por el almacenaje y la manipulación de sangre, los purines, los establos ocupados y el almacenamiento de menudos no comestibles son los más problemáticos. Las zonas de corral, contenedores de subproductos sin lavar y las EDAR, incluyendo el tamizado inicial de sólidos, también se consideran zonas de problemas potenciales [285, Brindle J., 2001].

Ruido

Las principales fuentes de contaminación acústica y de vibraciones son los ruidos de los animales durante la descarga y la clasificación, los movimientos de los vehículos, los compresores, los acondicionadores de aire y los ventiladores [134, Países nórdicos, 2001].

Reacondicionamiento del emplazamiento

No se espera que las actividades de los mataderos provoquen problemas significativos de reacondicionamiento del emplazamiento. Las fugas procedentes de las conducciones y tanques subterráneos pueden provocar subsidencia a largo plazo, aunque es poco probable que representen problemas de contaminación subterránea o de acuíferos. Todos los materiales, excepto la salmuera de la salazón de cueros y pieles (que se vierte al colector de aguas

residuales del matadero), son directamente biodegradables, incluidos los productos químicos de limpieza [12, WS Atkins-EA, 2000; 241, RU, 2002].

Las cuestiones de reacondicionamiento del emplazamiento no específicas de la industria pueden surgir de fugas en los tanques de combustible y aceite [12, WS Atkins-EA, 2000].

1.3.2 Instalaciones de subproductos animales

1.3.2.1 Información general sobre aspectos clave ambientales

1.3.2.2 Fundición de grasa

Energía

El consumo de energía es un aspecto importante durante el proceso de fundición y en los decantadores, centrífugas y aplastadoras [319, Grupo de Trabajo neerlandés, 2002].

Ruido

Las emisiones acústicas procedentes de vehículos y el equipo de refrigeración pueden ser significativas [333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003].

1.3.2.3 Aprovechamiento

Agua

La contaminación del agua, así como las aguas residuales producidas durante el aprovechamiento, son un aspecto ambiental clave [243, Clitravi - DMRI, 2002].

Energía

Se consumen cantidades significativas de energía, por ejemplo, para producir vapor para el proceso.

Olores

Uno de los aspectos clave ambientales asociados con el aprovechamiento es el olor. Tanto el proceso como las actividades asociadas pueden provocar olores cuestionables. Éstos se asocian con la recepción, la manipulación y el almacenamiento, la transferencia y la preparación de materias primas, el proceso de escaldado, la manipulación y almacenamiento de productos procesados y la manipulación, almacenamiento, tratamiento y eliminación de sólidos, efluentes líquidos y gases del proceso [241, RU, 2002].

Cuanto más fresca sea la materia prima, menos problemas de olores provocará, directamente o durante el proceso de aprovechamiento. Las sustancias malolientes se caracterizan porque algunas son insolubles en agua y otras son volátiles en el vapor. Son detectables a bajas concentraciones. La concentración y composición de las sustancias emitidas puede cambiar repentinamente durante el proceso de producción. Si no se evita la formación de estas sustancias, entonces las técnicas de eliminación deben ser capaces de enfrentarse a estas características, lo que puede que requiera la adopción de diversas técnicas [49, VDI, 1996].

Material infeccioso

La materia prima del aprovechamiento es una fuente potencial de infecciones, según su origen, edad y estado de conservación. Esto es especialmente significativo por lo que respecta a la destrucción de material EET y MER. La capacidad de infección es, por tanto, un aspecto clave ambiental [243, Clitravi - DMRI, 2002].

1.3.2.4 Producción de harinas y aceites de pescado

Agua

Se utilizan grandes cantidades de agua de mar. La contaminación de las factorías de harina de pescado procede de diversas fuentes. Los contaminantes a menudo se mezclan con grandes cantidades de agua de mar, que se utiliza para enfriar en la planta de procesado [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997].

Durante la descomposición bacteriológica de la materia prima antes del escaldado se forman diversos compuestos. Estos compuestos son volátiles en las condiciones del proceso y pueden contaminar el medio ambiente marino, así como generar problemas de olores en zonas cercanas a las factorías. El medio ambiente marino también puede resultar contaminado por pérdidas de productos, como harina de pescado, agua de cola y un líquido conocido como agua de cola evaporada, que contiene aproximadamente un 40% de materia seca. El grado de deterioro bacteriológico, la calidad de la materia prima y la concentración de sustancias volátiles, especialmente amoníaco y trimetilamina (TMA), en la materia prima están relacionados entre sí.

Energía

Se utilizan grandes cantidades de energía para el secado [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997].

Olores

Los olores procedentes de la materia prima, el proceso y el tratamiento de aguas residuales pueden representar un problema importante. Los compuestos volátiles que provocan olores surgen de la degradación del pescado y, por tanto, su frescura no sólo afecta a la calidad del producto, sino también a las emisiones de olores en un emplazamiento.

1.3.2.5 Procesado de la sangre

Agua

La sangre líquida tiene una DQO de unos 400 g/l y una DBO de unos 200 g/l. La sangre coagulada tiene una DQO de unos 900 g/l [12, WS Atkins-EA, 2000] y un contenido de nitrógeno total de aproximadamente 30 g/l. La prevención de la descarga accidental de sangre líquida o el vertido de sangre seca a causa, por ejemplo, de una explosión en el secador atomizador o de una rotura del envase durante el almacenamiento o la manipulación, debe considerarse una prioridad.

El agua se utiliza básicamente en operaciones de limpieza. La sangre contiene un 82% de agua, de manera que las emisiones al agua deberán incluir el agua derivada de la sangre durante las diversas técnicas de separación.

Energía

El consumo de energía es significativo, especialmente en el secado por atomización. Si la sangre no se procesa rápidamente se necesita un almacenamiento refrigerado, que también puede consumir cantidades importantes de energía.

Olores

De forma cotidiana pueden surgir problemas de olores durante la descarga de sangre del tanque de transporte [168, Sweeney L., 2001].

Ruidos

Los secadores por atomización son ruidosos.

1.3.2.6 Elaboración de gelatina

Agua

Los aspectos clave ambientales asociados a la elaboración de gelatina son el consumo de agua durante las primeras etapas del proceso de extracción y el tratamiento de las aguas residuales asociadas.

Energía

El secado del producto consume cantidades significativas de energía.

Olores

Los olores procedentes de las unidades de desengrasado de las plantas de gelatina que procesan huesos y piel de cerdo, así como de la entrega de la materia prima, pueden ser un factor clave ambiental [349, Miembros del Grupo de Trabajo de la GME, 2003].

1.3.2.7 Elaboración de pegamentos

Energía

El secado del producto consume cantidades significativas de energía [244, Alemania, 2002].

Olores

Los olores procedentes del secado y del hoyo de encalado son un aspecto clave ambiental [244, Alemania, 2002].

1.3.2.8 Incineración especializada de cadáveres

Aire

Las emisiones potenciales a la atmósfera habitualmente asociadas con la incineración de cadáveres animales son partículas en suspensión, ácido clorhídrico, óxidos de azufre, nitrógeno y carbono y compuestos orgánicos como las dioxinas. El cloro puede provocar la formación de ácido clorhídrico. También existe la potencial emisión de partículas en suspensión a partir de combustiones incompletas.

Suelo

Las emisiones potenciales al suelo incluyen dioxinas, compuestos orgánicos, metales alcalinos y sus óxidos y metales alcalinotérreos y sus óxidos [65, EA, 1996].

El cloro presente en la sal de los cadáveres implica un potencial de formación de dioxinas.

Capacidad de infección

Las materias primas son, en función de su origen, edad y estado de conservación, fuentes potenciales de infecciones. Esto es especialmente relevante en el caso de destrucción de material EET y MER. La capacidad de infección, por tanto, es un aspecto clave ambiental [244, Alemania, 2002]. La incineración de cadáveres animales puede dar lugar a un peligro biológico en forma de compuestos orgánicos no destruidos y liberados a la atmósfera, al agua y al suelo.

Olores

Igual que en todas las instalaciones que manipulan, almacenan o procesan subproductos animales, los olores son un problema potencial [65, EA, 1996].

1.3.2.9 Incineración especializada de harina animal

Aire

En muestras de HCH se han hallado cantidades de dioxinas y furanos de 0,2 y 0,3 ng/kg en Irlanda y Portugal, respectivamente [164, Nottrodt A., 2001] pero es muy posible que se destruyan en el proceso de incineración. Sin embargo, existe el riesgo de formación de dioxinas durante el proceso de incineración, que depende hasta cierto punto de las técnicas utilizadas para operar el incinerador [65, EA, 1996]. También pueden producirse emisiones de polvo a causa de combustiones incompletas.

Suelo

La pérdida de fósforo mediante la incineración de harina animal, en lugar de su recuperación para ser usado como fertilizante, se considera un aspecto clave ambiental [239, Dinamarca, 2002].

Capacidad de infección

Si se sigue el proceso de producción de harina animal establecido en el Reglamento ABP 1774/2002/CE el riesgo potencial de patógenos EEB debería ser insignificante. Por lo tanto, la incineración de harina animal elaborada correctamente no debería necesitar de medidas protectoras en materia de EET. Lo mismo debería cumplirse para la harina animal importada según las condiciones exigidas por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Si se incinera harina animal procedente de una fuente no fiable, se pueden producir riesgos sanitarios ocupacionales asociados al contacto o exposición atmosférica potencial, de forma que es necesario establecer controles.

Grandes cantidades de nutrientes y humedad en la harina animal pueden atraer a organismos nocivos, gérmenes, bacterias y hongos. Si la harina animal se almacena en condiciones húmedas, será un medio ideal para estos organismos. Si se permite que la temperatura de almacenaje supere los 40 °C, la harina animal puede calentarse e incluso llegar a combustionar espontáneamente. Determinadas calidades o gamas de calidades pueden comportar un riesgo de explosión [164, Nottrodt A., 2001].

1.3.2.10 Cremación de sebo

Actualmente el sebo se quema en calderas y provoca emisiones de CO₂ y NO_x. En el momento de la redacción la cremación de sebo está prohibida en la UE, ya que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no está listada ni ha sido aprobada de acuerdo con el procedimiento descrito en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico apropiado.

1.3.2.11 Esparcido e inyección

Aire

Si el estiércol de los establos del matadero se esparce en el suelo las emisiones a la atmósfera de sustancias volátiles, como el amoníaco, pueden representar un problema. De esta forma se pierde la potencial ventaja nutricional para el suelo. También puede presentar problemas de olores.

Agua

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas puede producirse a partir del estiércol, los purines o el fango de depuración si contienen patógenos, como *Salmonella*, *E. coli* 0157 y *Campylobacter* o metales. Los residuos procedentes de la producción de biogás y del compostaje deberían estar libres de patógenos, puesto que ya se deberían haber destruido durante estos procesos.

Suelo

Se ha demostrado que los sólidos que contienen más de un 4%, aproximadamente, de grasa o aceites tienen un efecto perjudicial sobre el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, no se consideran adecuados para el esparcido [179, EA SEPA & EHS, 2001].

Olores

Los olores son un aspecto clave ambiental [244, Alemania, 2002].

Capacidad de infección

Si la desactivación de patógenos no es adecuada existe un riesgo de contaminación del suelo y de los acuíferos [244, Alemania, 2002]. La contaminación del suelo puede producirse por estiércol, purines y/o fango de depuración si contienen patógenos como *Salmonella*, *E. coli* 0157 y *Campylobacter* o metales. Los residuos procedentes de la producción de biogás y del compostaje deberían estar libres de patógenos, puesto que ya se deberían haber destruido durante estos procesos.

1.3.2.12 Producción de biogás

Aire

El principal producto de la producción de biogás es metano. El CH₄ es un gas de efecto invernadero. En términos de su potencial para causar daños, una molécula de CH₄ es 30 veces más potente que una de CO₂. Por lo tanto, la exigencia de evitar emisiones accidentales a la atmósfera es significativa. También se requieren controles de seguridad, a causa de los peligros de incendio y de explosión, que también están relacionados con la prevención y control de la contaminación.

Olores

Se pueden generar olores a partir de las materias primas y del proceso.

1.3.2.13 Compostaje

Aire

Los aspectos clave ambientales son los bioaerosoles y el polvo.

Energía

Algunos consideran un aspecto clave ambiental el hecho de que utilizar subproductos animales para el compostaje no aprovecha su valor energético [243, Clitravi - DMRI, 2002].

Agua

El riesgo de que los lixiviados puedan contaminar el suelo y los acuíferos es un aspecto clave ambiental.

Olores

Las materias primas y el proceso de compostaje provocan olores, especialmente durante el compostaje en pilas.

Capacidad de infección

Si la desactivación de patógenos no es adecuada existe un riesgo de contaminación del suelo y de los acuíferos [244, Alemania, 2002].

1.4 Aspectos económicos generales

1.4.1 Mataderos y subproductos animales

La FAO ha previsto que el consumo mundial de carne crecerá un 2% por año hasta finales de 2015 y ha advertido que el incremento asociado en los vínculos comerciales y de transporte necesarios aumentará el riesgo de propagación de enfermedades animales a través de las fronteras estatales. Los informes señalan que estas tendencias ya se habían iniciado a principios de la década de 1980, impulsadas por el crecimiento demográfico, los ingresos crecientes, la urbanización, el cambio de hábitos alimentarios y la apertura de mercados, especialmente para las aves y el porcino.

Se prevé que la mayoría de este aumento tendrá lugar en los países en vías de desarrollo, en donde se espera un aumento anual del consumo del 2,7%, comparado con el 0,6% anual en los países ricos. La FAO también ha afirmado que los recientes brotes epidémicos animales en los principales países exportadores de carne, como la EEB, ha acelerado una tendencia a pasar del consumo de carne roja a las aves. La FAO predice un aumento anual del 2,9% en la demanda de carne de aves hasta el final de 2015, y un aumento anual del 1,4% en la demanda de carne de bovino.

Según la FAO existen muchos costes ocultos en las epidemias animales. En total, se sacrificaron 11,0 millones de animales en los Países Bajos durante el brote de peste porcina clásica en 1997/98 y 6,24 millones en Gran Bretaña durante la crisis de fiebre aftosa de 2001.

Según la FAO, *la eliminación de cadáveres sacrificados presenta enormes implicaciones ambientales; durante las primeras seis semanas del brote de fiebre aftosa en el Reino Unido, la incineración de cadáveres liberó una cantidad de dioxinas a la atmósfera igual a aproximadamente el 18 por ciento de las emisiones anuales del Reino Unido, y además el sacrificio en masa de animales provocó una pérdida de biodiversidad de las poblaciones ganaderas nativas, con algunas razas en una situación crítica de peligro de extinción tras el brote de fiebre aftosa* [324, Brough D., 2002].

En 2000, el EURA informó que la industria de subproductos animales manufactura productos con un valor anual superior a 2.200 millones de euros, lo que representa una fuente de ingresos muy importante para el sector agrícola europeo [24, EURA, 1997].

En los últimos años la crisis de la EEB ha provocado un aumento significativo en los costes de los mataderos para la eliminación de sus residuos animales. Para mantener los costes al mínimo, la mayoría han buscado contratos con las grandes empresas de aprovechamiento, ofreciendo ahorros de escala. A causa de la competencia feroz, muchas empresas de aprovechamiento quebraron o fueron adquiridas por las empresas mayores. El resultado es que actualmente sólo hay dos grandes empresas de aprovechamiento en el Reino Unido y unas 20 empresas más pequeñas [12, WS Atkins-EA, 2000].

Los costes del tratamiento y eliminación de subproductos animales han aumentado y, a través de la cadena alimentaria cárnica, este aumento ha llegado al cliente final [18, UKRA, 2000]. Por ejemplo, en el Reino Unido antes de la crisis de la EEB se vendían muchos subproductos animales, incluidos animales muertos naturalmente, a las empresas de aprovechamiento y las tarifas de recogida eran mínimas. Las prohibiciones de la Comisión Europea limitando el uso y la exportación de proteínas animales procesadas a partir del 1 de enero de 2001 han comportado costes adicionales de almacenamiento y eliminación [18, UKRA, 2000]. Las empresas de aprovechamiento ahora imponen tarifas significativas para la recogida de subproductos animales.

El número de casos de EEB en el Reino Unido ha superado ampliamente a los de cualquier otro lugar de Europa, y esto ha llevado a que el reino Unido e Irlanda tomen acciones preventivas, con consecuencias económicas, por delante de otros EM. En el Reino Unido, antes de la crisis

de la EEB, el valor de las proteínas y grasas producidas por la industria de aprovechamiento era de 150 millones de libras esterlinas; en 2000 había caído a cerca de 50 millones de libras [17, UKRA, 2000]. En 1996 la MAFF proporcionó un apoyo económico temporal de 100 millones de libras esterlinas para evitar el colapso de la industria cárnica. En 1997/98 proporcionó 59 millones de libras adicionales [18, UKRA, 2000].

La respuesta del Reino Unido de prohibir el suministro de proteínas animales procesadas a todo el ganado, y no sólo a los rumiantes, y de prohibir las exportaciones a terceros países antes que al resto de la UE, impuso unas cargas económicas en la industria cárnica del país muy superiores a las experimentadas en otros lugares en ese momento.

En el Reino Unido el gobierno retiró su apoyo a la industria cárnica en 1998. Hasta que se descubrieron casos de EEB en algunos EM, por primera vez, a partir de diciembre de 2000 su mercado de harina animal no se vio afectado en general, aunque se había prohibido el suministro de proteínas animales procesadas en el pienso de rumiantes. Los otros EM aprobaron leyes para restringir rápidamente su uso aún más.

Cada EM establecía sus propios acuerdos económicos para el pago del aprovechamiento y de la eliminación subsiguiente de harina animal. En Dinamarca, el sistema cooperativo, por el cual las granjas, mataderos y plantas de aprovechamiento son de propiedad conjunta, hace que los costes adicionales pasen al consumidor y no hay apoyo gubernamental. En Italia, Francia y los Países Bajos el coste recae en el consumidor. En Alemania se puede proporcionar apoyo a las plantas de aprovechamiento. En Francia el gobierno financia la recogida, el procesado y la eliminación de MER y de todos los rumiantes, cerdos y aves con impuesto sobre las ventas de carne que recae en el cliente y representa aproximadamente 59 millones de libras esterlinas anuales [21, UKRA, 2000].

Se proporcionaron compensaciones temporales a los granjeros incapaces de conseguir el “precio de base”, es decir, el valor mínimo de mercado, aplicable en su EM, para los bovinos adultos y terneros. El esquema se denominó “esquema de más de treinta meses” (*over thirty months scheme*, OTMS). El coste se repartió entre la Comisión Europea, que pagó el 70%, y el EM, que pagó el 30%. El OTMS estaba destinado a bovinos no elegibles para compras de intervención, mayor de 30 meses de edad y cuyos análisis de EEB hubieran resultado negativos. El precio pagado a los granjeros por estos animales, ya no disponibles para el consumo humano, se fijaba sobre la base del precio de mercado en los EM, según la categoría de calidad de la carne implicada. Para los EM sin una capacidad completa de análisis, las disposiciones del esquema de compra para destrucción permanecieron en vigor hasta el 30 de junio de 2001, cuando entró en vigor el análisis obligatorio. El objetivo era evitar que carne de bovino de más de 30 meses que no hubiera pasado por análisis de EEB entrara en la cadena alimentaria.

La prohibición continuada sobre el uso de proteínas animales procesadas en el pienso de animales criados para la alimentación ha llevado a la diversificación de la industria de subproductos animales hacia la incineración y a la investigación de vías alternativas de eliminación de los subproductos y, en particular, de material EET y MER. La industria del aprovechamiento sigue procesando la mayoría de subproductos animales no destinados al consumo humano, aunque algunos se almacenan congelados para su futura incineración.

1.4.2 El coste económico del consumo y las emisiones

Consideraciones generales

La minimización de los niveles de consumo y emisión tiene, en muchos casos, beneficios económicos directos. Esto puede observarse, por ejemplo, en los menores costes energéticos y en una menor exigencia de utilizar técnicas de eliminación “a final de línea”.

Algunos de los costes económicos asociados con el consumo de recursos y las emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo son fáciles de medir. El uso de algunos recursos como la electricidad, los combustibles y, en algunos casos, el agua se miden para su pago. En algunas

instalaciones se realizan mediciones al nivel de las operaciones unitarias para controlar e identificar posibles áreas de reducción de los niveles de consumo. Algunas emisiones, como los residuos sólidos, son retiradas para su eliminación por contratistas de residuos que cobran por carga unitaria transportada. Algunos subproductos animales que ahora se consideran residuos anteriormente se utilizaban y, en algunos países, se vendían para obtener beneficios. La obtención y mantenimiento del equipo de eliminación (p. ej. la sustitución del material de filtros) también se puede cuantificar de forma relativamente fácil.

Se pueden cuantificar algunos de los costes, asegurados y no asegurados, asociados con la limpieza y reparación de daños, a la planta o al medio ambiente, tras un accidente.

La medición los costes económicos completos del consumo y las emisiones implica concentrar esfuerzos. Por ejemplo, deben tenerse en cuenta todas las horas-trabajador empleadas en la identificación, planificación, compra, instalación, puesta a punto, operación, ajuste, mantenimiento, limpieza, reparación y transporte del equipo para la eliminación de contaminación.

Puede ser más difícil calcular de forma precisa los costes asociados con el cambio de técnicas operativas y de tecnología que mejoran el rendimiento ambiental y tienen un efecto sobre el proceso, por diversas razones, como el elemento de ahorro debido, por ejemplo, a la reducción en el consumo eléctrico.

Algunos ejemplos

Agua

El coste del agua depende de factores como si se compra de una fuente externa o se obtiene directamente en la instalación y de qué pretratamiento es necesario, como el ablandamiento. La actitud frente al uso del agua varía considerablemente en función, hasta cierto punto, de su coste. Algunos usuarios que disponen de sus propias fuentes abundantes y de instalaciones de extracción, no consideran que el agua sea un aspecto clave ambiental.

La Directiva-Marco sobre el agua [180, CE, 2000] considera estas cuestiones y se propone asegurar que todos los usuarios paguen por el agua que utilizan. Esta Directiva introduce un principio de recuperación de los costes de los servicios del agua, incluyendo costes ambientales y de recursos asociados con cualquier daño o impacto negativo sobre el medio ambiente acuático, invocando, en particular, el principio de “quien contamina paga”. Requiere que las políticas de establecimiento de precios del agua proporcionen incentivos adecuados a los usuarios para que utilicen los recursos hídricos de forma eficiente. La política que favorece un mayor consumo de agua porque el suministrador la facilita a menor precio unitario si se consume más, no debe tener más fundamento.

El vínculo entre consumo de agua y uso energético es muy importante en los mataderos y empresas de subproductos animales. Normalmente, alrededor de la mitad del agua usada en un matadero se calienta a 40 – 60 °C y alguna hasta 82 °C. En Inglaterra y Gales, en 1998, los mataderos que basaban su suministro de agua en las empresas locales, acostumbraban a pagar 0,70 GBP (1,13 EUR)/m³. Si el agua requiere ablandarse antes de su uso, los costes de procesado del agua en el emplazamiento pueden aumentar el precio en 0,30 GBP (0,48 EUR)/m³ adicionales. Por cada aumento de 10 °C en la temperatura del agua hay un coste adicional de 0,16 GBP (0,26 EUR)/m³, si el agua se calienta con gas, o de 0,47 GBP (0,76 EUR)/m³ si se calienta eléctricamente (1998) [12, WS Atkins-EA, 2000, 67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

El usuario no debe pagar sólo por el consumo de agua. El agua debe tratarse antes de verterse. Tanto si el tratamiento se realiza en el emplazamiento como en una EDAR municipal el consumidor deberá pagar. La EDAR deberá poder tratar el volumen y la carga contaminante. La reducción de ambos parámetros reducirá la inversión y los costes de operación de la EDAR. Las EDAR, al igual que otras técnicas de “final de línea”, sólo controlan las emisiones; no añaden

otros beneficios a la productividad, por ejemplo, tal como pueden hacerlo las técnicas “integradas en el proceso” [327, CE, 2002].

En Dinamarca, la mayoría del tratamiento de aguas residuales se lleva a cabo en colectores municipales; en el matadero sólo se realiza la eliminación de sólidos utilizando un filtro con una malla de 2 mm. El agua residual se considera deseable para el proceso de desnitrificación y las tarifas extra se calculan normalmente según los niveles de DBO. Los costes del agua en 1998 eran en promedio de 14 – 16 DKK/m³. Se carga una “ecotasa” en la planta de descarga final [134, Países nórdicos, 2001].

En Italia, la mayoría de mataderos extraen aguas subterráneas directamente y la tratan hasta un estándar de agua potable. Varios mataderos pequeños utilizan el suministro de agua local. El coste del agua de la red pública depende del emplazamiento particular y del volumen. El coste medio es de 0,80 EUR/m³. El coste de extracción y tratamiento de agua de pozos es de unos 0,16 - 0,20 EUR/m³, según su profundidad. Si es necesario el ablandamiento, sólo para el agua que debe ser calentada para producción de vapor, debe pagarse un coste adicional de 0,24 EUR/m³. La calefacción del agua cuesta 0,52 EUR/m³ por cada aumento de temperatura de 10 °C. El coste medio del tratamiento de aguas residuales, incluyendo la eliminación de fangos, es de 0,5 – 0,7 EUR/m³. Algunos mataderos vierten sus aguas residuales en los colectores municipales tras un pretratamiento físico-químico a un coste de 1 – 2 EUR/m³, más 0,35 EUR/m³ para el tratamiento en EDAR [237, Italia, 2002].

Todos los mataderos finlandeses vierten sus aguas residuales en EDAR municipales. Algunos disponen de sus propios sistemas de pretratamiento (flotación). No hay ecotasas sobre el consumo de agua para los mataderos, pero el precio del agua consiste en un coste del agua limpia y un coste de las aguas residuales. Las tarifas varían tanto de empresa a empresa que no tiene sentido citar un promedio [134, Países nórdicos, 2001].

Los costes del agua en los mataderos suecos son habitualmente de 15 – 18 SEK/m³. Esto incluye el uso de agua limpia y el tratamiento de las aguas residuales en EDAR municipales. En el caso en que los mataderos dispongan de su propio suministro de agua, los costes se reducen significativamente.

Las tarifas para el uso del agua y el vertido de aguas residuales se basan en el uso medido, aunque consisten en una tarifa por el agua y una tarifa por el vertido. Las tarifas extra por niveles de contaminación especialmente altos se utilizan muy raramente, pero cuando se aplican acostumbran a consistir en un pago extra del 20% de la tarifa estándar [134, Países nórdicos, 2001].

Energía

Se dispone de alguna información relativa a la relación entre la economía y el impacto ambiental de la industria cárnica. En su forma más simple se pueden comparar los costes energéticos anuales de una instalación con sus beneficios anuales. Esta comparación no considera en su totalidad el impacto ambiental de la generación de energía (por ejemplo la extracción del combustible y la construcción y operación de una central eléctrica); sin embargo, demuestra que si se reduce el uso de energía los beneficios pueden ser mayores. Un estudio del MLC en instalaciones de carne roja en 1987 descubrió que los beneficios medios eran del mismo orden de magnitud que los costes energéticos. El estudio concluyó que había un campo considerable para la mejora de los beneficios mediante una mayor eficiencia operativa. Un estudio del Reino Unido en 1991 demostró que en la industria de mataderos de carne roja, aunque la electricidad representaba menos del 39% del gasto total de energía, implicaba el 78% de los costes energéticos [57, DoE, 1993]. Por lo tanto, la reducción en el gasto eléctrico es un objetivo recomendable tanto a nivel ambiental como económico.

En Dinamarca se carga una ecotasa en el suministro eléctrico. En 2000 el coste medio de la electricidad para los mataderos fue de 0,48 DKK/kWh. Dinamarca tiene un sistema de

calefacción urbana sujeto a ecotasas. El coste medio de energía para calefacción en el año 2000 era de 0,165 DKK/kWh [134, Países nórdicos, 2001].

En Italia el precio medio de la electricidad es de 0,087 EUR/kWh. Para el gas natural el precio medio es de 0,248 EUR/m³ de gas, equivalente a 0,03 EUR/kW térmico [237, Italia, 2002].

En Finlandia hay una ecotasa sobre el suministro eléctrico de 0,026 FIM/kWh (0,1 EUR/kWh). El coste de la electricidad varía, según el suministrador, entre 0,22 y 0,37 FIM/kWh (entre 0,1 y 0,6 EUR/kWh) (precio de la electricidad + coste de transferencia + todos los impuestos). La energía para calefacción utilizada en los mataderos se genera con fueloil ligero o pesado, con unas ecotasas a una tarifa de 0,40 FIM/l (0,7 EUR/l) y 0,34 FIM/l (0,6 EUR/l), respectivamente [134, Países nórdicos, 2001].

En Suecia la industria está exenta de impuestos sobre la energía. La electricidad cuesta 0,23 - 0,30 SEK/kWh. El coste de calefacción para los procesos y las habitaciones varía según el método de producción. Algunos mataderos utilizan virutas de la industria forestal, pero también se utilizan fueloil y gasoil. El coste es similar al de la electricidad, a no ser que se determine que es rentable invertir en recuperación de calor [134, Países nórdicos, 2001].

La industria cárnica noruega paga un promedio de 0,265 NOK/kWh por la energía eléctrica. En el caso del petróleo el coste es de unas 0,35 NOK/kWh (o 3,50 NOK/l). Aproximadamente el 65% de la energía consumida procede de la electricidad y el resto es del petróleo. El coste medio energético es de 0,295 NOK/kWh. La industria cárnica noruega está exenta de impuestos sobre la electricidad.

1.5 Influencias de la legislación alimentaria y veterinaria

Existen otros requisitos legales y prohibiciones que deben tenerse en cuenta al identificar las mejores técnicas disponibles en mataderos e industrias de subproductos animales. Existen requisitos específicos relativos, por ejemplo, a la seguridad alimentaria y al bienestar animal.

La Directiva del Consejo 91/497/CEE de 29 de julio de 1991, por la que se modifica y consolida la Directiva 64/433/CEE sobre problemas sanitarios que afectan al comercio intracomunitario de carne fresca y la amplía a la producción y comercialización de carne fresca [169, CE, 1991] y *la Directiva del Consejo 92/116/CEE de 17 de diciembre de 1992 por la que se modifica y actualiza la Directiva 71/118/CEE sobre problemas sanitarios que afectan al comercio de carne de ave fresca* [223, CE, 1992] establecen los requisitos higiénicos principales para los mataderos. Algunos de estos requisitos tienen consecuencias ambientales significativas, por ejemplo en términos de consumo de agua y energía.

Hay legislación, también muy relevante para las actividades de subproductos animales consideradas en este documento, que se ha tenido en cuenta, como el *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano* [287, CE, 2002].

Mientras que la legislación veterinaria, sobre bienestar animal y sobre otros productos alimentarios tiene influencia en los procesos y técnicas que se aplican (p. ej. respecto a los requisitos de temperatura del agua en mataderos), el Reglamento 1774/2002/CE va más allá. Estipula tratamientos específicos que requieran, por ejemplo, la calefacción de materiales a una cierta temperatura durante un tiempo determinado; establece los usos y vías de eliminación permitidos o requeridos para los subproductos animales no destinados al consumo humano. En el caso en que haya más de un proceso permitido según el Reglamento ABP 1774/2002/CE, los operadores pueden decidir cuál seguir de acuerdo a preferencias comerciales o consideraciones económicas. Por lo tanto, estas decisiones pueden diferir a nivel geográfico o a lo largo del tiempo.

El Reglamento ABP 1774/2002/CE permite la aprobación de procesos actualmente no especificados para el uso o eliminación de subproductos animales no destinados al consumo humano y se remite a procedimientos para esta aprobación.

El objetivo de aplicar el Reglamento ABP 1774/2002/CE es evitar que subproductos animales derivados de animales no aptos para el consumo humano según análisis sanitarios, entren en la cadena alimentaria y, por consiguiente, presenten un riesgo a la salud animal o pública. El Reglamento ABP 1774/2002/CE también se aplica a partes de animales sacrificados aptos para el consumo humano pero que no se destinan al consumo humano por razones comerciales.

Algunos de los materiales procesados por la industria de subproductos animales son comestibles y consumidos por el hombre. Algunas de las actividades consideradas en este documento producen alimento para consumo humano y se ha procurado que en ningún caso se presenten conflictos con la legislación sobre seguridad alimentaria pertinente.

Hasta hace poco, la legislación UE sobre la industria de subproductos animales se refería a los tejidos animales no consumidos directamente por el hombre como “residuos”. La práctica actual de utilizar el término “subproducto” para los materiales, reserva el uso de “residuos” a los subproductos eliminados como residuos.

2 PROCESOS Y TÉCNICAS QUE SE APLICAN

2.1 Matanza

2.1.1 Actividades descritas en este capítulo

Este capítulo describe las actividades de mataderos e instalaciones de subproductos animales consideradas en este BREF. Las relaciones entre las actividades posteriores del matadero se ilustran de forma muy general y simplificada en la Figura 2.1. El uso final o vía de eliminación de muchos subproductos específicos de la matanza y del tratamiento de las aguas residuales de mataderos e industrias de subproductos animales varía a nivel geográfico y a nivel temporal. Ello depende de si los subproductos se consideran, de acuerdo con la legislación alimentaria y veterinaria, aptos para el uso como alimento humano, alimento de mascotas o pienso para ganado; también depende de factores económicos y según tradiciones y preferencias locales y nacionales. Las tradiciones locales/nacionales son un factor destacable por lo que respecta a, por ejemplo, la decisión de escoger entre el uso del vertido, la incineración o la producción de biogás, y pueden quedar determinadas por la legislación local.

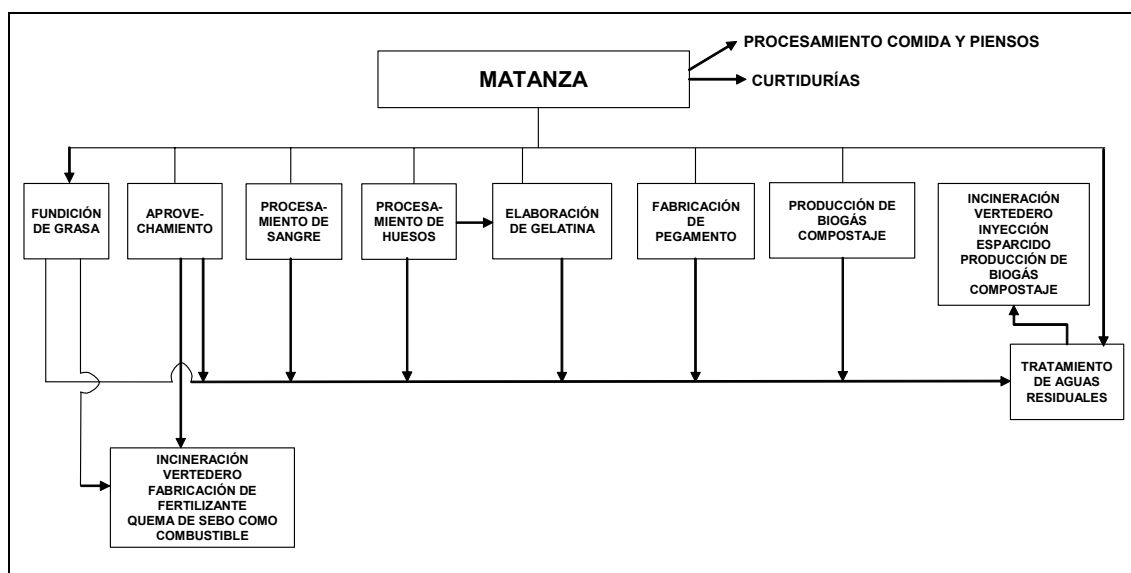


Figura 2.1: Relaciones entre mataderos y actividades posteriores (resumen)

En primer lugar, en la sección 2.1 se describen las operaciones unitarias en mataderos. Esta sección se divide en sacrificio de grandes animales y sacrificio de aves. Aunque muchos aspectos ambientales son comunes a ambos, los procesos específicos difieren considerablemente. A continuación se describen los diferentes procesos en instalaciones individuales de subproductos animales, en la sección 2.2 y en el orden siguiente: fundición de grasa, aprovechamiento, procesado de harina y aceite de pescado, procesado de huesos, procesado de la sangre, elaboración de gelatina, incineración, cremación del sebo, esparcimiento/inyección, producción de biogás y compostaje. A continuación se describen algunos procesos de tratamiento de aguas residuales que se aplican en las industrias, primero para los mataderos y luego para las instalaciones de subproductos animales.

2.1.2 Sacrificio de grandes animales

Las operaciones de procesado en los mataderos varían según el tipo de animal sacrificado. La diferencia más importante es que para el ganado bovino y ovino se retira la piel, mientras que para el porcino se mantiene, aunque se eliminan las cerdas y se chamusca la piel. Otras diferencias están relacionadas con el tamaño y la fisiología animal [12, WS Atkins-EA, 2000].

El proceso de matanza, aunque implica una intensidad de trabajo relativamente alta, se está automatizando cada vez más. Por ejemplo, se está desarrollando maquinaria para mecanizar la preparación de canales y esto tiende a incorporar el lavado automático de canales en cada etapa. En una hora se pueden sacrificar hasta 140 bovinos y 600 porcinos; por lo tanto, a nivel diario en un matadero se pueden sacrificar centenares de bovinos y miles de porcinos.

2.1.2.1 Recepción de animales y estabulación

Los animales se descargan mediante rampas que, preferiblemente, deberían estar al mismo nivel que los camiones, tener una superficie antideslizante y ser lo bastante largas para permitir que los animales adultos pongan las cuatro pezuñas sobre ella. Cuidar el bienestar animal reduce el riesgo de lesiones y los residuos subsiguientes, de forma que también tiene ventajas ambientales [332, COTANCE, 2003]. Tras la descarga de los animales, se limpian los camiones, por razones higiénicas. La mayoría de mataderos disponen de un área de lavado de vehículos para tal propósito. En algunos casos se utilizan camadas, como paja o serrín; en este caso se retiran del vehículo durante el lavado tras cada entrega. El agua del lavado se vierte para el tratamiento de aguas residuales y se recogen el estiércol y la camada usada.

En condiciones ideales, los animales deben llegar al matadero limpios, aunque pueden ensuciarse durante el viaje, a causa del estiércol, y una opción es el lavado a la llegada. El lavado de animales vivos puede provocar problemas si no se deja bastante tiempo para que se sequen antes del sacrificio. Las pieles y cueros húmedos pueden deteriorarse más rápidamente que las secas [332, COTANCE, 2003]. Existen puntos de vista divergentes sobre el valor del esquilado; se ha fomentado para minimizar el riesgo de contaminación del cadáver y de exposición del operario a *Escherichia coli* 0157.

A menudo los animales se mantienen en el establo para recuperarse del estrés del viaje. Esto mejora la calidad de la carne al permitir que los valores de adrenalina y glucógeno vuelvan a sus cifras normales. Los cerdos no tienen glándulas sudoríparas y son sensibles al estrés por calor en climas cálidos; para evitarlo se mantienen frescos mediante una pulverización fina de agua aplicada con duchas en los cercados o boxes del establo.

La mayoría de animales se retienen sólo durante un par de horas antes del sacrificio, pero algunos pueden mantenerse toda la noche para facilitar un inicio temprano a la mañana siguiente. En general, los granjeros prefieren que sus animales se sacrifiquen el día de la llegada, ya que cobran por peso del cadáver de cada animal y muchos creen que disminuye si se mantienen los animales durante la noche.

Se utilizan diversos tipos de suelo en los establos. Los más habituales son el suelo de cemento sólido; el suelo de cemento perforado, para permitir un buen agarre de los animales; o suelos de cemento enrejado con drenaje bajo el suelo conectado a tanques de purines. Por razones de bienestar animal, en general el suelo de cemento calado no se utiliza para el ganado ovino ya que sus pezuñas pueden quedar atrapadas en el calado. Parece que los suelos de malla suspendida funcionan bien en establos de ovinos y, al igual que los suelos calados, permiten que la suciedad caiga a través suyo y genere calor, que ayuda a secar los animales antes del sacrificio. Los establos para ovejas/corderos a menudo son simples y pueden consistir simplemente en un tejado con soportes y sin muros.

Las camadas se utilizan poco, pero un veterinario oficial insistirá en que haya la suficiente camada para evitar que los animales se ensucien en el establo y/o que haya la suficiente camada seca para secar todos los animales mojados. También se utiliza generalmente para la estabulación durante la noche. Normalmente es de paja, aunque en algunas instalaciones se utiliza serrín o papel; debe ser seco y de buena calidad. Los establos se acostumbran a limpiar mediante palas, retirando el estiércol sólido y la paja en una cuba y, a continuación, lavando el suelo del establo con mangueras de bajo volumen a alta presión (BVAP). En Italia, los establos se lavan y desinfectan cada vez que se vacían [331, Italia, 2003].

La paja y el estiércol de los vehículos de transporte y de los establos se puede utilizar como fertilizante, de acuerdo con la legislación sobre salud pública.

Las ovejas y los corderos se pueden esquilar antes de la matanza, pero esto puede reducir el valor de la piel, ya que elimina la posibilidad de producción “a doble cara”, es decir, pieles curtidas con la lana, y reduce las posibilidades de recuperar la lana de la piel.

El ganado sucio puede tener masas de estiércol atrapadas en el pelo. Este material se retira antes del sacrificio, normalmente esquilando el pelo. En algunos mataderos los animales se lavan con mangueras potentes [288, Durkan J., 2002].

2.1.2.2 Matanza

Los animales se sacan del establo a lo largo de un pasaje vallado o amurallado construido de tal forma que deban pasar en fila india o en pequeños grupos hasta el lugar en que se aturden y sacrifican.

El ganado se lleva uno a uno hasta un box de aturrido, que evita que el animal se mueva y que tiene el suelo y los costados basculantes. La cabeza del animal debe colocarse de manera que el equipo de aturrido se pueda aplicar y operar fácilmente, de forma precisa y durante el tiempo adecuado. La autoridad competente puede autorizar el uso de apoyacabezas [115, CE, 1993]. Después del aturrido el animal cae al suelo del box, el operario actúa sobre una manija que abre el costado del mismo y permite que el animal se deslice hasta una zona específica de recepción en el suelo de la sala de sacrificio.

El ganado se aturde antes del sangrado, normalmente utilizando una pistola de perno cautivo activada por gas comprimido procedente de un compresor de aire o un cartucho de fogeo. La pistola se coloca con precisión en un punto en la línea mediana del cráneo, por encima del nivel del canto medial periorbital. Los bueyes y verracos, que tienen grandes cráneos, a veces se los aturde con balas de rifle. También se utilizan algunas pistolas de percusión no penetrantes. Una pistola de perno cautivo, conocida como aturridor de Hantover, también inyecta aire, destrozando el cerebro; esto puede provocar que entre materia del sistema nervioso central en el torrente sanguíneo. No se usa en Alemania, España, Irlanda ni el Reino Unido [202, APC Europe, 2001].

El descabello durante la matanza está prohibido por ley, para evitar la transmisión de EET [173, CE, 2001]. Hay cierta resistencia a la prohibición del descabello en base a la seguridad de los empleados del matadero [111, CE, 2001]. El descabello consiste en la inserción de una barra larga por el orificio creado por la pistola y reduce las contracciones musculares durante la preparación de la canal. Los papeles y tejidos utilizados para limpiar la pistola de perno cautivo se clasifican como MER. El aturrido eléctrico del ganado se practica en los Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda [332, COTANCE, 2003].

Las ovejas y los cerdos también se aturden antes del sangrado, utilizando una pistola de perno cautivo o pinzas eléctricas. El método de aturrido tradicional para cerdos aplica una corriente eléctrica con unas pinzas parecidas a tijeras o unas placas cabezales de una intensidad de por lo menos 1,3 A a una tensión mínima de 190 V, durante unos 5 s. En el caso de ovejas la intensidad acostumbra a ser de 1 A como mínimo. Para los cerdos, en los últimos años se ha popularizado el uso de baños de CO₂; el cerdo se expone al gas en dos etapas: primero una mezcla del 30% de CO₂ para aumentar la respiración y luego una mezcla de 70 – 82% de CO₂ (según el tamaño de los cerdos) para anestesiarnos. La concentración del CO₂ para aturdir a los cerdos debe ser por lo menos del 70% en volumen [115, CE, 1993].

La eliminación de la máxima cantidad de sangre posible es importante para maximizar la calidad de la carne. En muchos casos, animales como cerdos y ovejas pueden sacrificarse por

electrocución, en lugar de sólo aturdirlos eléctricamente. En los cerdos el paro cardíaco no afecta al ritmo ni cantidad del sangrado.

Tras el aturrido los animales se cuelgan por una o ambas patas posteriores sobre un raíl elevado que transporta las canales a través de los procesos intermedios y hasta la unidad de refrigeración. Los mataderos pequeños de varias especies pueden tener una línea común de matanza y procesado, en la que la altura de la estación de trabajo puede ajustarse a la de la canal. Los grandes mataderos acostumbran a funcionar con líneas separadas de matanza y de procesado para especies diferentes.

Por lo menos en un matadero danés, el ganado bovino se vuelca desde el box de aturrido sobre una mesa, en la que se seccionan las arterias del cuello. A continuación el animal se amarra y se levanta con una plataforma elevadora hasta la posición colgada para su sangrado.

Durante el sacrificio ritual, es obligatorio el uso de sistemas de retención de bovinos antes de la matanza utilizando métodos mecánicos para evitar dolor, sufrimiento, agitación y lesiones o golpes a los animales [115, CE, 1993].

2.1.2.3 Sangrado

La legislación UE sobre bienestar animal establece que el sangrado debe iniciarse lo más pronto posible tras el aturrido y que debe llevarse a cabo de forma que se consiga un sangrado rápido, profuso y completo [115, CE, 1993]. En cualquier caso debe realizarse siempre antes de que el animal recupere la conciencia. Hay disposiciones especiales en la legislación aplicables al sacrificio según determinados ritos religiosos. En los EM de la UE la autoridad religiosa en nombre de la cual se realiza el sacrificio es la autoridad competente para la aplicación y control de estas disposiciones, bajo responsabilidad del veterinario oficial. En otros casos todos los animales aturridos deben sangrarse seccionando al menos una de las arterias carótidas o los vasos de las que derivan. Tras el seccionado de los vasos sanguíneos no se pueden realizar otros procesos de preparación o de estimulación eléctrica hasta que el sangrado se haya completado. El sangrado también ayuda a la conservación de la carne, al eliminar un medio de cultivo de microorganismos.

Las canales se sangran sobre un recipiente o tanque para recoger la sangre. En algunos mataderos los tanques de sangre sólo pueden contener la sangre de un número pequeño de animales (10, por ejemplo) para asegurar que si se contamina la sangre de un animal o si una canal se declara insalubre tras la inspección veterinaria, sólo se tenga que eliminar una pequeña parte de la sangre.

El recipiente de la sangre acostumbra a estar equipado con un desagüe doble, una apertura para que la sangre pueda bombearse a una cisterna para su eliminación y otra para el agua de limpieza; unos tapones removibles sellan las aperturas cuando no se usan. Algunos mataderos han instalado colectores adicionales de recogida de sangre en otras partes del proceso, como en la plataforma de desollado en la que se desollan las patas traseras.

En los mataderos de bovinos y porcinos, algo de sangre se recoge higiénicamente para el consumo humano (por ejemplo para morcillas o productos farmacéuticos). La recogida higiénica de sangre de los cerdos se puede realizar con el sangrado tradicional, es decir, en pequeñas cacerolas o recipientes, o utilizando cuchillos huecos. El cuchillo hueco es ligeramente más ancho que un cuchillo ordinario y de doble filo. El operario puede mantener el cuchillo en su sitio o puede estar fijado en posición mediante una abrazadera o un pequeño gancho fijado en su base. La sangre pasa por el cuchillo hueco a través del asa y un tubo hasta un recipiente de recogida. Cuando se ha completado el sangrado, el cuchillo se vuelve a colocar en su soporte de transporte para la limpieza automática y se selecciona un cuchillo nuevo para el siguiente animal. Los cuchillos de sangrado y de degüello se pueden lavar, pero no esterilizar a los estándares necesarios para destruir todos los organismos patógenos,

especialmente los agentes de EET, en el intervalo de tiempo entre dos matanzas consecutivas [202, APC Europe, 2001].

Normalmente se recogen un total de entre 2 y 4 litros de sangre de cada cerdo y entre 10 y 20 litros por cabeza de vacuno. Tras la recogida del flujo inicial de sangre, los animales se cuelgan sobre un recipiente de sangre para recoger el resto de sangre que cae libremente. Aunque se considera que el uso de cuchillos huecos es un buen sistema para obtener sangre de alta calidad, permite recoger una menor cantidad de sangre en esta etapa en la línea de matanza y, por tanto, aumenta el potencial de que la sangre siga goteando de la canal y contaminando posteriormente las aguas residuales [220, APC Europe, 2001]. La menor cantidad obtenida está asociada a la contrapresión por el uso del cuchillo hueco y al tiempo que éste permanece en el animal. En la mayoría de casos el tiempo se limita a 20 – 40 segundos a causa de la velocidad de operación de la línea de matanza. En la práctica los cuchillos huecos sólo se utilizan en los grandes mataderos y sólo durante el tiempo requerido para obtener la cantidad necesaria de sangre de calidad alimentaria. Además, no es posible que el operario sepa si la incisión de los vasos sanguíneos ha sido precisa [260, EAPA, 2002].

Normalmente, la sangre recogida se bombea del recipiente a un tanque o cisterna refrigerado, donde se le añaden aditivos, como ácido cítrico o citrato de sodio, para evitar la coagulación. La adición de 100 ml por cerdo de una solución de citrato de sodio al 20% se puede realizar automáticamente utilizando un caudalímetro. Alternativamente, se puede retirar la fibrina que une los coágulos de sangre agitando con una pala. También se pueden utilizar placas intercambiadoras de calor para enfriar la sangre a una temperatura de unos 2 °C. La sangre puede agitarse continuamente en el tanque [260, EAPA, 2002]. En el Reino Unido aproximadamente el 15% de la sangre de mamíferos se enfría antes de la recogida y el procesado; la razón principal es mantener la funcionalidad de las proteínas plasmáticas (por ejemplo, para su uso en alimento para mascotas). El almacenamiento de sangre por encima de 10 °C plantea rápidamente problemas de olores.

Algunos mataderos del Reino Unido utilizan un proceso de acondicionamiento eléctrico para mejorar la calidad de la carne para canales de vacuno, cerdos y corderos. En un matadero las canales de cerdos se someten a 600 V durante 5 minutos en un sistema de cinta transportadora. Los informes apuntan que el sangrado con un cuchillo hueco junto con la estimulación eléctrica (por ejemplo 40 V durante 1 minuto) facilita el desollado y mejora la calidad de las pieles y los cueros, a causa de un *rigor mortis* más temprano. También se apunta que el pH de la carne se reduce de 7,0 a 5,6 en 2 horas en lugar de en 18. Hay cierta discusión sobre si también puede ayudar a eliminar la sangre de la canal.

La sangre tiene la mayor DQO de cualquiera de los líquidos efluentes que aparecen en las operaciones de procesado de la carne. La sangre líquida tiene una DQO de unos 400 g/l y una DBO de unos 200 g/l. El confinamiento de la sangre, por tanto, es uno de los controles ambientales más importantes en un matadero. Las fugas de sangre son uno de los posibles accidentes ambientalmente más dañinos que pueden ocurrir. La fuga de los tanques de sangre ha ocurrido cuando las bombas de los recipientes se han mantenido en funcionamiento toda la noche durante la limpieza de suelos, provocando el desbordamiento. La sangre puede llegar a los cursos de agua locales o causar problemas en una EDAR en el emplazamiento a causa de una sobrecarga súbita. Estos riesgos pueden reducirse instalando una alarma de nivel en el tanque de sangre, conectada a un dispositivo automático de corte de las bombas en el recipiente de recogida de sangre; ahí una válvula de flotador acciona un interruptor eléctrico y un solenoide activa una válvula, que evita cualquier adición posterior [288, Durkan J., 2002].

Durante el sangrado la sangre se coagula en la base y las paredes del recipiente. Esta sangre coagulada se elimina con un chorro de agua y va a parar directamente a la EDAR o, en algunos mataderos, se recoge mediante palas, haraganes o por aspiración al vacío y se bombea la máxima cantidad posible a una cisterna de sangre. Esta sangre coagulada puede aprovecharse pero no usarse en el procesado de sangre. En la mayoría de mataderos el recipiente de recogida de sangre está inclinado y es curvado, de forma que la sangre parcialmente coagulada se pueda

dirigir hacia el desagüe y hacia la cisterna. Si la sangre coagulada se recoge en primer lugar, se pueden utilizar unos pocos litros de agua (normalmente con permiso de la empresa de aprovechamiento) para aclarar la sangre hacia la cisterna. Entonces se abre el tapón en el desagüe que lleva a la EDAR y se vacía todo el recipiente con agua.

Tradicionalmente, algunos mataderos han permitido que toda o una parte significativa de la sangre que recogen vaya a sus EDAR. Esto siempre se ha considerado una mala práctica, a causa de la alta DQO y DBO y porque también elimina la posibilidad de otras vías para el uso y eliminación de la sangre. Esta vía no está permitida según el Reglamento ABP 1774/2002/CE, que especifica las vías permitidas para el uso y la eliminación, según la categoría, tal como se define en el mismo Reglamento.

2.1.2.4 Desollado

Las máquinas para el desollado acostumbran a estirar la piel/cuero de la canal. Se enganchan dos cadenas a la piel/cuero que luego se enrollan en un tambor para estirar la piel/cuero. Algunas pieles de oveja se quitan manualmente, pero también es habitual el proceso automatizado. Las pieles y cueros se envían a las curtidurías para la elaboración de productos de piel. En algunos mataderos, las pieles y cueros se salan para mejorar su conservación, tal como se describe en la sección 2.1.2.13.

Los cuchillos y herramientas similares, como las desolladoras, que son herramientas neumáticas con protecciones habitualmente usadas para minimizar los cortes en el desollado, se utilizan para retirar las pieles y cueros animales. Tienen tendencia a contaminarse con materia fecal. Se tiene cuidado para asegurar que los cuchillos sucios no se utilicen en ninguna operación en que la carne de la canal quede expuesta. Deben descontaminarse inicialmente para eliminar cualquier resto y a continuación, por ejemplo, sumergirse en agua caliente a 82 °C durante 10 segundos.

En algunos mataderos las canales de cerdos se desollan como las canales de bovinos. Los cerdos se lavan antes de retirar la piel con una desolladora. La desolladora está impulsada por un motor potente o pistón hidráulico y estira la piel de la canal. El eje vertebral del animal se puede reforzar temporalmente mediante una breve estimulación eléctrica que tensa los músculos, en caso contrario algunas desolladoras pueden provocar una separación de las vértebras, especialmente en ganado joven [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

Tras el desollado las canales se transportan a la parte de la línea de matanza conocida como “línea de matanza limpia”, para su preparación, mientras las pieles y cueros se llevan a la zona de tratamiento de pieles y cueros.

2.1.2.5 Decapitación y despezuñado de bovinos y ovinos

Tras el sangrado de los bovinos y ovinos, las patas delanteras, la cola y las ubres/testículos se retiran manualmente mediante cuchillos. En algunos mataderos de bovinos el operario practica un corte en el cuello para permitir que salga más sangre antes de cortar la cabeza. La lengua y los carrillos también se pueden separar para consumo humano, excepto en algunos EM en que los carrillos son MER [113, CE, 2000]. Las cabezas de bovinos y ovinos se lavan, se inspeccionan y se marcan junto con el MER restante y se eliminan.

Las pezuñas se acostumbran a utilizar para la elaboración de colas, pero también pueden servir de base para elaborar alimento de mascotas. Asimismo, se pueden aprovechar en la elaboración de fertilizante de harina de huesos.

2.1.2.6 Escaldado de los cerdos

Las canales de los cerdos acostumbran a pasar por una serie de operaciones unitarias para eliminar las cerdas. Normalmente la canal del cerdo pasa por un tanque de escaldado rotatorio o estático con agua entre 58 °C y 65 °C durante 3 – 6 minutos para ablandar las cerdas y las uñas. En condiciones normales, hay muy poca o nula penetración de calor en la carne, de forma que su calidad no se ve afectada. El escaldado a esta temperatura durante más de 6 minutos daña la piel. Se pueden añadir al agua sales de cal o agentes depilantes, como el borohidruro de sodio, para facilitar el ablandamiento del pelo.

Para un matadero que procese unos 100 cerdos por hora, un tanque de escaldado estático típico sería de unos 4 metros de largo, 1,7 metros de ancho y 0,8 metros de profundidad, y contendría unos 5.500 litros de agua. Un tanque de escaldado rotatorio puede contener unos 2.500 litros de agua y contener hasta 14 canales simultáneamente. Algunos mataderos grandes utilizan un sistema transportador para arrastrar la canal por un tanque más largo con filtrado y reciclaje de agua a contracorriente. En Italia, como los cerdos son mayores, los tanques típicos de escaldado son más grandes, de hasta 10 metros de largo y pueden contener 12.000 litros de agua [237, Italia, 2002].

La calefacción por vapor se acostumbra a utilizar para mantener la temperatura en el tanque de escaldado y se necesita un aporte continuo de agua para compensar la que cae al suelo y en la máquina de depilado. El proceso de escaldado produce algo de vapor y de olores.

Los restos y el fango se acumulan en el tanque de escaldado durante el día. Es habitual vaciar el agua y el fango directamente en el sistema local de recolección de aguas residuales al final de la producción.

Métodos alternativos de escaldado involucran en uso de vapor o de condensación. La contaminación microbiana se puede minimizar con el vapor [27, Universidad de Guelph, sin fecha]. El escaldado por condensación/vapor utiliza aire humidificado. El calor se transmite a la superficie de la canal por condensación del vapor. El calor y la humedad se transmiten al aire de escaldado por atomización de agua caliente en el flujo de aire circulante. Este proceso mantiene una temperatura constante y una humedad del 100% bajo cargas diversas, lo que es crucial para un buen rendimiento del escaldado.

2.1.2.7 Depilado y despezñado de los cerdos

Para retirar las cerdas y uñas de las canales de los cerdos se utiliza una máquina automática de depilado. Está formada por varios mayales pulidores rotatorios, o un sistema similar, que raspan o cepillan la superficie de la canal.

En algunas máquinas depiladoras, las canales se vuelcan (dos simultáneamente) de forma horizontal entre dos conjuntos de mayales pulidores, con un pulverizador de agua por encima para retirar el pelo de la parte inferior de la máquina. El pulverizador de agua se utiliza para desaguar el pelo y las uñas hacia un cedazo primario. En algunos mataderos, las uñas se recogen en seco y se envían a instalaciones de aprovechamiento. En Dinamarca e Irlanda, se aprovecha el pelo y las uñas [243, Clitravi - DMRI, 2002; 288, Durkan J., 2002].

En algunos mataderos, el agua de desagüe se recicla y se vuelve a introducir en la máquina depiladora y se descarga al sistema de recolección de aguas residuales una vez al día. En otros, el pulverizador de agua utiliza agua del sistema de refrigeración de sentido único de la guía transportadora, utilizada para el transporte de los cerdos a través de la unidad de chamuscado.

2.1.2.8 Chamuscado de los cerdos

Las canales de cerdos se chamuscan para eliminar el pelo residual que no ha sido eliminado durante el depilado, para dar una textura de piel más firme y para eliminar microorganismos. La unidad de chamuscado acostumbra a utilizar sopletes de gas propano que se encienden de forma intermitente, normalmente durante unos 20 segundos cada minuto o, alternativamente, quemadores de petróleo, aunque cada vez son menos habituales. Se utiliza propano con preferencia sobre el gas natural por la mayor temperatura de la llama, aunque si el matadero dispone de suministro de gas natural, éste puede utilizarse. Una unidad de chamuscado por gas puede consistir en 40 quemadores preparados para encenderse durante 5 segundos cada vez que entra una canal en la unidad. El tiempo de chamuscado por canal puede variar entre 5 y 15 segundos, según la velocidad de matanza. El grado de chamuscado se controla mediante la cantidad de energía suministrada. Las temperaturas se sitúan alrededor de los 900 – 1.000 °C [12, WS Atkins-EA, 2000; 134, Países nórdicos, 2001; 145, Filstrup P., 1976].

Si la carne de cerdo se debe utilizar para elaborar beicon, a la canal se le da un “chamuscado intenso”, dejando los quemadores encendidos durante el ciclo de producción. Esto produce la corteza. En algunos mataderos se puede realizar un chamuscado manual adicional con quemadores de gas portátiles. Si se ha aplicado un chamuscado intenso la canal pasa al proceso de tratamiento de la corteza, en caso contrario se aclara en agua fría para enfriarla.

Si la carne es para la producción de productos curados italianos se aplica un chamuscado ligero.

2.1.2.9 Tratamiento de la corteza

Tras el chamuscado las canales de cerdos pasan por una máquina de depilación para pulir la piel y para eliminar pelo quemado y otros restos. El pulidor consiste en un conjunto de mayales pulidores rotatorios similares a los de la unidad de depilado. En algunos mataderos, se puede realizar manualmente un pulido adicional de la canal utilizando recortadores de mano. Durante el tratamiento de la corteza se aplica agua para enfriar las canales, ablandar la capa externa de la piel y eliminar los fragmentos de piel.

2.1.2.10 Evisceración

La evisceración implica la eliminación manual de los órganos respiratorios, pulmonares y digestivos. Se realiza extrayendo la vejiga y el útero (si es el caso), los intestinos y el mesenterio, el rumen y otras partes del estómago, el hígado y luego, tras cortar por el diafragma, las entrañas, es decir, el corazón, los pulmones y la tráquea. Los menudos resultantes se colocan en bandejas para su inspección y transporte a la zona de procesado de menudos. El corazón, el hígado, los riñones y los intestinos de no rumiantes se pueden vender para el consumo humano. En algunos mataderos de cerdos, los páncreas se pueden vender a empresas farmacéuticas para producir insulina. Algunas grasas y restos comestibles se pueden aprovechar para elaborar manteca y sebo.

Australia y Nueva Zelanda han desarrollado recientemente sistemas automatizados a gran escala para la evisceración de bovinos y de corderos, respectivamente. Si tienen éxito, estos sistemas están destinados a tener un gran impacto en la industria cárnica, en la que los costes de mano de obra en el matadero siempre han sido un factor clave en la ubicación de los mataderos respecto a las regiones productoras de carne [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

Los menudos, incluyendo los pulmones y la tráquea para todos los animales y el primer estómago para bovinos y ovinos, se pueden utilizar para elaborar alimento de mascotas. Para los bovinos y ovinos, el primer estómago se corta y abre sobre una mesa y se retira el contenido con un proceso húmedo o en seco. En el proceso húmedo, se abre el estómago en un flujo de agua para producir una evacuación que se descarga en un cedazo y luego se bombea hacia un área de

retención. Para terneros, toros de menos de un año y vacas, el contenido del primer estómago pesa hasta 10 kg, 40 kg y 50 kg, respectivamente [248, Sorlini G., 2002].

En el proceso en seco, el primer estómago se abre sin agua. El contenido se retira manualmente y se transporta mediante un sistema neumático o un transportador de tornillo hasta un punto de recogida. El contenido del primer estómago se acostumbra a verter por esparcimiento en tierra agrícola, tras aprobación veterinaria y según las necesidades de nutrientes del suelo. Algunas empresas utilizan un compactador de pistón para reducir el volumen del contenido y facilitar su manipulación. Tras la eliminación en seco del contenido, se lava el primer estómago en agua corriente o recirculada.

La mayoría de mataderos utilizan una canalización circular de aire comprimido para alimentar a los equipos. En estos casos es una práctica estándar utilizarlo para alimentar un sistema neumático que lleve el contenido del primer estómago hasta el punto de recogida.

En algunos mataderos se utilizan equipos de maceración para picar, lavar y centrifugar los menudos restantes antes de enviarlos a la empresa de aprovechamiento. Esto puede reducir su volumen en más del 50%.

No es necesario lavar las canales en el área de evisceración, aunque a veces se realiza si hay contaminación procedente de vísceras en mal estado.

2.1.2.11 Esquinado

Tras la evisceración, las canales de bovinos, ovinos adultos (no los corderos, puesto que no es necesario retirar la médula espinal como precaución de EET) y cerdos se esquinan a lo largo de la columna vertebral mediante una sierra. Sobre la hoja se pulveriza agua para eliminar el polvo de huesos que se genera. A continuación se retiran de la canal las médulas espinales de bovinos y ovinos adultos y se eliminan como MER. Algunos mataderos utilizan un sistema de vacío que absorbe el material de la médula espinal hacia el recipiente de residuos MER. En otros mataderos la médula espinal se retira manualmente y se limpia la cavidad mediante vapor o un dispositivo de succión. En mataderos porcinos italianos ubicados en los mismos emplazamientos que las plantas de despiece, las canales se cortan en porciones con un peso máximo de 15 kg antes de enfriarlas, para la producción de los productos curados italianos [237, Italia, 2002].

En algunos mataderos se aplica un enjuague final a la canal con agua potable a baja presión antes de refrigerar o congelar. En cada etapa de la producción se inspecciona la carne visualmente para mantener los estándares de calidad.

Para el ganado que se sabe con certeza o se sospecha que padece EET en el momento de la matanza, las canales se parten en dos, longitudinalmente, asegurando que la médula espinal permanece completamente intacta y se envían para el aprovechamiento seguido de incineración o para la incineración directa.

2.1.2.12 Refrigeración

Las canales se refrigeran para reducir el crecimiento microbiológico. Para reducir la temperatura interna por debajo de 7 °C, se enfrían en refrigeradores por lotes con temperaturas del aire entre 0 °C y 4 °C. Los tiempos de refrigeración habituales son 24 – 48 horas para cuartos de canal, 12 horas para corderos y 12 – 24 horas para canales de cerdos. Las canales de cerdos se pueden enfriar rápidamente en un túnel de refrigeración durante unos 70 minutos a - 20 °C, seguido por una ecualización de temperatura a unos 5 °C durante 16 horas. Alternativamente se pueden enfriar por lotes de - 5 a - 10 °C.

A continuación las canales se pueden mantener en un almacén refrigerado de carne para un acondicionamiento adicional antes de ser enviadas a las plantas de despiece, mayoristas o procesado adicional. Para el ganado bovino el tiempo de almacenamiento depende del grado de maduración exigido por el cliente y puede ser de hasta 17 días.

Descripción de la tecnología de refrigeración [292, ETSU, 2000]

Los sistemas de refrigeración utilizan un refrigerante para transferir calor de las canales a enfriar al aire ambiente (o a veces al agua, en el caso de las aves). Un sistema de refrigeración simple, que se esquematiza en la Figura 2.2, contiene los siguientes elementos:

- un evaporador, en donde el refrigerante hierve (o se evapora) a una temperatura inferior a la del producto absorbiendo calor de las canales o del despiece estándar;
- un compresor, que comprime el gas generado en el evaporador;
- un condensador, en donde se licúa (o se condensa) el gas a alta presión bombeado por el compresor. Durante este proceso el refrigerante emite calor, normalmente hacia el aire o agua ambiente;
- un dispositivo de expansión, que reduce la presión del líquido condensado a la presión del evaporador;
- un conjunto de controles, como un termostato que desconecta el sistema de refrigeración cuando se alcanza la temperatura prevista y lo vuelve a conectar cuando el producto llega a la temperatura límite superior. La separación entre la conexión y la desconexión no debe ser tan pequeña como para hacer pasar rápidamente al compresor por los ciclos de encendido y apagado;
- un desconectador de alta presión que desconecta el compresor cuando la presión en el lado de alta presión del sistema aumenta demasiado, y un desconectador de baja presión que desconecta el compresor si la presión de succión cae por debajo de un límite determinado (por ejemplo a causa de pérdidas del refrigerante);
- dispositivos de protección del motor del compresor, que lo desconectan si la intensidad eléctrica es demasiado alta.

La cantidad de calor que extrae un sistema de refrigeración se mide en vatios (W). La velocidad de extracción de calor dependerá del tamaño del sistema y de las condiciones bajo las que funciona.

Para hacer funcionar el sistema se debe suministrar energía, normalmente eléctrica, al motor del compresor y a los otros motores de bombas, ventiladores, etc., que también se mide en vatios. El sistema funciona a rendimiento máximo cuando la potencia de entrada mínima consigue la máxima extracción de calor. La expresión utilizada para describir el rendimiento de un sistema de refrigeración es el COSP (coeficiente de rendimiento del sistema; en inglés *coefficient of system performance*).

$$\text{COSP} = \frac{\text{Capacidad de refrigeración (W)}}{\text{Entrada de potencia total del sistema (W)}}$$

El COSP no debe confundirse con el COP (coeficiente de rendimiento; en inglés *coefficient of performance*), que se utiliza muy a menudo y está relacionado con la potencia consumida sólo por el compresor.

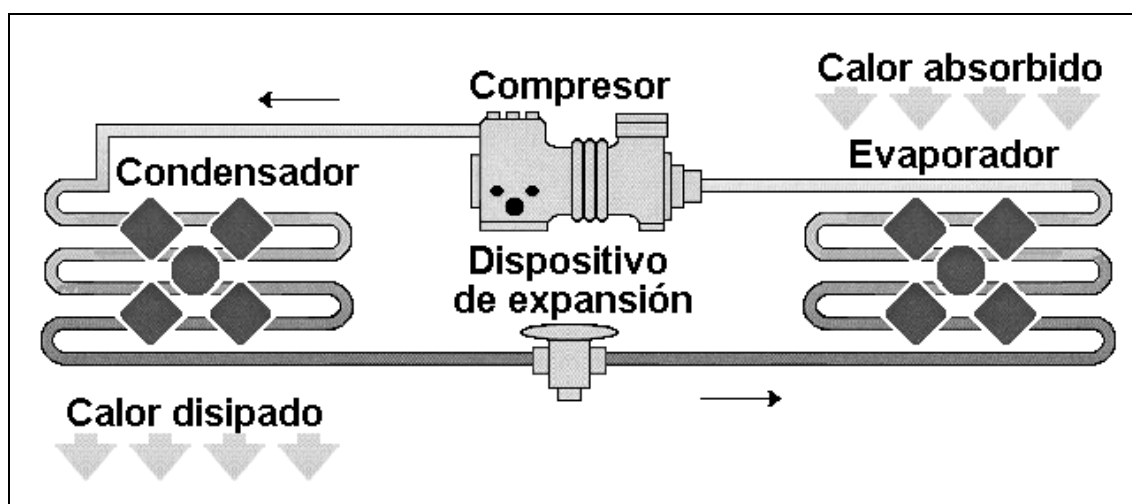


Figura 2.2: Diagrama esquemático de un sistema de refrigeración simple

Los refrigerantes utilizados habitualmente son el amoníaco, el etilenglicol y el agua, el R404 y el R22 (un HCFC). Los condensadores pueden estar refrigerados por agua o por aire. Algunas unidades de refrigeración de mataderos incluyen un equipo de recuperación de calor para aprovechar el calor residual en forma de agua caliente utilizable.

2.1.2.13 Actividades posteriores asociadas; tratamiento de las vísceras y de las pieles y cueros

Tratamiento de las vísceras

El uso de las tripas varía según los países. Las partes de intestinos de bovinos y ovinos son MER [113, CE, 2000] y actualmente éstas no se pueden utilizar para tripas de embutidos. Los cerdos producen unos 19 metros de intestinos, que se pueden utilizar para tripas en embutidos. En Dinamarca, una gran proporción de los intestinos se utiliza para productos comestibles. En Noruega los intestinos se aprovechan.

Si los intestinos se destinan al uso alimentario, tras aprobación veterinaria, el páncreas se separa de los intestinos. A continuación el intestino se lleva a la zona de limpieza de tripas y se corta en las siguientes partes: estómago, recto, intestino delgado (duodeno, yeyuno), intestino grueso y ciego. Estas partes se limpian y se pueden salar en el matadero o en instalaciones externas.

Si los intestinos se destinan al aprovechamiento, se debe eliminar su contenido, por ejemplo mediante corte seguido de centrifugación, por ejemplo [134, Países nórdicos, 2001].

La membrana mucosa del intestino delgado de los cerdos se puede utilizar en la industria farmacéutica o en la producción de biogás [134, Países nórdicos, 2001].

Tratamiento de pieles y cueros

Si las pieles/cueros se salan o no puede depender de las exigencias del cliente. Si se deben enviar a una curtiduría y se procesan en unas 8 – 12 horas tras la matanza, normalmente no necesitan de ningún tratamiento en el matadero. Si se procesan en 5 – 8 días deben refrigerarse. Para tiempos de almacenamiento más largos (por ejemplo, si deben transportarse al extranjero) la salazón es la opción preferida, a causa del peso del hielo y del consumo de energía necesario para producir el hielo y para la refrigeración [273, CE, 2001].

Si las pieles de ovejas/corderos y los cueros de bovinos deben salarse, pueden refrigerarse o enfriarse previamente con agua fría, antes de apilarse planos y salarse, utilizando cloruro de sodio o también pueden salarse directamente. Tras unos 6 días se envasan con sal adicional y se

almacenan o transportan a las curtidurías para producción de piel. Las pieles y cueros normalmente se almacenan en frío, a unos 4 °C.

Si el recortado se realiza antes del salado [276, Anão M., 2002] se reduce el consumo de sal, y hay una reducción subsiguiente en la contaminación de las aguas residuales en el matadero y, si los recortes se utilizan para la elaboración de gelatina, también en la instalación de elaboración.

La sal en las aguas residuales es difícil de tratar [332, COTANCE, 2003]. No se han identificado tratamientos específicos para prevenir o controlar las emisiones de sal a través de las aguas residuales. Se ha sugerido que esto puede deberse a la falta de concienciación sobre las emisiones de sal. Actualmente, la dilución y no el tratamiento parece ser el mecanismo por el cual se reducen los daños a los cursos de agua y a la vida vegetal.

La industria de curtiduría informa que el lavado de los animales antes de la matanza es una práctica discutible, ya que los animales no deberían sacrificarse en condiciones húmedas por razones higiénicas. Desde el punto de vista de la industria de curtiduría es mucho mejor que los animales se mantengan limpios en la granja y se entreguen en buenas condiciones de limpieza al matadero [332, COTANCE, 2003]. Los veterinarios exigen que los animales estén limpios y secos para evitar la contaminación de las canales durante la operaciones de matanza y marcado. Se está preparando una norma CEN sobre preparación de pieles y cueros en mataderos. Se informa que las pieles y los cueros a menudo se venden con las piernas, pezuñas y partes de la cabeza aún unidas. Se afirma que las curtidurías no disponen de la variedad de vías de uso y eliminación que tienen los mataderos. La descarnación se considera un trabajo especializado, seguramente no siempre adecuado para los mataderos.

La industria de curtiduría fomenta la refrigeración de las pieles y cueros, pero considera que la salazón no se puede eliminar cuando el material deba transportarse a distancias importantes, de forma que fomenta su aplicación cuidadosa, evitando el uso excesivo de sal. El salmuero no se lleva a cabo en los mataderos, pero se realiza en los mercados de pieles/cueros o en curtidurías. El uso rutinario de biocidas se considera innecesario si la conservación se realiza correctamente, aunque pueden tener su importancia en el transporte y almacenamiento en climas cálidos [286, COTANCE, 2002]. En Europa no se realiza secado, pero sí en África. La industria de curtidurías fomenta el enfriamiento. No se sabe que en los mataderos se realice irradiación [286, COTANCE, 2002]. La Tabla 2.1 muestra el tratamiento de pieles y cueros que se lleva a cabo en los mataderos en toda Europa.

	Bélgica	Dinamarca	Finlandia	Francia	Alemania	Grecia	Irlanda ¹	Italia ⁵	Países Bajos	Noruega	Portugal ¹	España ¹	Suecia	RU ¹	República Checa
Lavado	No ⁴	No		No	No		Sí (algunos)	Sí (10%)	No	No	Sí	No	No	Sí (algunos) ²	Sí
Refrigeración	Sí (algunos)	A veces		Sí (2) bovinos	No		Sí (algunos)	Sí (5%)	No	No	No	No	Sí	Sí (20%)	Sí
Recortado	Sí (los mayores)	A veces		Sí (150)	Sí (en el sur)		Sí ³	No	No	Sí	Sí (algunos)	Sí	Sí	Sí ³	Sí
Descarnado	No	No		No	No		No	No	No	No	No	No	No	No	Muy poco
Salado (cloruro de sodio)	Sí (pequeños) / No (grandes)	A veces		Sí (100 – 150)	Sí	Sí	Sí (algunos)	Sí (95%)	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí (3 – 4)	Sí
Salado (cloruro de potasio)	No	No		No	No		No	Sí (5%)	No	No	No	Sí/No	No	No	No
Salmuerado	No	No		Sí (pocos)	No	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Añición de biocidas	No	No		Sí (100)	No	Sí	No	No	No	No	Sí (ovino/caprino) parcial en bovino	No	No	No	No
Secado	No	No		Sí (10) caprino	No		No	No	No	No	No	No	No	No	No
Conservación con hielo en escamas	Sí (lentamente)	A veces		Sí (50) bovino	Sí (en algunos mataderos pequeños)		Sí (algunos)	No	No	No	No	Parcialmente	No	Sí	Muy poco
Conservación con hielo en copos	No	No		No	No		No	No	No	No	No	No	No	No	No
Irradiación	No	No		Experimental - bovino	No		No	No	No	No	No	No	No	No	No

¹ Sin confirmar

² Con excesivas deyecciones los animales se rechazan para el sacrificio

³ En animales de más de 30 meses el recortado se realiza en los mataderos, en otros animales en el mercado de pieles/cueros

⁴ Débil cumplimiento de las recomendaciones sanitarias y de seguridad

⁵ Ninguno de estos procesos se llevan a cabo en los mataderos de porcinos

Los números entre corchetes se refieren al número de instalaciones

Tabla 2.1: Tratamientos de pieles y cueros realizados en los mataderos
[286, COTANCE, 2002, 323, Grupo de Trabajo República Checa, 2002]

2.1.3 Sacrificio de aves de corral

2.1.3.1 Recepción de las aves

Es esencial que las jaulas, módulos y vehículos utilizados para transportar las aves se limpien concienzudamente entre cada recogida, para reducir la propagación de cualquier infección que pudiera estar presente. El procesador de aves acostumbra a facilitar instalaciones separadas para limpiar y desinfectar las jaulas, los módulos y los vehículos, a no ser que se disponga de instalaciones oficiales autorizadas [223, CE, 1992].

La retirada del pienso antes de cargar las aves para transportarlas al matadero puede ayudar a reducir el nivel de contaminación fecal durante el transporte y, por tanto, puede reducir la cantidad de efluentes generados en las operaciones de limpieza. También puede reducir el contenido del buche y los intestinos.

En general, la limpieza de las jaulas es un proceso en tres etapas, que ofrece oportunidades considerables para la reutilización y el reciclaje del agua. Muchos procesadores de aves han instalado equipos de limpieza automática de jaulas para permitir una limpieza completa inmediatamente después de la entrega de las aves. Otros proporcionan diversas instalaciones de limpieza manuales y semiautomáticas.

Debido al aleteo y forcejeo de las aves durante la descarga y el colgado, se genera una cantidad considerable de polvo en estas áreas. El polvo se acostumbra a eliminar utilizando extractores y filtros de manga.

2.1.3.2 Aturdido y sangrado

Después de dar tiempo a las aves a tranquilizarse se retiran de sus jaulas/módulos y se llevan a la línea de matanza. Se deben aturdir antes del sacrificio, excepto en caso de ritos religiosos [223, CE, 1992]. Se cuelgan por las patas boca abajo, utilizando grilletes en un transportador que los desplaza hacia el equipo de aturdimiento. Un sistema de aturdimiento habitual utiliza un baño de agua con un electrodo y una barra que hace contacto con los grilletes y constituye el segundo electrodo; el ave se aturde en cuanto su cabeza entra en contacto con el agua. Tras el aturdimiento el ave se sangra durante un máximo de dos minutos antes de marcarla. El sangrado puede iniciarse con un sistema de cuchillos circular automático. En el caso de los pavos las arterias del cuello a veces se cortan con un cuchillo manual.

El sangrado normal también se da en aves sacrificadas por electrocución en lugar de ser aturrida eléctricamente [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

Los pavos pueden aturdirse con CO₂ [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

Como las aves se sangran mientras están colgadas en un transportador en movimiento, la mayoría de mataderos avícolas recogen la sangre en un túnel o zona vallada.

La opción más barata para la eliminación de la sangre es recogerla separadamente. Por ello son esenciales los procesos de sangrado eficientes y la máxima recogida de sangre en el túnel de matanza. Los túneles de sangre bien diseñados deben ser lo bastante largos y tener muros lo suficientemente altos para capturar toda la sangre que sale a chorros de las aves acabadas de matar.

El recipiente de sangre acostumbra a estar equipado con un doble desagüe, una abertura para bombear la sangre hacia una cisterna para su eliminación, y otra abertura para el agua de lavado. Los tapones practicables sellan las aberturas cuando no se utilizan.

La sangre tiene la DQO más alta de cualquier efluente procedente de las operaciones de procesamiento de la carne. La sangre líquida tiene una DQO de unos 400 g/l y una DBO de unos 200 g/l. El confinamiento de la sangre, por tanto, es uno de los controles ambientales más importantes en un matadero. Las fugas de sangre son uno de los posibles accidentes más dañinos ambientalmente que pueden ocurrir. La sangre puede llegar a los cursos de agua locales o causar problemas en una EDAR en el emplazamiento a causa de una sobrecarga súbita. La fuga de los tanques de sangre ha ocurrido cuando las bombas de los recipientes de sangre se han mantenido en funcionamiento toda la noche durante la limpieza de suelos provocando el desbordamiento. Estos riesgos pueden reducirse instalando una alarma de nivel en el tanque de sangre, conectada a un dispositivo automático de corte de las bombas en el recipiente de recogida de sangre; ahí una válvula de flotador acciona un interruptor eléctrico y un solenoide activa una válvula, que evita cualquier adición posterior [288, Durkan J., 2002].

Durante el sangrado la sangre se coagula en la base y las paredes del recipiente. Esta sangre coagulada se elimina con un chorro de agua y va a parar directamente a la EDAR o, en algunos mataderos, se recoge mediante palas, enjuagadores o por aspiración al vacío y se bombea la máxima cantidad posible a una cisterna de sangre. Esta sangre coagulada puede aprovecharse junto con el resto de sangre de las aves. En la mayoría de mataderos el recipiente de recogida de sangre está inclinado y es curvado, de forma que la sangre parcialmente coagulada se pueda dirigir hacia el desagüe y hacia la cisterna. Si la sangre coagulada se recoge en primer lugar, se pueden utilizar unos pocos litros de agua (normalmente con permiso de la empresa de aprovechamiento) para aclarar la sangre hacia la cisterna. Entonces el tapón en el desagüe que lleva a la EDAR se abre y se vacía todo el recipiente con agua.

Algunos mataderos permiten que toda o una parte significativa de la sangre que recogen vaya a sus EDAR. En estos casos la EDAR debe poder tratar los altos niveles de DQO y DBO. Esto puede incorporarse en la producción de biogás. Es más habitual que la sangre de ave se utilice para aprovechamiento [271, Casanellas J., 2002].

Un movimiento corporal excesivo de las aves sacrificadas puede esparcir sangre por el transportador, fuera del área de sangrado y sobre las plumas de aves cercanas, y será eliminada durante el proceso de escaldado. Si las aves se aturden adecuadamente durante la matanza se reducirán estos movimientos, lo que permitirá una recogida de sangre más eficiente y reducirá la concentración del agua residual.

2.1.3.3 Escaldado

Tras el aturdimiento y el sangrado las aves se introducen en un tanque de escaldado para soltar las plumas y facilitar el desplumado posterior. Las aves destinadas a la venta en congelación acostumbran a pasar por un “escaldado intenso” a 56 – 58 °C. Las canales que se refrigerarán por aire, para su venta fresca, acostumbran a someterse a un “escaldado suave” a 50 – 52 °C para evitar daños a la cutícula y decoloración de la piel. En los países nórdicos, los pollos para congelar se escaldan a unos 58 – 60 °C y los pollos para distribución refrigerada se escaldan a unos 50 – 51 °C [243, Clitravi - DMRI, 2002].

A medida que las aves entran en el tanque de escaldado pueden defecar involuntariamente, lo que provoca una acumulación de material fecal en el agua. En el agua las heces de las aves se disocian para formar nitrato de amonio y ácido úrico, que forman una solución tampón que mantiene el tanque de escaldado a aproximadamente pH 6, valor para el cual la *Salmonella* es más resistente al calor. En la mayoría de casos los tanques se vacían en el colector de plumas al final de cada turno diario.

2.1.3.4 Desplumado

Las plumas se retiran de forma mecánica, inmediatamente tras el escaldado, mediante una serie de máquinas de arranque en línea. Las máquinas están formadas por bancos de discos o cúpulas contrarrotantes de acero inoxidable, con dedos pulidores. A veces se utilizan mayales pulidores montados en mangos inclinados para la finalización. Cualquier pluma restante en el ave tras el arranque mecánico, incluyendo las de las patas, se retiran a mano. En Finlandia, el desplumado se puede realizar frotando la canal escaldada mediante dedos rotatorios de pulido y mediante chorros de agua presurizada.

Normalmente en las máquinas se incorpora un rociado continuo de agua para eliminar las plumas. Éstas se acostumbran a llevar a un punto de recogida común a través de una canal de agua de flujo rápido situado debajo de la máquina. A continuación las plumas se pueden enviar para el aprovechamiento, el compostaje, la coíncineración con gallinaza de pollos en grandes plantas de combustión o el vertido, aunque la última opción es cada vez menos disponible [241, RU, 2002]. A veces se utilizan sistemas de recolección de plumas en seco, utilizando una cinta transportadora junto con un sistema de vacío o de aire comprimido, por ejemplo si se deben enviar las plumas a industrias tratamiento de plumas y plumones.

Tras el arranque, se limpian las superficies de los pollos mediante una ducha, quizá combinadas con rodillos de latiguillos. Luego las aves se transfieren a la parte de la línea de matanza en donde se llevan a cabo los procesos de limpieza, conocida como la zona limpia de matanza. A continuación se inspeccionan externamente y se separan las cabezas y las patas. Algunos mataderos tienen equipo para la limpieza de las patas para consumo humano. Las patas se limpian con agua a 80 °C. El equipo sólo se utiliza cuando existe un mercado viable para este producto.

Para los patos se utiliza cera para eliminar las plumas. Los patos se sumergen en un baño de cera caliente y luego se pasan por un rociador de agua fría para endurecer la cera. La cera endurecida, con las plumas pegadas, se separa a mano o mecánicamente. Las canales desplumadas se limpian mediante un rociador. La cera se funde y se recicla.

2.1.3.5 Evisceración

Tras el desplumado y la eliminación de cabeza y patas las aves se evisceran, es decir, se eliminan los órganos internos. En la mayoría de lugares de producción, la evisceración se lleva a cabo mecánicamente, pero aún se practica la evisceración manual en algunas empresas pequeñas. En las líneas automatizadas, se realiza un corte alrededor de la cloaca, se inserta un dispositivo en forma de cuchara y se retiran las vísceras. La práctica habitual es dejar las vísceras unidas a sus tejidos naturales y colgarlas encima de la parte posterior de la canal para su inspección post-mortem. Alguna maquinaria moderna sostiene las aves horizontalmente por la cabeza y las patas, de forma que cuando se retiran las vísceras de la cavidad corporal, éstas quedan de lado y se colocan en una bandeja al lado del ave.

2.1.3.6 Refrigeración

Tras la evisceración y la inspección, se debe limpiar inmediatamente la carne de aves fresca y se debe refrigerar según los requisitos higiénicos a una temperatura no superior a 4 °C. Se utilizan diversos diseños de equipo refrigerador; los más populares son los refrigeradores por inmersión, por rociado y por aire. La Directiva del Consejo 92/116/CEE, de 17 de diciembre de 1992, que modifica y actualiza la Directiva 71/118/CEE sobre problemas sanitarios que afectan al comercio de carne fresca de aves [223, CE, 1992] establece los requisitos legales. Las canales de aves y sus partes no se deben refrigerar por agua mediante una simple inmersión en un contenedor de agua fría. El enfriamiento por agua sólo se debe utilizar en un refrigerador de contracorriente [355, AVEC, 2003]. La carne de aves sometida a un proceso de enfriamiento

por inmersión debe lavarse concienzudamente mediante rociado tras la evisceración, tanto interna como externamente, y a continuación someterse a la inmersión sin demora alguna. El agua debe ser potable y en la legislación de higiene alimentaria y salud pública se especifica el consumo mínimo por ave [174, CE, 1880; 223, CE, 1992].

Enfriamiento por inmersión/rotación

Las canales se enfrían en un baño de agua único o en una serie de baños de agua. Se mueven a través de una contracorriente de agua, de forma que se mueven constantemente por agua más limpia. El agua necesita presentar un flujo continuo y opuesto a la dirección de movimiento del ave. Normalmente esto se consigue diseñando el sistema de manera que la salida del agua es un aliviadero en el extremo de entrada de las aves. Si hay más de un refrigerador, el flujo en la primera etapa debe ser superior al anterior y se debe reducir progresivamente en cada etapa. Este sistema puede provocar una acumulación de sangre y material de canal en el agua, según la efectividad del sistema de lavado pre-enfriamiento y de la contracorriente. Las aves luego se pasan a través de una serie de baños de agua con agua a 0 - 1 °C. Se añade hielo en escamas, por ejemplo, a un ritmo de 6 toneladas por hora para un matadero que sacrifica 20.000 pavos por día.

Actualmente el enfriamiento por inmersión es el método más barato para refrigerar las aves. Las canales acumulan agua durante el enfriado y en algunos EM la contaminación microbiana se controla mediante la cloración del agua, dentro de los límites de potabilidad. Normalmente esto se hace con dióxido de cloro, incluso aunque cuesta más que el cloro. El enfriamiento por inmersión tiene el límite legal de admisión de agua más alto, el 4,5% [243, Clittravi - DMRI, 2002].

Enfriamiento por rociado

El rociado evita los problemas asociados con la acumulación de contaminación en los tanques de enfriado, pero puede dar lugar a la propagación de bacterias por los aerosoles. Los refrigeradores por rociado también pueden utilizar grandes volúmenes de agua, hasta un litro de agua por ave.

Enfriamiento por aire

Normalmente se utilizan cuando las canales se destinan a la venta fresca. El enfriamiento se lleva a cabo por lotes en una cámara de refrigeración o por chorro continuo de agua. Las pruebas han demostrado que la refrigeración por aire puede reducir el ritmo de contaminación hasta tres veces más que el enfriamiento por inmersión [67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

La mayoría de procesadores de pollos actualmente han pasado al enfriamiento por aire, porque utiliza menor cantidad de agua y aumenta la vida útil de almacenamiento del producto. Sin embargo, el enfriamiento por agua es ampliamente por los procesadores de pavos para cumplir los requisitos higiénicos de la USDA y del Reino Unido para el enfriamiento rápido de estas canales más grandes. Tras pasar aproximadamente una hora en un tanque de enfriamiento por inmersión en contracorriente, los pavos se enfrían más durante 24 horas colocando 30 – 40 aves en tanques de 1 m³ llenados con agua a 0 – 1 °C y hielo a - 8 °C, para conseguir el requisito de temperatura de agua del refrigerador final inferior a 4 °C [67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 246, AVEC, 2002]. La refrigeración por aire puede provocar deshidratación de la canal pero ayuda a conservar el sabor de la carne de las aves y puede ayudar a presentar el producto a precios de oferta [27, Universidad de Guelph, sin fecha].

Descripción de la tecnología de refrigeración (véase la sección 2.1.2.12)

2.1.3.7 Maduración

Cuando las canales necesitan maduración tras el enfriamiento, se puede aplicar un acondicionamiento posterior utilizando un medio de refrigeración (aire, hielo, agua u otros procesos seguros para los alimentos) que puede proseguir el proceso de enfriamiento de la canal

o de sus partes. La Directiva del Consejo 92/116/CEE de 17 de diciembre de 1992 que modifica y actualiza la Directiva 71/118/CEE sobre problemas sanitarios que afectan al comercio de carne fresca de aves, permite la maduración, tras el enfriamiento, por inmersión en agua en tanques estáticos de un congelador con un sistema denominado de aguanieve. A diferencia del enfriamiento, no es necesario mover las aves en una contracorriente de agua [355, AVEC, 2003]. Las aves se introducen en tanques de acero inoxidable en agua y hielo, para enfriarlas a 1 °C. A continuación se almacenan en una cámara con temperatura controlada a 0 – 1 °C durante un máximo de 24 horas [214, AVEC, 2001].

2.1.4 Limpieza de los mataderos

Por razones higiénicas muchos operadores de mataderos limpian las áreas de procesado con agua caliente durante las pausas en la producción. Todo el equipo de procesado, contenedores, etc. debe lavarse y desinfectarse varias veces por día y tras la finalización de la jornada laboral en preparación para la siguiente [169, CE, 1991]. Una rutina habitual de limpieza es la que se detalla a continuación.

Los restos de carne, grasa, etc. se enjuagan y se recogen con palas durante el turno y se recogen para su uso o eliminación según el Reglamento ABP 1774/2002/CE. En algunos mataderos los restos de carne se retiran con mangueras hasta las fosas sépticas, si los hay, y los desagües. Algunas áreas también se lavan ligeramente con mangueras a intervalos regulares durante el turno. El lavado con mangueras utiliza agua que se contamina con material sólido y con grasas y aceites (FOG, *fats, oils and greases*). En las pausas de producción algunas fosas sépticas se vacían en los contenedores de residuos. Cada punto de drenaje puede disponer de una cubierta de rejilla y un depósito de recogida, normalmente con una rejilla de 4 mm. Algunos mataderos utilizan fosas sépticas de dos etapas, con un cedazo grueso encima de uno más fino, en una disposición de “sombrero de copa invertido”.

Normalmente, al final de los turnos se lavan todas las áreas de procesado con mangueras de baja presión y se vacían todas las fosas sépticas en el contenedor de residuos. Luego se aplica un detergente comercial diluido en forma de espuma sobre todas las superficies. Tras unos 20 minutos se enjuagan las superficies con agua caliente a alta presión. En algunos mataderos se rocía un compuesto sanitario muy diluido sobre todas las superficies y se deja secar. En muchos mataderos, los ganchos, los grilletes, las bandejas, etc. se lavan *in situ* de forma similar.

Sólo se pueden utilizar agentes limpiadores de calidad alimentaria. Hay una gran variedad disponible de materiales de limpieza. Algunos tienen formulaciones químicas tradicionales y otros se basan en biotecnología. Algunos se formulan para problemas de limpieza específicos o difíciles, mientras que otros están destinados a un uso general.

Los requisitos higiénicos prohíben el uso de pulverizadores de BVAP durante las operaciones de procesado, ya que el agua atomizada puede provocar contaminación por vía aérea. Sin embargo, se puede utilizar para la limpieza al finalizar la producción. Una buena higiene es vital para la seguridad alimentaria y hay requisitos legales estrictos de la UE y los EM. El uso de una cantidad excesiva de agua puede tener consecuencias higiénicas negativa. Por ejemplo, un ambiente muy húmedo combinado con el movimiento continuo de maquinaria y la proximidad de las canales entre ellos en la línea de matanza puede provocar la propagación de contaminación por salpicaduras directas y por los aerosoles.

Cuando se revisa el uso de agentes limpiadores en los mataderos, a menudo se encuentra que el cambio a un agente limpiador más adecuado puede reducir la cantidad de producto químico necesario y en algunos casos también puede aumentar los estándares higiénicos. No es inusual hallar que se utilizan dosis más altas que las necesarias, especialmente en dosificación manual. La dosificación automática, si se realiza correctamente, tiene la ventaja de aumentar la sobredosificación; también presenta ventajas sanitarias y de seguridad, ya que minimiza la exposición del personal a sustancias peligrosas y reduce la manipulación manual. En cualquier

caso, es esencial una formación y supervisión del personal adecuadas. En definitiva, a menudo hay oportunidades para reducir el impacto ambiental de los agentes limpiadores seleccionándolos/sustituyéndolos y aplicándolos correctamente.

En muchos mataderos es práctica habitual para el personal implicado en la limpieza retirar las rejillas del suelo y desaguar los restos de carne directamente por el desagüe, confiando en que un cedazo o depósito de recogida subsiguiente atraparán todos los sólidos. De hecho, cuando estos fragmentos de carne entran en la corriente de agua residual están sometidos a turbulencia, bombeo y tamizado mecánico. Ello desmenuza la carne y libera sustancias de alta DQO en solución, junto con grasas y sólidos coloidales y en suspensión. El tratamiento posterior del agua residual, en el propio emplazamiento o en una EDAR municipal, puede ser caro. La fragmentación de las grasas y sólidos en suspensión aumenta si el agua es caliente. Una revisión de las prácticas de limpieza también puede identificar si se utiliza demasiada energía en la calefacción del agua y posiblemente un consumo excesivo de agua innecesario.

2.1.5 Almacenamiento de subproductos de mataderos

Las normas sobre salud pública y animal establecidas en el Reglamento ABP 1774/2002/CE cubren, entre otros aspectos, el almacenamiento de subproductos animales.

Las disposiciones para el almacenamiento de subproductos animales varían según las instalaciones. Hasta cierto punto dependen de la naturaleza y características del subproducto y de su uso previsto o vías de eliminación. En general, el almacenamiento de materiales se puede realizar en una zona cerrada, bajo presión negativa, equipada con extractores conectados a una planta de eliminación de olores adecuada. La decisión de almacenar subproductos en este tipo de espacio cerrado (y a veces refrigerado) puede depender de si están destinados a la venta o a la eliminación, con un coste. Una consideración importante en todos los casos es si un almacenamiento sin refrigeración puede causar problemas de olores. Algunos subproductos, como los intestinos, son malolientes cuando son frescos, mientras que otros generan malos olores a medida que se degradan. Los materiales malolientes pueden provocar problemas durante el almacenamiento en los mataderos y durante el almacenamiento, manipulación, procesado y eliminación en las instalaciones de subproductos animales.

Algunos mataderos almacenan subproductos animales en contenedores abiertos al aire libre y confían en la retirada frecuente (por ejemplo una o dos veces al día) para evitar problemas de olores de los materiales putrefactibles.

Algunos, pero no todos, los mataderos almacenan la sangre y otros líquidos no de procesado, como fuel oil, en tanques de pared doble. Otras sustancias peligrosas habitualmente almacenadas en los mataderos son los productos químicos de limpieza y desinfección, los productos químicos para el tratamiento de los efluentes, etilenglicol, amoníaco y otros refrigerantes. Estos productos se pueden almacenar en tanques de almacenaje a granel, contenedores a granel intermedios (CGI) o zonas especializadas de almacenamiento en tambor.

Existe el riesgo de fugas de estas sustancias, especialmente durante la manipulación y el transporte por el emplazamiento. Los tanques y contenedores a menudo están situados en zonas con riesgo de ser dañados por vehículos en movimiento [12, WS Atkins-EA, 2000]. Además de los riesgos ambientales, también hay unos riesgos sanitarios y de seguridad asociados, no sólo por lo que respecta a las fugas de sustancias peligrosas para la salud, sino también en temas de interacción vehículos-peatones. La gestión de la disposición y uso del emplazamiento, junto con medidas de seguridad de la maquinaria, como muros de protección y barreras de seguridad alrededor de las áreas de almacenamiento, puede reducir el riesgo de accidentes.

2.2 Instalaciones de subproductos animales

El anexo IV de la Directiva requiere que se considere *el aumento de la recuperación y reciclaje de sustancias generadas y utilizadas en el procesado y de residuos, allí donde sea adecuado* cuando se determinen MTD. Algunos EM tienen legislación nacional en línea con esta política.

El artículo 3(c) de la Directiva apoya el desarrollo sostenible fomentando medidas para la minimización de los residuos generados y para la disminución de las propiedades dañinas de los residuos. Exige la recuperación de residuos, si es técnica y económicamente factible. Puede ser principalmente en forma de materiales y, en segundo lugar, de energía [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

2.2.1 Fundición de grasa

Aunque esta sección describe la fundición de grasa, se llama la atención del lector sobre el hecho de que esta actividad es similar, en muchos aspectos, al aprovechamiento y parte del equipo descrito es idéntico en ambos procesos. La materia prima orgánica difiere y, en consecuencia, las condiciones para separar las fracciones grasas, acuosas y sólidas también varían. El producto de la fundición de grasa acostumbra a destinarse a uso alimentario, por lo tanto la materia prima debe ser fresca, lo que a su vez provoca menos problemas de olores durante el almacenamiento y el procesado.

Se han considerado tres métodos de fundición de grasa: fundición de grasa por lotes en condiciones húmedas, la fundición de grasa por lotes en seco y la fundición de grasa continua en condiciones húmedas; el método utilizado afecta a la calidad de la grasa producida. Las demandas de calidad más importantes son: bajo contenido en ácidos grasos libres (no esterificados), bajo contenido en agua, buenas calidades de conservación, bajo valor de peróxidos, sabor, olor y color neutros y alto punto de solidificación. Un almacenamiento prolongado y un tiempo largo de procesado afecta negativamente a la calidad y a los estándares ambientales. Las materias primas no frescas pueden causar problemas de olores y añadir una carga a la contaminación de las aguas residuales. En ciertas condiciones la grasa sufre dos cambios químicos importantes: hidrólisis y oxidación. La hidrólisis es una reacción química entre la grasa y el agua, mediante la cual se forman glicéridos y ácidos grasos libres. Los compuestos formados durante la oxidación dan al producto un sabor rancio.

La manipulación y el almacenamiento de la materia prima antes del procesado y el tipo de procesado utilizado determina los valores de ácidos grasos libres y de peróxidos.

Para conseguir un bajo contenido en agua, la grasa puede purificarse en un separador. El contenido en agua de la materia prima grasa acostumbra a estar entre el 6 y el 25%.

El contenido en ácidos grasos libres aumenta con el tiempo de almacenamiento y procesado, especialmente a altas temperaturas. Para evitarlo es necesario separar rápidamente los constituyentes.

Fundición de grasa por lotes en condiciones húmedas

La fundición de grasa por lotes en condiciones húmedas es el método más antiguo de fundición de grasa. Se llena un autoclave con materia prima precortada y se cierra; se inyecta vapor sobre la materia prima a una presión correspondiente a la temperatura de saturación (unos 140 °C). Para minimizar el tiempo de calentamiento los recipientes de cocción están equipados con agitadores.

Como el método es en condiciones húmedas es necesario utilizar un buen separador, para asegurar que el contenido en agua final es inferior al requerido.

Tras el tratamiento de calor durante unas 3 – 4 horas, según el tamaño del autoclave y la naturaleza de la materia prima, se reduce lentamente la presión hasta llegar a la presión atmosférica, para evitar la emulsificación.

Tras un periodo de reposo, la grasa libre se vacía del autoclave hacia un tanque intermedio y los sebos húmedos se presan y se secan. La grasa recogida se deja reposar o se separa.

El proceso de fundición/aprovechamiento de grasa por lotes en condiciones húmedas se ilustra en la Figura 2.3.

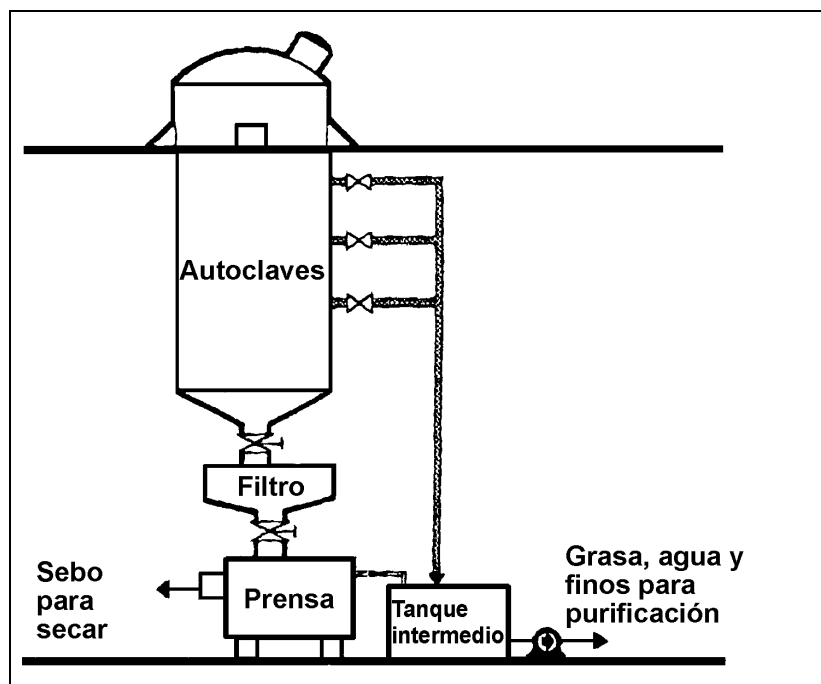


Figura 2.3: El sistema de fundición de grasa por lotes en condiciones húmedas con autoclave [145, Filstrup P., 1976]

Fundición de grasa por lotes en seco

La fundición de grasa por lotes en seco utiliza un calentamiento indirecto. EL recipiente de fundición lleva una camisa de vapor y a menudo también un agitador calentado por vapor. La presión de funcionamiento puede variar desde ligeramente por encima de la atmosférica hasta el vacío. El último requiere un menor tiempo de procesado ya que el agua se evapora a menor temperatura.

El material se agita durante el tratamiento térmico y se obtiene una buena transferencia de calor. Por lo tanto, es posible utilizar temperaturas inferiores que en el caso de fundición en condiciones húmedas y aún así liberar la grasa en un lote en un periodo más corto, de 1,5 – 2 horas. El agua de la materia prima se elimina por evaporación. Es importante que el proceso de calentamiento se detenga antes de la total evaporación del agua ya que en caso contrario se produciría decoloración del producto.

Tras la descarga en un percolador, la grasa libre se lleva a un tanque intermedio. Los sebos se presan o centrifugan y luego se muelen.

Igual que con la fundición en condiciones húmedas, la grasa liberada se deja reposar o se separa por centrifugación antes del envasado.

La fundición en seco requiere menos espacio y tiempo que la húmeda. Como el proceso se realiza en seco la grasa obtenida no será igualmente neutra en sabor, olor o color, incluso si el ciclo de cocción se ha realizado correctamente. El sabor ligeramente tostado de la grasa es una característica deseable en algunos países. Comparado con el procesado en condiciones húmedas una ventaja es que toda el agua se elimina por evaporación y hay menos contaminación de agua,

ya que no se añade agua a la materia prima que luego se deba eliminar. El agua evaporada, sin embargo, contiene algunas sustancias volátiles liberadas durante el proceso de secado. Una desventaja es que ciertos elementos decolorantes que se hubieran extraído con el agua en este caso permanecen en la grasa.

El proceso de fundición/aprovechamiento de grasa por lotes en seco se ilustra en la Figura 2.4.

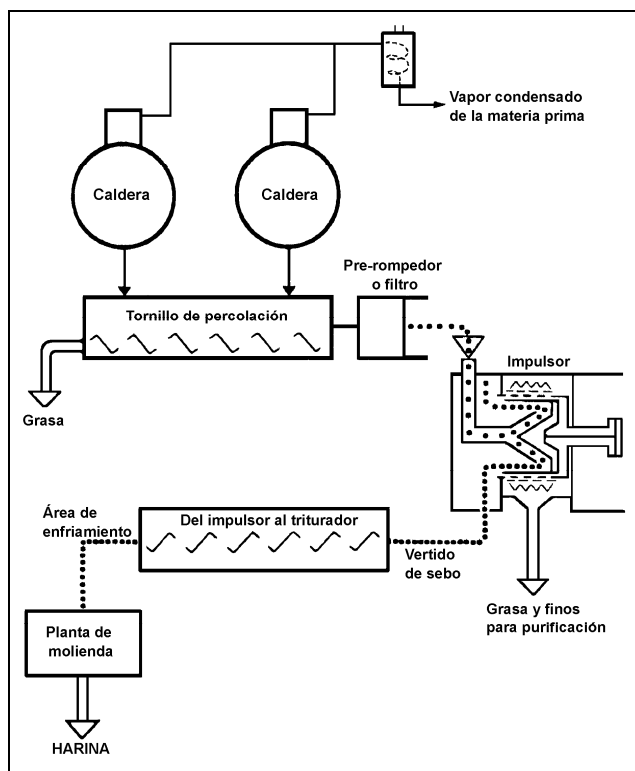


Figura 2.4: El método convencional de aprovechamiento/fundición de grasa por lotes en seco [145, Filstrup P., 1976]

Fundición de grasa continua en condiciones húmedas

El procesado continuo combina los tratamientos mecánicos y térmicos para minimizar el tiempo de procesado.

La materia prima se pasa inicialmente a través de una picadora. A continuación se transporta hasta una sección hermética en donde se calienta en dos etapas hasta unos 60 °C y 90 °C respectivamente, en unos pocos minutos. El material calentado se separa en una centrífuga de decantación, especialmente diseñada para la separación continua de sólidos de un líquido. En este punto los sólidos, denominados sebos, abandonan la planta. El líquido, ahora formado básicamente por grasa, pero también con un cierto contenido de agua y partículas en suspensión, se somete a una purificación final. En esta etapa se separa en tres fases. Las partículas se eliminan automáticamente del purificador a intervalos preestablecidos.

La grasa final purificada corre a través de una placa intercambiadora de calor y se enfría hasta unos 40 °C antes de abandonar la planta. La inyección directa de vapor acorta considerablemente el proceso, desplaza el aire y minimiza la oxidación del producto. Se ha informado de que no hay ningún aumento de ácidos grasos libres o de peróxidos en la grasa procesada mediante fundición continua en condiciones húmedas.

La fundición continua en condiciones húmedas comporta menos tiempo y espacio que la fundición por lotes, seca o húmeda. Sin embargo la cantidad de grasa obtenida es menor que en esos métodos ya que el agua efluente y los sebos contienen más grasa.

La fundición continua en condiciones húmedas se esquematiza en la Figura 2.5.

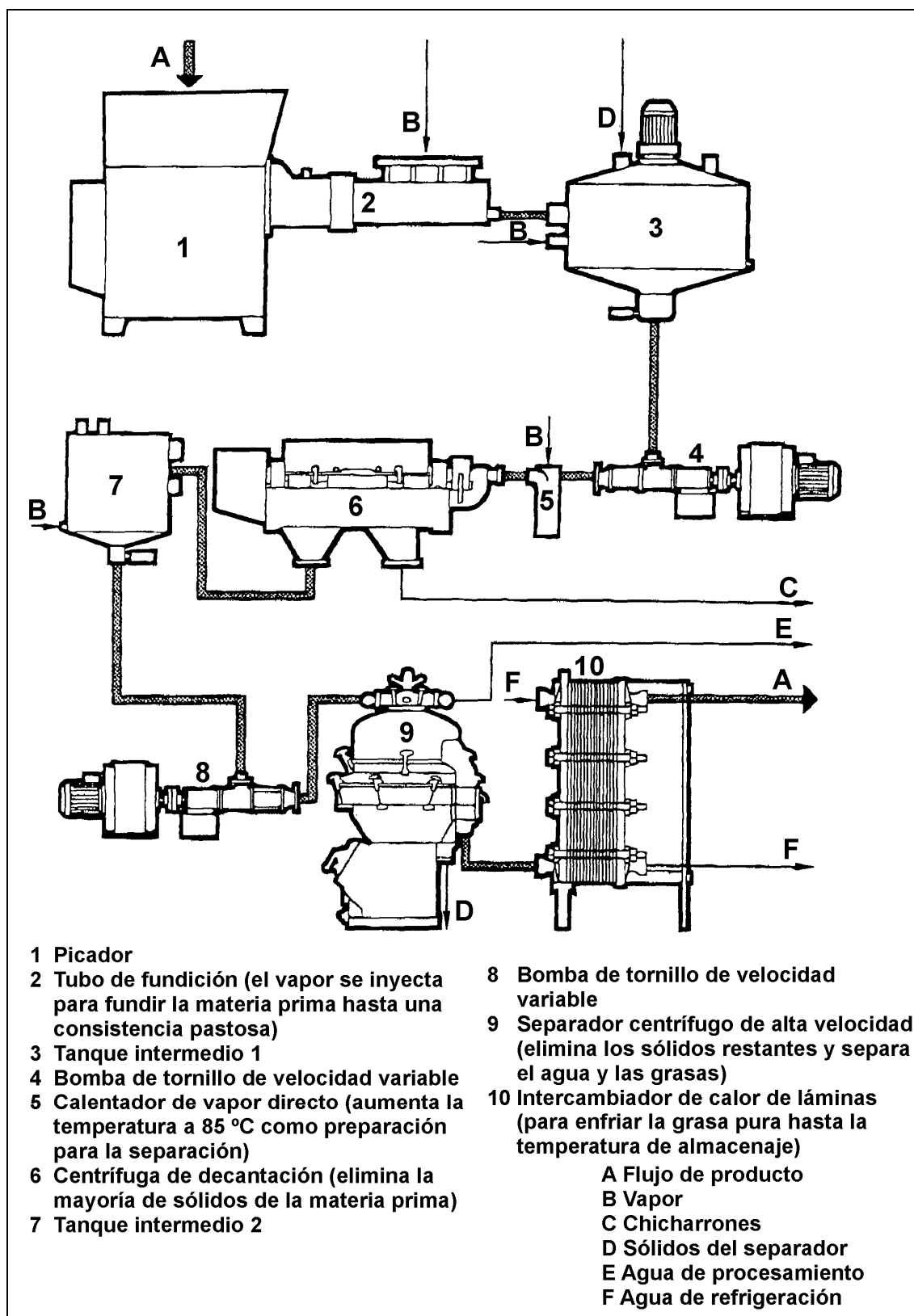


Figura 2.5: El sistema de fundición de grasa continua en condiciones húmedas y a baja temperatura [145, Filstrup P., 1976]

Las combinaciones de técnicas en uso son numerosas. Algunos ejemplos adicionales usados también en el aprovechamiento se describen brevemente en la sección 2.2.2 y la Tabla 2.5. Su relación con la calidad de la grasa producida se muestra en la Tabla 2.2.

Sistema	Calidad de la grasa producida
Aprovechamiento/fundición de grasa por lotes en seco	
Secado continuo en grasa reciclada	Grasa de baja calidad
Prensado húmedo o otra separación, evaporación, secado en grasa, prensado	Grasa de calidad media
Separación, evaporación, secado en grasa natural	Secado difícil con cocción bajo presión previa
Cocción y secado en grasa añadida en evaporador de efecto múltiple, prensado	Grasa de calidad media
Prensado húmedo, separación, evaporación de efecto múltiple, secado sin grasa	Grasa de buena calidad

Tabla 2.2: Relación entre el sistema de aprovechamiento/fundición de grasa y la calidad de la grasa producida
[289, EFPA, 2002]

2.2.2 Aprovechamiento

Aunque esta sección describe el aprovechamiento, hay que destacar el hecho de que esta actividad, tal como se ha recordado antes en la sección 2.2.1, es parecida en muchos aspectos a la fundición de grasa y algunos equipos son idénticos en ambos procesos. La materia prima orgánica difiere y, en consecuencia, las condiciones para separar las fracciones grasas, acuosas y sólidas también varían. Las materias primas utilizadas en el aprovechamiento normalmente son residuos y en la práctica a menudo se han dejado degradar, de forma que causan más problemas de olores durante el almacenamiento y el procesado y requieren técnicas para el tratamiento de olores y de aguas residuales de alta DBO.

El término “procesado” en el Reglamento ABP 1774/2002/CE [287, CE, 2002] se utiliza para describir las operaciones tradicionalmente denominadas “aprovechamiento”.

El proceso de aprovechamiento utiliza subproductos animales procedentes de la producción de carne. Éstos se originan en los mataderos, plantas de procesado de carne, charcuterías, supermercados e instalaciones de cría de animales. Estos subproductos incluyen canales, partes de canales, pezuñas, menudos, grasa sobrante, carne sobrante, pieles, cueros, plumas y huesos. Por ejemplo, aproximadamente un 10 – 11% del cerdo se aprovecha [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]. En Alemania, un promedio del 35% del peso vivo de todas las especies se tratan como aprovechamiento no comestible [347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003]. El tipo de materia prima en cada planta de aprovechamiento es diferente. Algunas plantas se especializan en especies individuales, por ejemplo, para la producción de harina y grasas de ave.

El proceso de aprovechamiento comprende un cierto número de etapas de procesado, descritas a continuación, aunque el orden puede variar en diferentes instalaciones. La materia prima se recibe en la instalación y se almacena. La preparación de la materia prima para el aprovechamiento acostumbra a implicar la reducción de tamaño para cumplir los requisitos del Reglamento ABP 1774/2002/CE. A continuación el material se calienta bajo presión para matar los microorganismos y para eliminar la humedad. La grasa licuada y las proteínas sólidas se separan por centrifugación y/o prensado. El producto sólido se puede moler para elaborar harina de proteínas animales, como harina de carne y huesos o harina de plumas. Los productos finales se transfieren para almacenar y expedir [241, RU, 2002]. Los sólidos, líquidos y gases residuales se tratan y se eliminan, quizá con algún almacenamiento intermedio. Para determinados materiales, las condiciones en las que se debe llevar a cabo la esterilización, se establecen en el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

MÉTODO	Tamaño máximo de las partículas (mm)	Temperatura y tiempo simultáneos (°C) (min)		Requisitos de presión	Por lotes	Continuo	Reglamento ABP 1774/2002/CE Categoría 1 EET confirmada sospechada y para erradicación (si no se incinera directamente)	Reglamento ABP 1774/2002/CE Categoría 1 (excepto EET) (si no se incinera directamente)	Reglamento ABP 1774/2002/CE Categoría 2 (si no se incinera directamente)	Reglamento ABP 1774/2002/CE Categoría 3 (si no se incinera directamente)
1 (esterilización)	50	> 133	20	Sí ⁽¹⁾	Sí	Sí	Sí, luego incineración o co-incineración	Sí, luego incineración, co-incineración o vertido	SE DEBE usar cualquiera de estos métodos, pero las rutas de eliminación subsiguiente requeridas/permitidas se establecen en el Reglamento ABP 1774/2002/CE.	SE PUEDE usar cualquiera de estos métodos, pero las rutas de eliminación subsiguiente requeridas/permitidas se establecen en el Reglamento ABP 1774/2002/CE.
2	150	> 100 > 110 > 120	125 120 50	No	Sí	Sí	Sí, luego incineración o co-incineración	Sí, luego incineración, co-incineración o vertido		
3	30	> 100 > 110 > 120	95 55 13	No	Sí	Sí	Sí, luego incineración o co-incineración	Sí, luego incineración, co-incineración o vertido		
4	30	> 100 > 110 > 120	16 13 3	No	Sí	Sí	Sí, luego incineración o co-incineración	Sí, luego incineración, co-incineración o vertido		
5	20	> 80 > 100	120 60	No	Sí	Sí	Sí, luego incineración o co-incineración	Sí, luego incineración, co-incineración o vertido		
⁽¹⁾ Presión de 3 bar (300 kPa) producida por vapor saturado, es decir, se evacúa todo el aire y se sustituye por vapor en toda la cámara de esterilización. La co-incineración y la incineración de residuos mixta no se hallan dentro del ámbito de este documento.										

Tabla 2.3: Resumen de los procesos de aprovechamiento permitidos bajo el Reglamento ABP 1774/2002/CE; remítase a la legislación para información detallada sobre lo que se requiere, lo que se permite y lo que se prohíbe

El Reglamento ABP 1774/2002/CE especifica las condiciones de operación requeridas para el aprovechamiento de subproductos animales no destinados al consumo humano. Éstas varían según el riesgo asociado con los materiales. Estos riesgos se dividen en materiales de categoría 1, 2 o 3, convenientemente definidos. Las condiciones incluyen, por ejemplo, requisitos para la separación de los mataderos de las instalaciones de procesamiento de subproductos animales; una capacidad adecuada de servicios especificados y equipos de reducción de tamaño. También especifica requisitos higiénicos generales y detalla condiciones de operación, como tamaño de partículas, temperatura, tiempo y presión. Estos requisitos se resumen en la Tabla 2.3.

Las condiciones de operación y la secuencia de operaciones unitarias pueden variar a causa de la naturaleza de la materia prima o de las propiedades deseadas del producto, siempre que también se cumplan los requisitos del Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Cuanto mayor sea el contenido sólido sin grasas mayor será la cantidad de harina animal producida. Cuanto más hueso haya en la materia prima, menos proteínas contendrá la harina, ya que el hueso tiene menor contenido proteico que la carne o los menudos. Si la materia prima tiene un alto contenido en hueso, el producto tendrá un alto contenido en minerales. La producción media de grasa y harina en una planta de aprovechamiento será de un 35 – 45% de la cantidad de materia prima que llega a la planta. Ejemplos de algún contenido extremo de materia prima son la carne pura que puede contener hasta un 75% de agua; hueso limpio procedente de un departamento de deshuesado, que puede contener un 45% de material sólido y muy graso con un 95% de grasa. En la Tabla 2.4 se presenta información suplementaria.

La composición del producto, hasta cierto punto, determina su adecuación para la eliminación o para un uso posterior. La materia prima orgánica puede ser cualquier parte del animal y puede estar constituida por una sola sustancia, como plumas o sangre, o puede ser una mezcla. En los años anteriores a la crisis de la EEB había una tendencia hacia el aprovechamiento por separado de las diversas partes del animal para exigencias específicas del cliente. Esto puede haber cambiado con la prohibición sobre el uso de harina en piensos animales y con el consiguiente uso de procesos de aprovechamiento como parte de las rutas de eliminación para una gran proporción de subproductos animales. Actualmente el suministro de proteínas animales procesadas a los animales de granja de engorde o cría para la producción de alimentos está prohibida, con excepciones limitadas, según la *Decisión del Consejo 2000/766/CE, de 4 de diciembre de 2000, sobre determinadas medidas de protección respecto a las encefalopatías espongiformes transmisibles y los piensos con proteínas animales* [88, CE, 2000].

Materia prima Productos finales Condensados (agua residual)	Cantidad	Proteínas		Materia mineral		Grasa		Agua	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
Cadáveres animales	1.000	15	149	4	38	12	118	68	683
Harina animal	240	62	149	16	38	12	29	5	12
Grasa animal	90	0	0	0	0	99	89	1	1
Condensado	670	0	0	0	0	0	0	100	670
Residuos de matadero (carne roja)	1.000	9	90	2	20	14	137	74	739
Harina animal	150	60	90	13	20	12	18	5	8
Grasa animal	120	0	0	0	0	99	119	1	1
Condensado	730	0	0	0	0	0	0	100	730
Huesos	470	40	188	40	188	12	56	5	24
Harina de huesos	470	40	188	40	188	12	56	5	24
Grasa animal	90	0	0	0	0	99	89	1	1
Condensado	440	0	0	0	0	0	0	100	440
Sangre	1.000	12	123	1	7	0	3	87	867
Harina de sangre	140	88	123	5	7	2	3	5	7
Condensado	860	0	0	0	0	0	0	100	860
Cerdas	1.000	28	255	1	6	2	21	72	718
Harina de cerdas	300	85	255	2	6	7	21	6	18
Condensado	700	0	0	0	0	0	0	100	700
Residuos de aves	1.000	12	124	2	21	18	181	66	663
Harina de aves	190	65	124	11	21	12	23	6	11
Grasa animal	160	0	0	0	0	99	158	1	2
Condensado	650	0	0	0	0	0	0	100	650
Plumas	1.000	28	281	1	7	2	23	69	690
Harina de plumas	330	85	281	2	7	7	23	6	20
Condensado	670	0	0	0	0	0	0	100	670

La suma de las porciones de proteínas, materia mineral, grasa y agua no debe ser necesariamente igual al 100%, ya que hay otros ingredientes en las sustancias mencionadas, como almidón, ácidos nucleicos y fibras. Las cifras son sólo una guía, ya que dependen de la composición exacta de la materia prima.

Tabla 2.4: Cantidades típicas de producto tras el aprovechamiento de 1.000 kg de diversos subproductos de matadero [49, VDI, 1996]

La sangre no destinada al uso alimentario o farmacéutico se puede aprovechar. La sangre acostumbra a tener un 18% de materia seca, pero a menudo menos (por ejemplo, en el RU contiene un máximo de 16% de materia seca en invierno y un 10% en verano) [289, EFPA, 2002]. Parte del agua se puede eliminar por varios medios antes del procesado. En la primera etapa de la operación de secado la sangre se coagula con vapor, pero esto puede provocar grandes descargas de efluentes, debido a la cantidad considerable de material soluble que se puede perder con el agua de la sangre durante el centrifugado de la sangre coagulada. Hasta el 50% del agua se puede eliminar con este proceso antes del secado. La solución se evacua y el 40% restante de agua se expulsa con varios equipos de hornos y secado por aire. Esto da una producción de un 15 – 20% de harina de sangre a partir de la sangre de entrada. Un tipo de secador es el secador en anillo continuo; consiste en un recipiente con camisa con palas rotatorias para evitar el quemado. El aire de escape se puede pasar a través de un lavador de agua para reducir las emisiones de polvo. La contaminación del agua por la sangre se puede reducir, mediante la clarificación en un tanque de reposo, antes de la descarga de agua.

2.2.2.1 Aprovechamiento de canales y residuos

A continuación se describe la preparación de los materiales a aprovechar y algunos ejemplos de los numerosos métodos en uso, que ilustran los principios básicos.

Pretratamiento y pre-rotura

La calidad del sebo y la harina animal producido por el aprovechamiento de subproductos animales, dependerán del tipo de materia prima, el tiempo y temperatura de almacenamiento antes del aprovechamiento y del propio proceso de aprovechamiento.

Tradicionalmente ha habido un requisito para mantener bajo el contenido de ácidos grasos libres. Para hacer esto: la materia prima debe tratarse tan pronto como sea posible tras su retirada del animal; deben evitarse temperaturas de almacenamiento demasiado altas; la materia prima no debe entrar en contacto con el contenido del estómago y los intestinos y el precorte de la materia prima debe realizarse justo antes de iniciar el tratamiento calorífico. Estas condiciones tienen sentido desde el punto de vista ambiental, minimizando el grado de degradación de los materiales a aprovechar y reduciendo los problemas de olores y de aguas residuales.

El desollado manual debe llevarse a cabo en las plantas de aprovechamiento.

Las canales completas y sus partes se reducen de tamaño mecánicamente antes del aprovechamiento. El Reglamento ABP 1774/2002/CE especifica los límites máximos del tamaño de las partículas para los subproductos a aprovechar. Ello depende de su categoría, tal como se define en el Reglamento ABP 1774/2002/CE y su ruta prevista de uso o eliminación. Los límites de tamaño se muestran en la Tabla 2.3.

Esterilización

El Reglamento ABP 1774/2002/CE prescribe las circunstancias bajo las que se exige esterilización, es decir, el método 1 del anexo V, capítulo III. Las condiciones que deben alcanzarse se resumen en la Tabla 2.3. Se describen ejemplos de esterilización continua y por lotes. El proceso de esterilización se puede aplicar en el proceso global o como fase de pre o postprocesado. Los subproductos, que se han reducido a un tamaño no superior a 50 mm, se esterilizan a 133 °C, durante un mínimo de 20 minutos sin interrupción y a una presión (absoluta) de 3 bar (300 kPa) como mínimo, producida por vapor saturado.

Esterilización por lotes

Se puede usar una caldera horizontal con una camisa de vapor y un agitador, conocida como caldera de aprovechamiento en seco. Un ejemplo de este tipo de equipo puede tratar lotes de hasta 15 toneladas de subproducto. Los implementos de agitación están formados con elementos del clásico aprovechamiento en seco por calor. Pueden servir simultáneamente de secadores y de agitadores y se utilizan básicamente en plantas pequeñas, con producciones bajas. El tiempo de esterilización y secado es de 3 – 5 horas con un lote de unas 1,5 – 10 toneladas [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

Esterilización continua

Los actuales esterilizadores continuos están formados por un sistema de precalentadores, calentadores y un soporte. Pueden construirse de forma horizontal en serie o verticalmente como un sistema compacto. La materia prima se transporta desde el equipo de carga, donde se puede mezclar con la grasa, hasta una bomba de pistón que somete el material a una alta presión a lo largo de todo el sistema. En el precalentador, que consiste en un contenedor cilíndrico con tuberías calientes, la materia prima se calienta aproximadamente a 75 – 80 °C, usando el vapor de escape de la esterilización. En una segunda fase, la del calentador, el material se lleva a una temperatura de 133 °C mediante el suministro indirecto de vapor. Por lo que se refiere al calentador, se trata también de un intercambiador de calor con tuberías calientes. La tercera etapa es la del soporte, que debe ser tan grande como el volumen de producción máximo. La presión de 3 bar (300 kPa) está garantizada por el sistema de mantenimiento de presión instalado al final del soporte, que sólo se abre a una presión de 3 bar (300 kPa). La mezcla de la materia prima se asegura dentro del sistema de tuberías. Tras haber descargado el material esterilizado, el vapor de escape se separa en un ciclón y se utiliza de nuevo para el precalentamiento.

Algunos sistemas de aprovechamiento

En los diferentes países de la UE se utiliza un gran número de sistemas de aprovechamiento y todos se basan en principios similares. Las combinaciones de los diversos procesos unitarios son numerosas. La Tabla 2.5 presenta un listado de algunos ejemplos de los sistemas más comúnmente usados, los cuales se describen en los párrafos siguientes.

Sistema	Uso de energía ⁽¹⁾ (kg aceite/tonelada subproducto tratado)	Cocción a presión		Grasa (% presente en harina animal)
		Antes	Después	
Aprovechamiento en seco por lotes / fundición de grasa	55 – 60	No		12 – 15
Secado continuo en grasa reciclada	aprox. 55	No	Sí	10 – 15
Prensado húmedo u otra separación, evaporación, secado en seco, prensado	40 – 45	No	Sí	10 – 15
Separación, evaporación, secado en grasa natural	aprox. 55	No	Sí	8 – 10
Cocción y secado en grasa añadida en evaporador de efecto múltiple, prensado	35 – 40	No	Sí	10 – 15
Prensado húmedo, separación, evaporación de efecto múltiple, secado sin grasa	35 – 40		No	8 – 9
⁽¹⁾ Energía en kWh no comunicada				

Tabla 2.5: Sistemas habituales de aprovechamiento y de fundido de grasas
[289, EFRA, 2002]

Aprovechamiento en seco por lotes

La secuencia de tratamientos puede variar entre instalaciones, pero los principios son los mismos.

El método convencional de aprovechamiento en seco por lotes se muestra en la Figura 2.4 y se trata básicamente del mismo equipamiento que se usa en el proceso de fundido de grasas por lotes. La caldera, que se carga con un lote de materia prima, consiste en un recipiente horizontal con camisa que se calienta indirectamente con vapor. Un agitador, que a menudo presenta un diseño vacío e indirectamente calentado con vapor, se utiliza para mezclar los contenidos y para proporcionar calor de forma rápida y uniforme. Ambos, la camisa y el agitador, pueden estar alimentados con vapor a una presión de aproximadamente 6 – 7 Pa.

El período de cocción dura cerca de 2,5 horas, durante las cuales el contenido se calienta y se esteriliza y la mayoría del agua se evapora (hasta un contenido de agua del 8-10%). Luego, el contenido restante de la caldera se descarga en un percolador, que es una cuba equipada con un filtro en la parte inferior para drenar las grasas libres. Entonces, el residuo sólido en el percolador, que aún contiene un 30 – 35% de grasas, se desgrasa mediante una prensa de husillo (expulsor), una centrífuga de empujador o de canasta, hasta llegar al contenido de grasas deseado. Alternativamente, el material se puede descargar en una planta de extracción con disolventes, aunque esta técnica se utiliza cada vez menos. La Tabla 2.6 muestra la eficiencia relativa de diferentes tipos de equipos de separación. La grasa recuperada se purifica de forma separada.

Equipo usado	Contenido de grasas (%) (a partir de un nivel inicial del 30 - 35%)
Expulsor	10 – 13
Empujador	12 – 15
Centrífuga de canasta	12 – 17
Extracción con disolventes	2 – 8

Tabla 2.6: Eficiencias relativas de extracción de grasas al final del proceso de aprovechamiento en seco por lotes.
[145, Filstrup P., 1976]

La grasa drenada del percolador y del equipo de desengrasado contiene una cierta cantidad de finos, pudiendo ser clarificada en un separador.

Secado continuo en grasa añadida

La materia prima se reduce hasta un tamaño máximo de partícula de 50 mm. A continuación se esterilizan, o bien inmediatamente, en una caldera por lotes o en recipiente de cocción a presión constante, o bien después de un secado y separación en una caldera por lotes con inyección de vapor directo. La cocción y el secado tienen lugar en una secadora continua con grasa reciclada. Con el objetivo de expulsar la grasa, se procede a drenar y prensar el material seco. El proceso tiene un elevado consumo de energía pero la planta es compacta y el sistema está bien establecido [289, EFPRA, 2002].

Prensado, evaporación, secado con grasa y prensado

Se reduce el tamaño de las partículas de la materia prima hasta 20 – 30 mm y entonces se cuecen a presión. Luego se prensan en una prensa de husillo para separar los sólidos de los líquidos, o sea las grasas y el agua de cola. La torta se seca en una secadora de disco que funciona continuamente. El líquido se evapora en un evaporador al vacío de efecto múltiple y el concentrado se mezcla con la torta. Así, la evaporación y el secado se llevan a cabo durante la fase grasa y ésta se expulsa después, en una prensa. El consumo de energía es bajo y la harina tiene un alto contenido de grasas [289, EFPRA, 2002].

Separación, evaporación y secado en grasa natural

La materia prima se reduce hasta un tamaño de partícula de entre 25 y 50 mm y se cuece a presión. Se puede realizar un cribado para eliminar los huesos gruesos. Los sólidos, el agua de cola y las grasas se separan en un tricánter. Las grasas se purifican subsecuentemente y el agua de cola se concentra en un evaporador al vacío. El concentrado se mezcla con la fase sólida y se seca en una secadora continua. El contenido de grasas de la harina es bajo. El secado de la materia prima con un elevado contenido de huesos puede resultar difícil, por lo que tal vez será necesaria la recirculación de la harina [289, EFPRA, 2002].

Cocción y evaporación de efecto múltiple en grasa añadida, prensado

La materia prima se pica y fluidifica finamente con grasa reciclada. Los purines resultantes se evaporan en evaporadores al vacío de efecto múltiple, por ejemplo intercambiadores de calor de tubo vertical, con cámaras de separación, usando vapor directo y residual del proceso. La grasa se separa en expulsos. El ciclo de cocción a presión se puede aplicar antes o después del secado y puede ser continuo. El sistema tiene un bajo consumo de energía y se usa, por ejemplo, en Bélgica, Alemania, Holanda y el Reino Unido [289, EFPRA, 2002].

Prensado, separación, evaporación al vacío, secado sin grasas

Se reduce el tamaño de las partículas de materia prima hasta por debajo de los 20 mm, se coagula y se prensa en una doble prensa de husillo. La torta se seca en una secadora de disco, la cual se calienta indirectamente con calor directo. La fase líquida se separa en un tricánter en grasa, agua de cola y fango. Las grasas se purifican y esterilizan y el agua de cola se evapora en un evaporador al vacío de efecto múltiple, usando vapor residual del proceso. El líquido concentrado se mezcla en la torta para el secado. La harina resultante se esteriliza a

presión con vapor directo. El sistema consume poca energía. Las grasas residuales en la harina representan menos del 10%. El sistema se usa principalmente en Dinamarca, Irlanda e Italia [289, EFPRA, 2002].

2.2.2.2 Aprovechamiento de plumas y de pelos de cerdo

Para liberar la queratina, que es una proteína no digerible, la hidrólisis constituye la primera etapa del aprovechamiento de plumas y de pelos de cerdo. A continuación, la proteína hidrolizada se seca para producir una harina altamente proteica. Ésta, antes de la prohibición del uso de ciertas proteínas animales para el pienso animal, podía venderse por separado, aunque se mezclaba normalmente con otros tipos de harina y se usaba como un concentrado de proteínas.

Los pelos de cerdo y las plumas se tratan separadamente, ya que las condiciones de temperatura y aire para una adecuada hidrólisis de los dos productos son diferentes. Un tratamiento más fuerte de calor es necesario para “abrir” el pelo de cerdo.

Los procesos pueden realizarse por lotes en calderas de aprovechamiento en seco, donde el material que contiene queratina se expone a alta temperatura (135 – 145 °C) y presión durante 30 – 60 minutos. Entonces se libera la presión y se procede al secado y molido del producto. Esto puede eliminar la necesidad de deshidratación mecánica.

Existe también un equipo de aprovechamiento especial para la hidrólisis continua de plumas y/o pelo. El material se transporta en pequeños lotes a una cámara de compresión, donde se precalienta, y luego a la unidad de hidrólisis para ser tratado con vapor directo bajo las condiciones de presión adecuadas durante un período más breve (normalmente de 10 a 15 minutos). El material hidrolizado sale del reactor por la parte inferior. Parte del agua se elimina entonces en un decantador. Para la concentración de la fase líquida se utiliza una unidad de evaporación. El producto deshidratado se seca a parte o junto a otros productos de aprovechamiento [134, Países nórdicos, 2001].

El proceso para aprovechar las plumas y el pelo de cerdo se resume en la Figura 2.6.

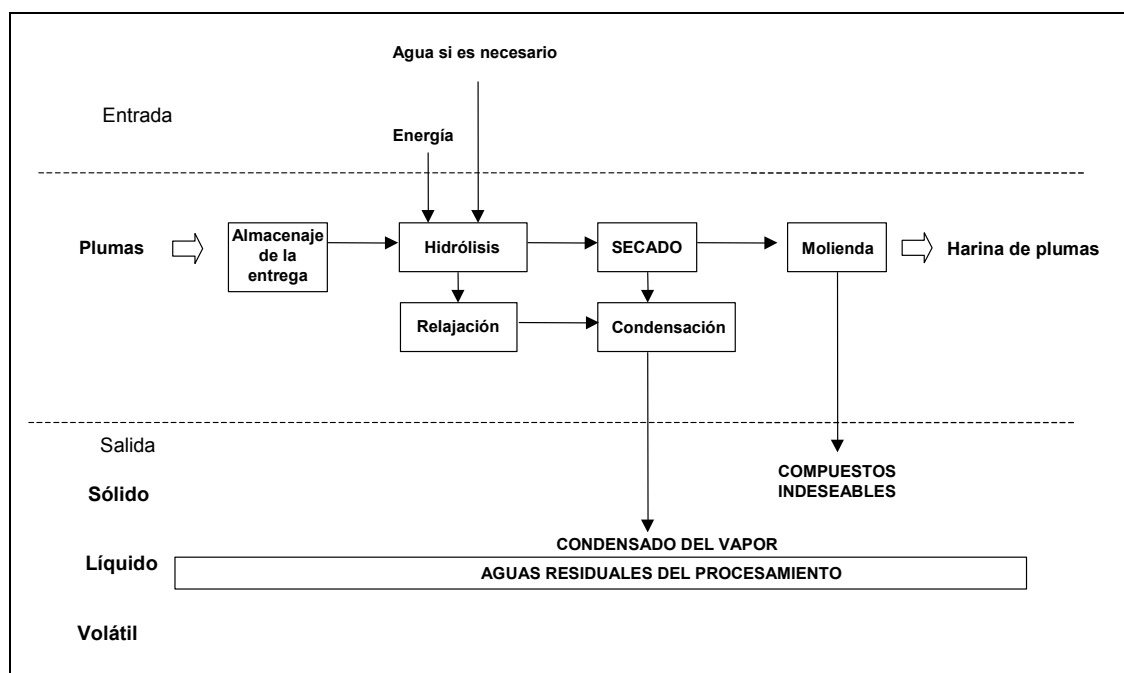


Figura 2.6: Diagrama de flujo para el aprovechamiento de plumas y pelo [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

El procesamiento de las plumas y del pelo produce elevadas emisiones de sulfuros en las aguas residuales. Por tanto, la eliminación del H_2S es importante ya que éste puede disminuir la actividad del fango activado y el proceso de tratamiento de las aguas con residuos biológicos [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

2.2.3 Producción de harina y aceite de pescado

En principio, el proceso para la harina de pescado consiste en la eliminación del aceite y del agua de la materia prima y en la separación del material en tres fracciones: aceite, harina y agua. La fracción acuosa se vierte normalmente al mar. El proceso se caracteriza por el tratamiento continuo de cantidades muy grandes de materia prima. Normalmente, la producción se lleva a cabo las 24 horas del día, usando grandes cantidades de energía y agua de mar y con una mano de obra mínima.

El proceso de producción de harina y aceite de pescado se puede resumir como ilustra la Figura 2.7, con el orden del procesamiento de la materia prima, material intermedio y producto final.

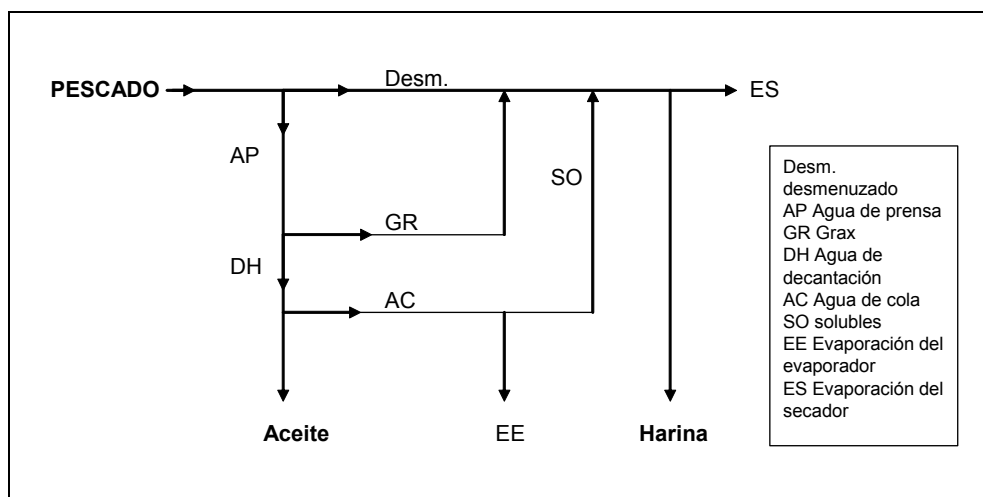


Figura 2.7: Flujo de material en la producción de harina y aceite de pescado
[140, Minck F., 2001]

Materia prima

Pescado completo capturado en el mar, o partes de pescado que provienen de la industria de fileteado.

Descarga

Si el pescado ha sido específicamente capturado para su procesamiento en harina y aceite, se descarga de los recipientes y se pesa. Durante la descarga, se toman y analizan muestras de 300 – 500 kg de pescado (70 – 100 muestras puntuales), para determinar la calidad de la materia prima. La frescura es extremadamente importante para la calidad final del producto. El parámetro utilizado para medir la frescura es el nitrógeno volátil total (NVT), que se define como el nitrógeno producido por la degradación de las proteínas de la materia prima. Idealmente, la materia prima debería ser fresca y seca. A menudo contiene agua proveniente de la fusión del hielo utilizado para conservar el pescado.

Silo de reserva para la materia prima

La materia prima se almacena en un silo, que tiene capacidad suficiente para 16 – 24 horas. La capacidad de descarga es mayor que la capacidad de producción porque las plantas no pueden controlar los tiempos de entrega de los barcos, por lo que la producción se lleva a cabo las 24 horas del día. La descarga acostumbra a realizarse durante el día. Los silos de reserva tienen que estar vacíos cuando la descarga empieza el día siguiente, para mantener una producción fresca.

Caldera

El pescado contiene un 70 – 75% de agua. Se cuecen con vapor indirecto durante 20 minutos en su propia agua a 90 – 100 °C. La proteína se coagula y forma la torta.

Prensado

El pescado cocinado se prensa durante 15 minutos en una prensa de husillo para producir una fase líquida, conocida como agua de prensado, y una fase sólida conocida como torta. La primera contiene algo de materia seca y sólida, conocida como finos. La torta tiene un 50% de materia seca.

Decantador

El agua de prensado se separa posteriormente, en un decantador, para obtener agua de decantación y otra fase sólida conocida como grax.

Centrífuga

El agua de decantación se separa aún más en una centrífuga para producir aceite de pescado y un líquido que contiene materia seca disuelta y pequeñas cantidades de sólidos en suspensión, conocido como agua de cola. Aproximadamente el 20% de la harina de pescado se encuentra en el agua de cola.

Evaporador

El agua de cola se concentra mediante evaporación en un evaporador, durante 30 minutos, produciendo un líquido que contiene aproximadamente un 40% de materia seca (agua de cola evaporada). El agua de mar se usa como agua de refrigeración en los evaporadores.

Secador

La torta, el grax y el agua de cola evaporada se mezclan y secan durante 1 – 2 horas para producir harina de pescado. Los secadores usados actualmente en las factorías de harina de pescado son casi exclusivamente del tipo de calefacción de vapor indirecta. El calor se transfiere al material de secado por unos discos rotatorios huecos montados en un eje horizontal. Los viejos secadores de tambor calentados directamente se están reemplazando y otros métodos de secado, como el secado por aspiración, se usan tan solo para cantidades relativamente pequeñas de ciertas clases especiales de harina [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997].

La eliminación del aceite de la harina está adquiriendo, en algunos casos, una mayor importancia debido a los elevados niveles de dioxinas detectados en el pescado y el temor a los riesgos para la salud humana asociados con dichas sustancias.

La harina de pescado que consiste en una torta, fango de decantador (grax) y agua de cola evaporada, se llama “harina completa”. Dependiendo de la temperatura de secado, la harina se llama “harina secada normalmente” o “harina secada a baja temperatura” (harina BT). Esta última se seca en secadores de aspiración. Con mucho, la mayor parte de la harina de pescado producida es harina completa de muchos tipos y calidades diferentes. Además, se producen muchas harinas especiales, basadas en uno o varios de los productos intermediarios de las fábricas de harina de pescado. Entre éstas, por ejemplo, se encuentran la harina de torta y la harina de agua de cola evaporada [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997].

Refrigerador de harina

La harina de pescado se enfría con aire en un refrigerador de harina. Esto garantiza la calidad y permite la trituración.

Triturador

La harina de pescado se reduce a un tamaño de partículas específico usando molinillos de martillo.

Acabado/purificación del aceite

El aceite de pescado procedente de la centrifuga se lava con agua caliente en otra centrifuga, se deja reposar y se almacena. Si es necesario se puede pasar a través de una prensa de filtro de carbono para eliminar los restos de dioxinas. El carbono usado se incinera en un incinerador de residuos peligrosos.

Almacenaje

La harina y el aceite de pescado pueden almacenarse durante al menos un año en depósitos de almacenaje y tanques.

Ejemplo de planta

La Figura 2.8 muestra un diagrama esquemático simplificado del proceso de producción en una gran factoría de harina de pescado. Este resumen general muestra únicamente los flujos de masa más importantes.

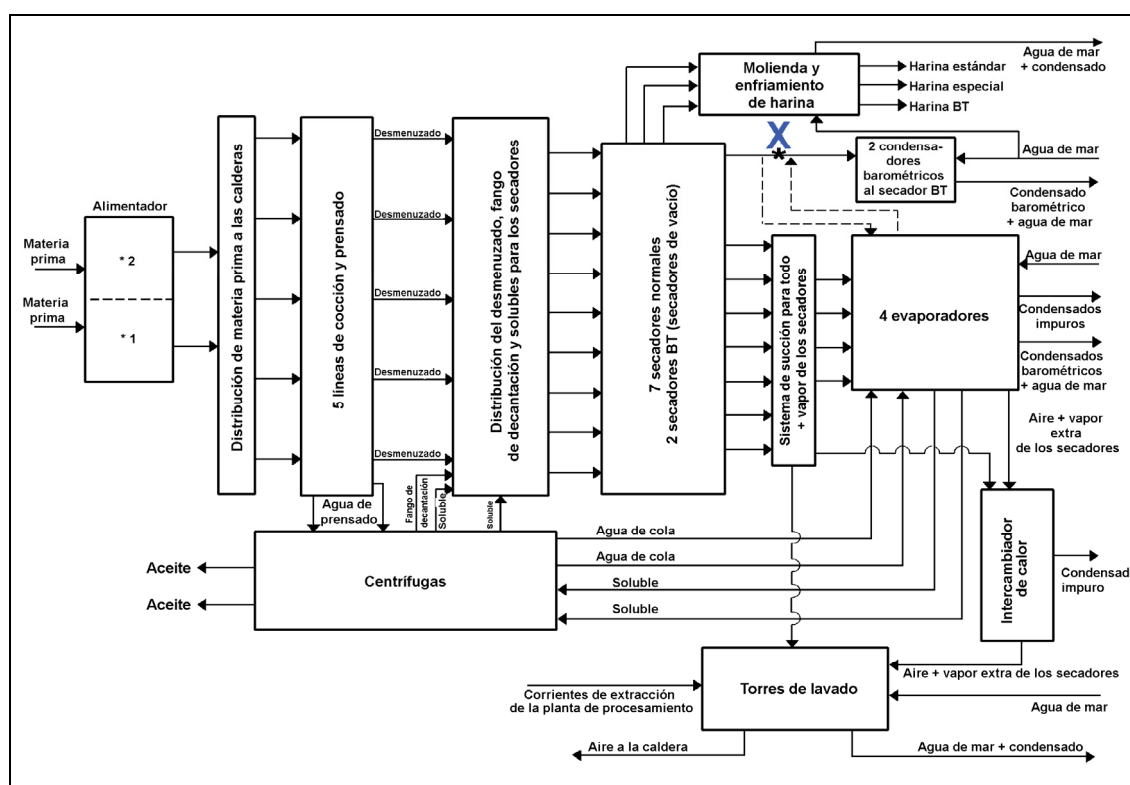


Figura 2.8: Diagrama esquemático del proceso de producción en una gran factoría danesa de harina de pescado

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

La Figura 2.8 muestra como la producción se puede dividir en dos unidades completamente separadas a través de las cuales las materias primas de diferente calidad y diferentes tipos de harina pueden procesarse simultáneamente. No se muestran los tanques de compensación para el licor de prensado, el agua de cola, el agua de cola evaporada, la toma de agua de sangre, la unidad de procesamiento del agua de sangre, ni la más reciente unidad especial de producción de harina de pescado.

En el punto “X” se ha instalado una válvula de intercambio de energía, de tal manera que la fase 1 del evaporador por exceso de calor puede recibir energía (vapor en exceso) proveniente de los dos secadores BT (secadores de vacío), y el resto del vapor puede ser conducido a los condensadores barométricos. De forma alternativa, se puede suministrar vapor en exceso desde los secadores normales, que trabajan a presión atmosférica, al evaporador de calor.

Cuando la factoría representada en el diagrama esquemático produce un exceso de calor, éste es conducido, si es necesario, a través del intercambiador de calor hacia un sistema de calefacción urbana. Sólo unas pocas factorías de harina de pescado suministran calor de esta manera. Durante el funcionamiento, en el lado primario del intercambiador de calor se produce continuamente un exceso de condensado que es canalizado. El intercambiador de calor puede recibir también calor desde otras fuentes de condensado, pero, por cuestión de claridad, esto no se muestra en la figura.

2.2.4 Procesado de huesos

El diagrama de flujo de la Figura 2.9 resume el procesado de huesos.

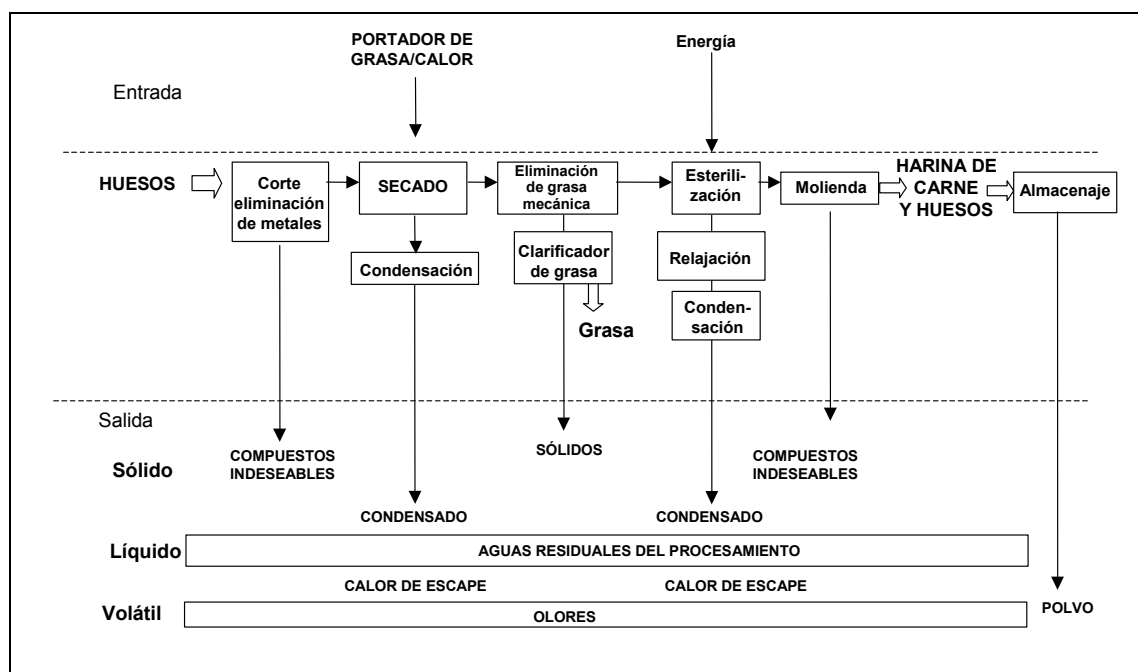


Figura 2.9: Diagrama de flujo para procesado de huesos
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

2.2.5 Procesado de la sangre – producción de plasma y eritrocitos desecados

El aprovechamiento se trata en la sección 2.2.2.1.

El procesado de sangre utiliza la sangre de aquellos animales que han sido considerados por un veterinario oficial como adecuados para el consumo humano, después de una inspección *post mortem*.

Obtención de la sangre

En el matadero, una vez alzado, el animal aturdido es degollado con un cuchillo de degüello en la parte inferior del cuello. Esto corta los vasos sanguíneos principales, incluyendo por lo menos una de las arterias carótidas y venas yugulares. La sangre chorrea desde el agujero de degüello para desaguar en un tanque, canal o recolector que recibe la sangre de muchos animales. La sangre, durante su obtención para preparar plasma seco y pulverizado, no debe coagularse. Para prevenir la coagulación, la sangre se mezcla con una solución de citrato de sodio y/o fosfato sódico. La obtención de sangre puede llevarse a cabo individualmente, aunque en general eso no resulta práctico cuando se trata de un gran número de animales. Así, habitualmente se mezcla en el momento de su recolección a partir de varios animales.

Filtrado y centrifugación

La sangre se filtra en el matadero y en la planta de manufacturación. Tras el filtrado, se centrifuga para separar el plasma de los eritrocitos. Esto tiene lugar o bien en el matadero o bien en la planta de procesado. Estos procesos también contribuyen a la eliminación de grandes partículas. Si existe una infección, ésta se encontrará mayoritariamente en la fracción celular. El plasma no tiene porqué estar exento de infecciones, pero la capacidad de infección de éste se reduce significativamente con la separación de las células. Después de la centrifugación se llevan a cabo tres nuevos pasos de filtrado. El equipamiento posterior es específico para el plasma o para las células.

Producción de plasma

La producción de plasma se recoge en un tanque refrigerado de acero inoxidable y se enfría a 4 °C. En este punto, el plasma de varias fuentes se mezcla en el tanque de almacenamiento. Un tanque puede contener la sangre de 1.500 – 8.000 cerdos o 350 – 750 bovinos adultos. El plasma de cerdos y vacas se puede mezclar [202, APC Europe, 2001].

El plasma que se recibe del matadero contiene aproximadamente un 8% de sólidos. Estos se eliminan por ósmosis inversa y/o nano-filtración. En este paso también se concentra el plasma, al eliminar el agua y los minerales, así como el anticoagulante. Los filtros eliminan las partículas de hasta 1 mm de diámetro. El plasma purificado se homogeniza y presuriza en una máquina para prepararlo de cara a su secado por pulverización.

Alternativamente, el plasma se puede concentrar mediante evaporación al vacío. Esta técnica implica la eliminación del agua del plasma, en condiciones de vacío a temperatura inferior a 40 °C.

El secado por pulverización implica la inyección del plasma en una cámara caliente de secado, a alta presión, para formar gotas muy finas de 10 – 200 µm de diámetro, usando un pulverizador de alta presión. El tipo de pulverizador utilizado depende de la configuración de la cámara de secado y del caudal de aire caliente. La cámara de secado es la parte del sistema donde las pequeñas gotas de plasma contactan con el aire caliente y, en consecuencia, donde tiene lugar el proceso de secado.

Cuando las gotas encuentran una corriente de aire caliente la humedad se evapora rápidamente y forman un polvo seco. Es importante que las gotas tengan un tamaño uniforme y que se produzcan con un ritmo consistente, de manera que todas las partículas se expongan a las mismas condiciones de temperatura. Para ello, se utilizan unos pulverizadores especialmente diseñados y perfeccionados.

El aire circulante a través de la cámara de secado es aire atmosférico, finamente filtrado y calentado haciéndolo pasar a través de un calentador de vapor o un calentador de gas indirecto. Un ventilador centrífugo empuja el aire caliente dentro del sistema de circulación. Se ha indicado que la temperatura de entrada en una instalación puede llegar a los 240 °C. El tiempo de contacto mínimo es de 15 s en la misma instalación, pudiendo llegar hasta los 30 s en otras plantas. La temperatura de salida es de 90 °C.

Entonces, la fracción plasmática se embolsa y almacena. Tiene un contenido de humedad inferior al 10%. Se usa en alimentos para mascotas y pienso para cochinitos [201, APC Europe, 2000]. En la actualidad, el plasma se puede usar por la industria cárnica, por ejemplo para jamón y salchichas cocidas y para la producción de alimentos para mascotas [271, Casanellas J., 2002].

El proceso se ilustra en la Figura 2.10.

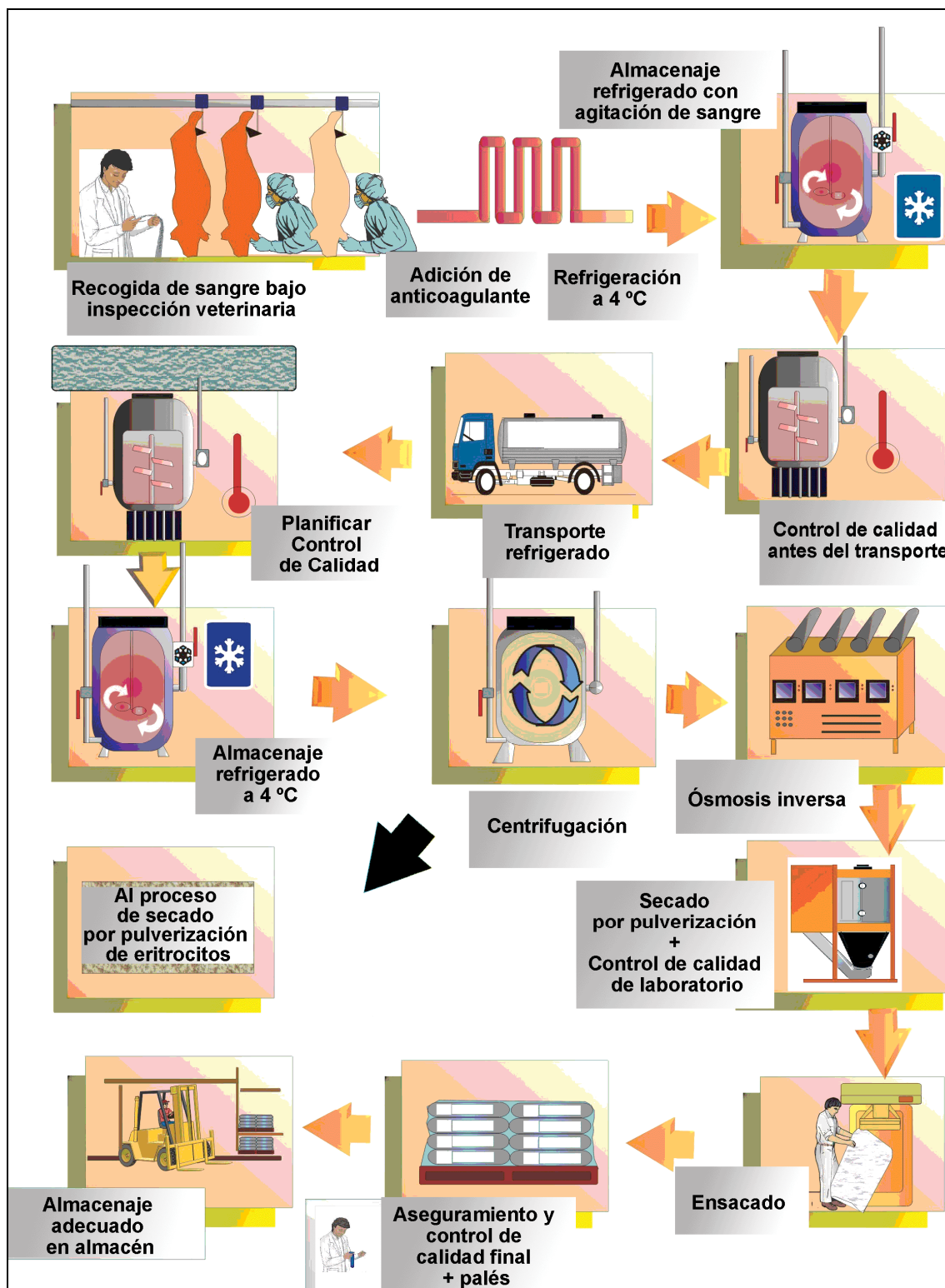


Figura 2.10: Proceso de fabricación de plasma seco por pulverización [202, APC Europe, 2001]

Producción de eritrocitos

La fracción de los eritrocitos se bombea a alta presión, se seca con pulverizador, se embolsa y se almacena de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el plasma, exceptuando el hecho de que no es necesario concentrarla antes del secado, ya que la fracción de los eritrocitos comprende un 30% de sólidos. La temperatura para el secado con pulverizador de los eritrocitos es más elevada que para el plasma ($> 250\text{ }^{\circ}\text{C}$). El proceso se ilustra en la Figura 2.10. Los

eritrocitos desecados se usan como colorante natural en la industria cárnica, alimentos para mascotas, pienso animal y fertilizantes.

Eliminación de residuos

Durante el proceso de secado por pulverización se producen residuos sólidos y líquidos. Los primeros son en su mayor parte residuos biológicos procedentes de la filtración, ósmosis y limpieza. Todos los residuos biológicos se disuelven en agua, se filtran y luego el agua residual se somete a una degradación biológica en la EDAR. El agua residual contiene sólidos, detergentes y desinfectantes de la limpieza de vehículos y de los equipos, como las centrifugas. Los sólidos se incineran o se vierten. El fango proveniente de la EDAR es rico en proteínas y puede usarse, junto con otros materiales, para elaborar compost.

2.2.6 Manufactura de gelatina

La gelatina es una proteína natural y soluble, que puede gelificar o no, obtenida por hidrólisis parcial del colágeno proveniente de los huesos, cueros, pieles y tendones de los animales (incluyendo pescado y aves) [85, CE, 1999]. La materia prima utilizada comprende huesos, pieles frescas y congeladas, pieles de cerdo y pieles de pescado. El uso de cueros y pieles sometidas a procesos de curtido está prohibido en la producción de gelatina destinada al consumo humano [85, CE, 1999]. El Reglamento ABP 1774/2002/CE requiere que toda la materia destinada a la producción de gelatina sea de categoría 3, tal y como ésta se define en dicha regulación.

Existen varios procesos para la producción de gelatina. Estos dependen en cierta medida de la materia prima que se utilice, a pesar de que, después del desgrase y desmineralización de los huesos y el tratamiento de las pieles de cerdo con ácidos, los pasos de la extracción de gelatina en algunos de los procesos que usan huesos, cueros y pieles de cerdo son muy similares. Los principales procesos de elaboración de la gelatina se resumen en la Figura 2.11 y los pasos de estos procesos se describen más adelante de forma individual.

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE MANUFACTURACIÓN DE GELATINA [249, GME, 2002]

Las operaciones unitarias de los procesos para cada uno de los ocho tipos de gelatina producida se muestran en la Figura 2.11 y después individualmente de la Figura 2.13 a la Figura 2.20. Como se puede observar en la Figura 2.11, muchas de las operaciones unitarias son comunes en varios de los procesos, y en algunos casos incluso en todos ellos. Las técnicas que minimizan los niveles de consumo y emisión en tales operaciones unitarias pueden ser, por tanto, ampliamente aplicables en toda la industria de la manufacturación de la gelatina.

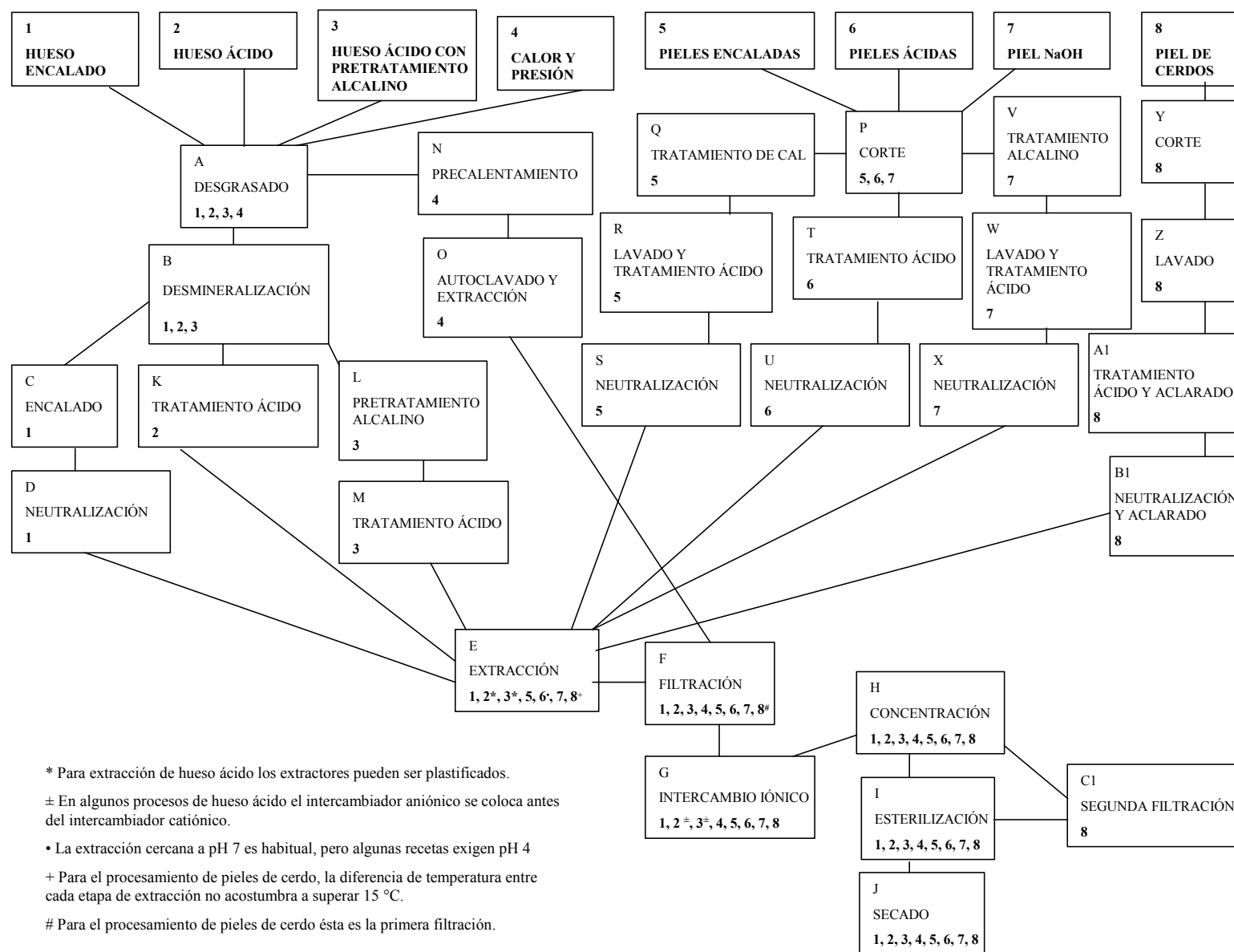


Figura 2.11: El proceso principal de elaboración de gelatina (véase también de la Figura 2.13 a la Figura 2.20)
 [249, GME, 2002]

Las operaciones unitarias se describen a continuación.

A Desengrasado

Los huesos no tratados contienen una gran cantidad de carne, tejido blando y grasa, que tiene que ser eliminada. Un típico ejemplo de la composición de un lote de huesos frescos es: 46% agua, 15% grasa, 19% proteína y 20% minerales.

Los huesos se trituran en un pre-rompedor hasta un tamaño máximo de partícula de 20 mm de diámetro. Este paso es previo al desengrasado, usando agua caliente, a una temperatura de 75 – 90 °C, durante 15 – 30 minutos. Aquí describimos un proceso continuo en el que se usa un transportador de tornillo helicoidal calentado al vapor y con camisa de vapor. La acción turbulenta del agua caliente y el deslizamiento y frotamiento de los huesos triturados hace que la carne y otros tejidos blandos se desprendan de los huesos. El contenido del recipiente de desengrasado se separa para obtener huesos duros, tendones (huesos blandos) y líquidos que contienen sebo y agua.

Los huesos duros pueden lavarse usando agua caliente, para conseguir un contenido final de humedad de aproximadamente el 10%. Los tendones se pueden prensar para eliminar las grasas y el agua antes de proceder al secado con el hueso duro, para dar una humedad final del 14%. El secado a 85 °C dura 45 minutos [208, Croda Colloids Ltd, sin fecha].

Alternativamente, los tendones y la corriente líquida se pueden separar en una corriente líquida que contiene sebo y agua, usando decantador o un sistema tricánter, y la corriente de tendones se puede secar entonces en un secador de disco rotante, para obtener una humedad final muy por debajo del 10%. La temperatura del producto que se alcanza en la secadora es de unos 110 °C, al menos durante 45 minutos [249, GME, 2002].

Los huesos secos y los tendones se tamizan a 2 mm y 5 mm para producir harina de huesos (fracción < 2 mm), trozos de hueso intermedios (fracción 2 – 5 mm) y gelatina desengrasada de huesos y tendones (fracción > 5 mm).

La mezcla de sebo y agua se separa mediante centrifugación, obteniendo sebo purificado y agua procesada. Los líquidos se mantienen a una temperatura de 85 °C durante 30 minutos durante la separación.

Los sólidos finos que se han eliminado del líquido durante la separación, junto con los sólidos finos provenientes del prensado de los tendones se combinan y secan para obtener un contenido de humedad habitualmente inferior al 10%. La temperatura del producto que se alcanza en la secadora es de aproximadamente 110 °C durante al menos 45 minutos.

Los ciclones se usan para eliminar el aire y separar los finos de las partículas más grandes destinadas a la elaboración de la gelatina.

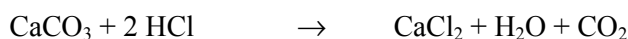
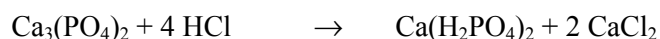
Las astillas de los huesos se separan por densidad, usando un hidrociclón, porque los huesos de alta densidad requieren un procesamiento más largo que los de baja densidad, ya sea tanto para desmineralizarlos como para extraer la gelatina. En este punto, se secan en un horno de bandas, con una temperatura inicial del aire de alrededor de 350 °C y una temperatura final de 150 °C. Las astillas están en contacto con el aire caliente por un breve espacio de tiempo y se enfrían también por evaporación del agua, de tal manera que normalmente su temperatura no sobrepasará los 85 °C. El tiempo de secado varía entre 20 y 60 minutos. Los huesos secos se clasifican entonces según el tamaño, usando primero tamizadores rotatorios o vibratorios, normalmente a 2 – 5 mm, y luego utilizando una tabla densitométrica, que comprende un filtro inclinado con una corriente de aire ascendente en la cual se dejan caer las astillas de los huesos.

La cantidad de astillas de huesos secos y desengrasados que se obtiene a partir de 1 kg de huesos es, habitualmente, de unos 200 g.

Si se usa el cuero y las pieles no se necesita esta fase de pretratamiento

B Desmineralización

El proceso de desmineralización consiste en la eliminación de los componentes inorgánicos, siendo estos, principalmente, los fosfatos naturales y el carbonato cálcico. Los huesos desengrasados se colocan en una solución fuerte de HCl a pH 1 – 2, donde el fosfato tricálcico se convierte en una sal monocalcica soluble, que se elimina en disolución, para una posterior conversión en fosfato dicálcico, cloruro cálcico soluble y CO₂. La reacción química con el HCl es la siguiente:



Para la completa conversión de 1.000 kg de huesos desengrasados, que contienen un 8% de agua y un 63% de los cuales contiene un 7% de CaCO₃ y un 56% de Ca₃(PO₄)₂, se requieren aproximadamente 7.700 litros de HCl al 4%.

El residuo sólido, que se conoce con el nombre de oseína, se usa en el proceso de elaboración de la gelatina. El proceso de producción de la oseína puede durar varios días dependiendo de las naturaleza, tamaño y densidad de la materia prima, y comprende varios fosos conteniendo oseína, por ejemplo seis, dispuestos en serie, en diferentes etapas del proceso. El HCl fresco a una concentración del 3,5%, se añade en el foso que contiene la oseína tratada durante más tiempo. Después de aproximadamente 24 horas, el ácido se bombea al foso que contiene la segunda oseína más vieja, mientras que el ácido de ésta se bombea al foso que contiene la tercera oseína más vieja. El proceso continúa con esta acción a contracorriente por lotes. De esta manera en la solución más “nueva” con la concentración más alta de ácido y la más baja de sal monocalcica se extrae la sal de la oseína con el rendimiento aprovechable más bajo. La solución más “vieja”, con la concentración más baja de ácido (alrededor del 0,5%), extrae la sal de la oseína que más sal puede dar. La agitación de aire puede contribuir a este proceso. El proceso se ilustra en la Figura 2.12.

Cada tanque reactor del proceso contiene normalmente un lote de 20 – 50 toneladas de astillas de huesos, pero también se pueden utilizar tanques más pequeños. La altura del tanque puede ser de unos 7 metros y 3,5 metros de diámetro. Los nuevos reactores se fabrican con acero recubierto de plástico. En un sistema con cuatro recipientes reactores se pueden tratar, en 4 días, 200 toneladas de astillas de huesos desengrasados, en cuatro lotes de 50 toneladas. Para desmineralizar esta cantidad, se necesitan aproximadamente 1.540 m³ de HCl al 4%. Para una instalación que opera con una eficiencia de aproximadamente un 90%, este requerimiento se incrementa hasta unos 1.710 m³ en 4 días (17,8 m³ l/h).

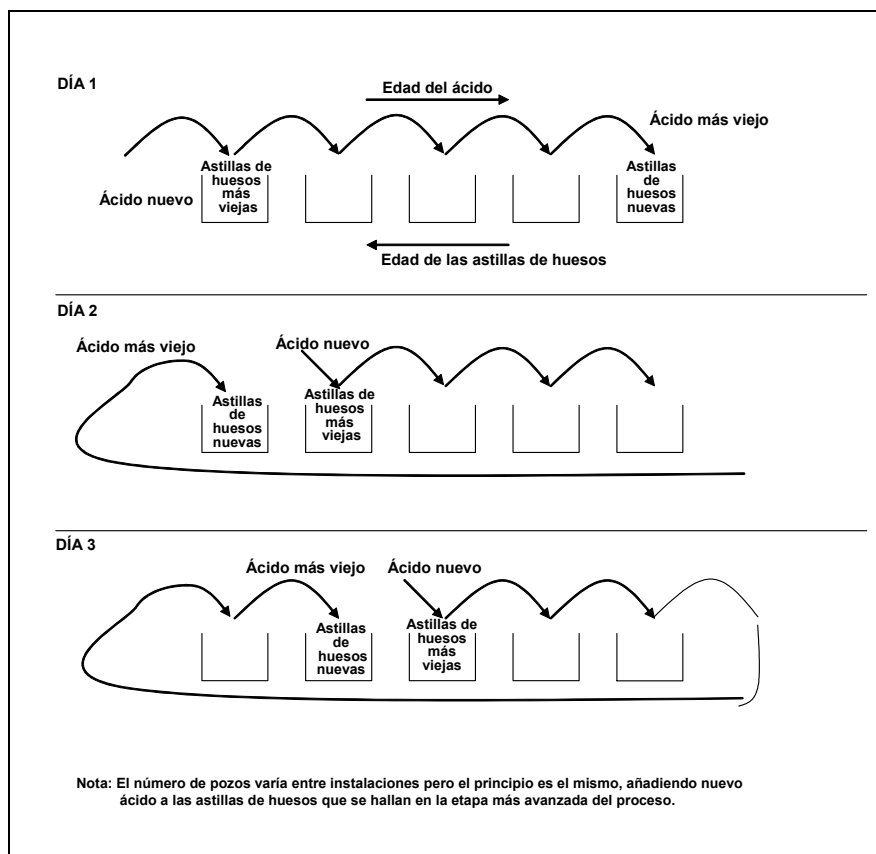


Figura 2.12: Diagrama de flujo de la desmineralización de huesos para producir oseína para la elaboración de la gelatina.

C Encalado

El encalado se lleva habitualmente a cabo en grandes fosos de hormigón que contienen la oseína de un lote de astillas de huesos desmineralizados. La oseína se sumerge en una solución de cal sobresaturada para purificar y acondicionar el colágeno, promoviendo su hidrólisis. Durante este proceso el pH es aproximadamente 12,5, es decir, el pH de la solución caliza recién preparada. La solución de cal supersaturada se renueva regularmente para compensar su consumo durante el proceso. También se ventila con regularidad, para prevenir bajadas puntuales del pH.

Después de la última decantación de la cal, la oseína se lava llenando el foso de cal con una cantidad de agua equivalente más o menos al peso original de las astillas de huesos y dejándola durante cierto tiempo antes de ser eliminada. La oseína se lava por segunda vez mediante agitación con aproximadamente la misma cantidad de agua, siendo después bombeada en una corriente de agua a la instalación de neutralización. Los lavados contienen cal y pueden utilizarse para neutralizar el ácido empleado en la fase inicial del proceso, sino se requeriría el uso de otro álcali para tal finalidad.

La Tabla 2.7 muestra de forma esquematizada un proceso de encalado estándar. El número de días varía entre instalaciones y puede llegar hasta los 90, dependiendo de la calidad de las astillas de los huesos, la temperatura media de la cal y las propiedades físicas que se desean para la gelatina. La frecuencia de renovación de la cal, la frecuencia y duración de la ventilación del foso y el número de lavados de la oseína, con o sin agitación, también varían entre instalaciones y lotes.

Día	Adición de cal fresca	Decantación	Bombeo de aire	Lavado
1	X			
2	X	X		
3			X	
4	X	X		
8			X	
9	X	X		
12			X	
15			X	
17	X	X		
21			X	
25			X	
27	X	X		
31			X	
35			X	
37	X	X		
41			X	
43			X	
46		X		X

Tabla 2.7: Temporización típica de un proceso de encalado

D Neutralización

La oseína encalada lavada todavía contiene cal y tiene un alto pH en el centro de las partículas. Se trata con ácido diluido para neutralizar y diluir la cal, y para cambiar el pH hasta 4,5 – 7. El lote de oseína se sumerge en, por lo menos, tanta agua como el peso original de las astillas de hueso a partir de las cuales se obtuvo dicha oseína. Ésta se agita y se añade el ácido. El pH se mide continuamente y puede usarse para controlar el flujo de ácido. Cuando el pH permanece constante durante varias horas dentro del rango deseado, sin tener que añadir más ácido, entonces se considera que la oseína está neutralizada. Posteriormente, el agua ácida se elimina y la oseína se lava al menos cinco veces con su propio peso de agua fresca, mientras permanece sumergida. La neutralización puede llevarse a cabo en uno o más tanques de agitación en el recipiente de extracción. La instalación está hecha normalmente de acero inoxidable o acero sinterizado de plástico.

E Extracción

La gelatina se extrae de la oseína neutralizada, cueros pretratados o pieles de cerdo, con agua caliente. Esto implica unos cinco pasos, a temperaturas progresivamente más altas, normalmente con una diferencia de no más de 10 °C entre los distintos pasos y con un rango típico entre los 50 – 60 °C y los 100 °C. La concentración de gelatina del extracto es normalmente 3 – 8%.

El agua puede añadirse fría y luego calentarse o bien ya caliente. En los extractores, la oseína se agita cuidadosamente en el agua caliente o bien el agua puede circular sobre un lecho de oseína. Se procede de esta manera hasta que se alcanza una concentración de cerca del 5% de gelatina. Entonces se deshidrata el extracto y se repite el proceso, normalmente a una temperatura más elevada. Una vez deshidratado, el extracto pasa a través de un tamiz o una malla para prevenir que las partículas grandes entren en las tuberías. La extracción final se para cuando, al extraer a 100 °C, no se alcanza el 3% de concentración de gelatina, o cuando ya no queda oseína. La cantidad de agua que hace falta es por lo menos la cantidad de agua necesaria para cubrir la oseína o las pieles de cerdo, más la cantidad para llenar las tuberías, bombas e intercambiadores de calor. Para la oseína proveniente de 50 toneladas de astillas de huesos, la cantidad de gelatina obtenida en cada extracción se sitúa entre 1.500 kg y 4.000 kg. Las instalaciones están hechas habitualmente de acero inoxidable.

F Filtración

El extracto se filtra para eliminar todas las partículas insolubles. La filtración se completa en uno o más pasos. El material de los filtros es generalmente tierra de diatomeas o celulosa, aunque también puede utilizarse algodón. Si se utiliza la primera, se añade a la solución de gelatina una materia filtrante, compuesta normalmente por la misma clase de tierra de diatomeas

que el filtro, para prevenir el bloqueo debido al continuo crecimiento de la capa del filtro. Cuando se usa la celulosa pueden emplearse filtros de celulosa de unos 5 cm de espesor. A menudo, la filtración se lleva a cabo en dos pasos, aplicándose primero el filtro de tierra de diatomeas y después un filtro que usa filtros de celulosa comercialmente disponibles, y que tienen cerca de 1 cm de espesor. El extracto puede pasar primero a través de una bolsa con filtro de tela, para eliminar las partículas residuales gruesas. Durante la filtración la temperatura se mantiene a 55 – 60 °C.

El equipo para la filtración es normalmente del mismo tipo del que se usa en varias ramas de la industria alimentaria y es fácilmente disponible. La filtración con tierra de diatomeas puede realizarse mediante presión o al vacío. Para la filtración por presión, el filtro está en un recipiente cerrado que se presuriza. Cuando se alcanza la máxima presión, las mallas del filtro se limpian automáticamente y se cubren con nuevas materias filtrantes. Para la filtración por vacío, el filtro es habitualmente un filtro de tambor rotatorio con la capa del filtro en la cara exterior del tambor. El extracto es succionado hacia la capa interior del tambor. Con esta clase de filtro, el material filtrante y la capa se raspan automáticamente, por lo que el filtro presenta continuamente una superficie fresca.

G Intercambio iónico

El extracto filtrado se pasa a través de una resina de intercambio iónico para eliminar todas las sales disueltas de la solución. Ésta normalmente pasa primero por la columna de cationes y luego por la de aniones. La mayoría de instalaciones consisten en dos columnas de cationes y dos columnas de aniones. Una de cada clase está en funcionamiento en cualquier momento, mientras que las otras dos o bien se están regenerando o bien están inactivas. Las instalaciones modernas tienen un sistema de control automático que desvía el flujo a la columna inactiva en cuanto la columna en uso pierde efectividad y, al mismo tiempo, pone en marcha el procedimiento de regeneración automático para la columna agotada. Las instalaciones viejas están menos automatizadas. Los intercambiadores de cationes y aniones se regeneran con aproximadamente el 5% HCl y el 5% NaOH, y ambos son enjuagados usando agua desionizada. Un ejemplo de columna puede tener un tamaño de 1,57 m de diámetro y 1,75 m de altura. El caudal a través de esta columna es de alrededor de 7 m³/h. Durante el intercambio de iones la temperatura de la solución se mantiene generalmente entre 55 y 60 °C. Las instalaciones están hechas de material sintético o de acero recubierto de plástico.

H Concentración

Una vez la solución ya ha pasado por los intercambiadores iónicos el siguiente paso consiste en concentrarla. Para ello pueden usarse diferentes diseños de evaporadores. Esto facilita la eliminación de agua a temperaturas relativamente bajas. En los evaporadores al vacío de efecto múltiple, el vapor extraído del primer efecto se usa para calentar el segundo y el de éste para calentar el tercero. El calentamiento y la refrigeración se llevan a cabo muy rápidamente de manera que el producto no se daña. La Figura 4.14 muestra un diagrama esquemático de un evaporador de efecto múltiple. En este estadio del proceso la disolución tiene un 20 – 30% de gelatina. El equipo es de acero inoxidable

I Esterilización

La solución de gelatina concentrada se esteriliza por inyección de vapor directo, de tal manera que la temperatura se eleva hasta los 138 – 140 °C, o bien haciendo funcionar el último efecto, conocido como finalizador, a una temperatura de alrededor de 120 – 140 °C. El incremento de temperatura se consigue inyectando vapor desde otra fuente. Si se usa la inyección de vapor directo, la solución se mantiene a esta temperatura durante al menos 4 segundos a la vez que se mantiene una presión de al menos 4 bar (400 kPa). La temperatura de la gelatina se mide y controla continuamente. El equipo de esterilización está hecho de acero inoxidable

J Secado

La solución de gelatina concentrada y esterilizada se bombea a través de un intercambiador de calor y se enfría a una temperatura inferior a los 30 °C, para formar un gel. El gel se extruye a través de una chapa perforada para formar hebras delgadas. Se utiliza una pequeña cinta

transportadora pivotante para depositar las hebras en una gran cinta transportadora de alambre, que se mueve a largo de un túnel de secado segmentado. En éste, el gel se seca con aire caliente pre-secado, purificado y limpio. Cada uno de los segmentos posteriores del túnel tiene una temperatura más alta, en un rango de 25 – 30 °C a 50 – 60 °C. El secado dura 6 horas. Para el calor de la secadora se puede aprovechar el procedente del agua caliente del evaporador. Cuando el gel entra en el túnel de secado contiene un 80% de agua. La gelatina seca contiene normalmente un 11% de agua, aunque esta cantidad puede variar entre el 9 y el 15%. Después del secado, la gelatina se muele y se envasa para su almacenaje intermedio. Las hebras secas se muelen y se embolsan. Cada uno de los lotes se etiqueta para su seguimiento. Se mezclan diversas clases para satisfacer los requisitos individuales de los clientes. El equipo que entra en contacto con la gelatina es normalmente de acero inoxidable, pero en algunos casos es de material sintético.

K Tratamiento ácido

Después del proceso de desmineralización el tanque que contiene la oseína se llena de nuevo, con la misma cantidad de agua que el peso original de las astillas de hueso, y se deja reposar durante 0,5 – 1 día. La oseína todavía contiene suficiente ácido para mantener el pH por debajo de 2. Entonces, el líquido se elimina y la oseína se lava nuevamente, una o más veces, para obtener un pH de alrededor de 2,5 o superior. Luego se transfiere, en una corriente de agua, a los extractores.

L Pretratamiento alcalino

Al acabar la desmineralización la oseína se remoja dos veces en agua, siendo la duración del “baño” de una hora y usando el mismo volumen de agua y de oseína. Después de cada “baño” se drena el agua. La oseína se lava posteriormente con agitación durante 10 minutos, usando volúmenes de agua y oseína en proporción 1:1. Finalmente se drena el agua.

Se añade un volumen de 0,3 N NaOH (pH > 13) a la oseína y se deja reposar durante 2 horas, agitando de vez en cuando. Se observa el pH, se registra y se mantiene por encima de pH 13,0 con la adición, si es necesario, de NaOH.

Tras el “baño” alcalino, la solución se drena y se lava la oseína dos veces. Cada lavado dura 15 minutos y se utilizan volúmenes iguales de agua y oseína. Finalmente, se lava la oseína durante 10 minutos con un volumen de agua que es el doble de la oseína.

M Tratamiento ácido

Una cantidad de agua, equivalente a 1,2 veces el volumen de oseína, se añade a la oseína pretratada con el álcali y, mediante pequeñas adiciones de 1 N HCl, se mantiene un pH 2 durante 6 horas, agitando de vez en cuando.

La oseína se lava entonces unas cuantas veces, usando en cada lavado unos volúmenes 1:1 de agua y oseína, durante al menos 2 horas, hasta que el pH es igual o superior a 2,5.

N Precalentamiento

Se llena un autoclave de aproximadamente 6.800 litros con 2.300 kg de astillas de hueso desengrasadas. Se precalienta durante 10 minutos mediante ventilación a través del autoclave, de abajo a arriba, con vapor a 1,7 bar (170 kPa) y 115 °C.

O Autoclavado y extracción

Las astillas de hueso se presurizan y extraen en ocho pasos.

i - Tras el precalentamiento, los gases de escape se cierran y el autoclave se presuriza y calienta por la parte inferior con vapor a un mínimo de 300 kPa y 133 – 135 °C durante por lo menos 23 minutos. El autoclave se despresuriza en 4 – 5 minutos y entonces se pulverizan 1.500 litros de agua sobre las astillas de hueso para extraer la gelatina. El agua se bombea al exterior durante la extracción. El bombeado continúa durante 12 minutos después de haber acabado la pulverización.

ii - El autoclave se presuriza otra vez durante 20 minutos, con vapor a 300 kPa y 133 – 135 °C, después de lo cual se despresuriza y la gelatina se extrae como se describe en el paso i.

iii - El autoclave se presuriza durante 20 minutos, con vapor a 300 kPa y 133 – 135 °C, siendo después despresurizado en 4 – 5 minutos. El autoclave se llena con 1.500 litros de agua a 10 °C, que se deja en el autoclave durante 20 minutos y entonces se hace salir con vapor a presión. Después del tercer autoclavado y extracción, el extracto no se extrae por bombeo sino que se hace salir con vapor.

iv - Las astillas de hueso se esterilizan en autoclave y se extraen como en el paso ii. En lugar de agua, sin embargo, las astillas de hueso se extraen con los extractos provenientes de los pasos 5 – 8 del lote anterior.

v y vi - Las astillas se autoclavan y extraen como en el paso ii. Parte de los extractos se guarda para usarla como líquido de extracción para este lote y el siguiente.

vii y viii - Las astillas se autoclavan y extraen como en el paso iii. Las astillas se dejan drenar durante 20 minutos y el líquido es prensado al vapor. Todo el extracto se guarda para usarlo en las extracciones del siguiente lote.

P Corte

Las partes del cuero se cortan y se lavan con agua.

Q Tratamiento con cal

Se añade cal muerta ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) hasta que la densidad relativa de la solución es 1,5 – 3 °Bé. El tratamiento dura 6 – 11 semanas. Durante el proceso de encalado se controla la solución de cal, renovándola y ventilándola regularmente, para mantener esta densidad relativa y un pH de aproximadamente 12,5.

R Lavado y tratamiento ácido

Cuando se acaba el tratamiento con cal, la materia prima se lava en agua para obtener un pH de 9 – 10. Entonces se añade ácido hasta obtener un pH de 1,9 – 2,0. Durante este tiempo el pH se mantiene a 2,4 durante 2 – 3 horas. Dependiendo del protocolo, se pueden usar algunos rangos de pH o duraciones alternativas, pero el principio del lavado y del tratamiento ácido es siempre el mismo.

S Neutralización

El exceso de ácido se elimina lavando con agua hasta obtener un pH ligeramente ácido o neutro (5,5 – 6,5).

T Tratamiento ácido

Se añade HCl, u otro ácido, hasta que el pH de la solución es 1 – 3. Estas condiciones se mantienen durante 24 – 48 horas, añadiendo más ácido si es necesario.

U Neutralización

El exceso de ácido se elimina lavando con agua hasta alcanzar habitualmente un pH de 5,3 – 6,0, aunque también es posible un pH de 2,5 – 4,0.

V Tratamiento alcalino

Una solución de NaOH se añade a las partes del cuero lavadas, a una concentración de 0,6 – 1,4%. El baño alcalino dura como mínimo 10 días. Durante el proceso, el pH es de aproximadamente 12,5 o más alto. Finalmente se hace pasar aire regularmente a través de la solución.

W Lavado y tratamiento ácido

Cuando se acaba el tratamiento cáustico, la materia prima se lava con agua hasta conseguir un pH de alrededor de 10. Para neutralizar la solución, se le añade entonces una solución ácida.

X Neutralización

El ácido de exceso se elimina lavando con agua hasta obtener un pH ligeramente ácido, pero cercano al neutro, de aproximadamente 5,5 – 7,5.

Y Corte

Las pieles de cerdo se cortan en trozos de aproximadamente 10 x 10 cm, en una máquina cortadora especial.

Z Lavado

Las piezas de piel de cerdo se lavan en un tanque antes de la desmineralización, para eliminar la grasa exterior.

A1 Tratamiento ácido y enjuagado

Los trozos de piel de cerdo se acidifican, en un tanque, con H_2SO_4 diluido o HCl a un pH de aproximadamente 1,8, durante por lo menos 5 horas. A continuación se elimina la solución ácida y se enjuagan las piezas de piel de cerdo.

B1 Neutralización y enjuagado

El tanque se llena con una solución alcalina, por ejemplo amoníaco, para neutralizar los trozos de piel de cerdo. Luego se elimina la solución y las pieles de cerdo se enjuagan, para alcanzar un pH adecuado para la extracción de la gelatina. El pH puede variar en función de las especificaciones del cliente. Las pieles de cerdo tratadas se transfieren entonces a los tanques de extracción.

C1 Segunda filtración

Se realiza una segunda filtración para eliminar cualquier partícula restante. El medio filtrante es normalmente una bolsa de tela que sea capaz de eliminar las partículas gruesas.

GELATINA DE HUESOS

1 Proceso de hueso encalado

En la Figura 2.13 se esquematiza el proceso de elaboración de gelatina de hueso encalado.

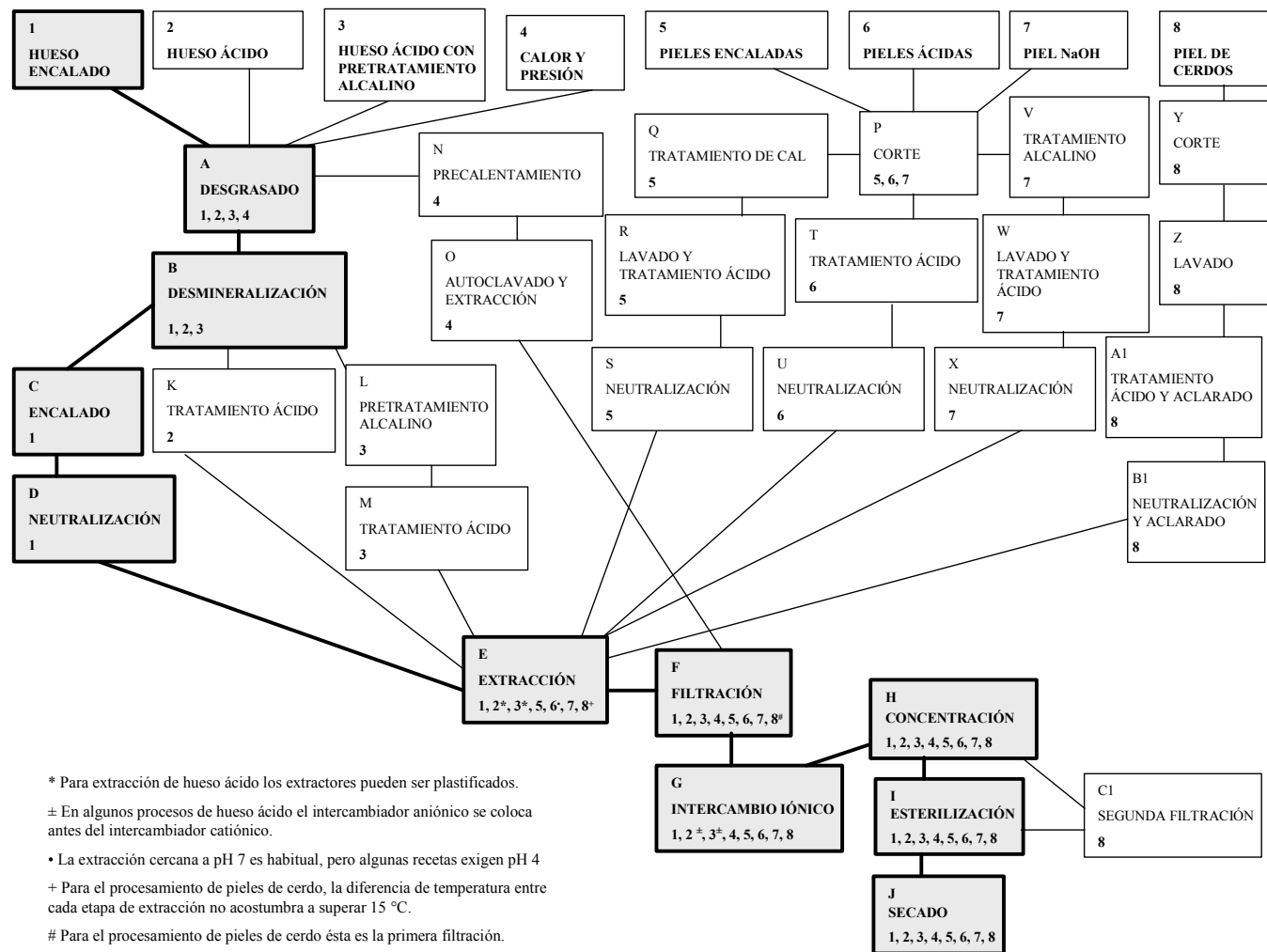


Figura 2.13: Proceso de elaboración de gelatina de hueso encalado

2 Proceso de hueso ácido

En la Figura 2.14 se esquematiza el proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido.

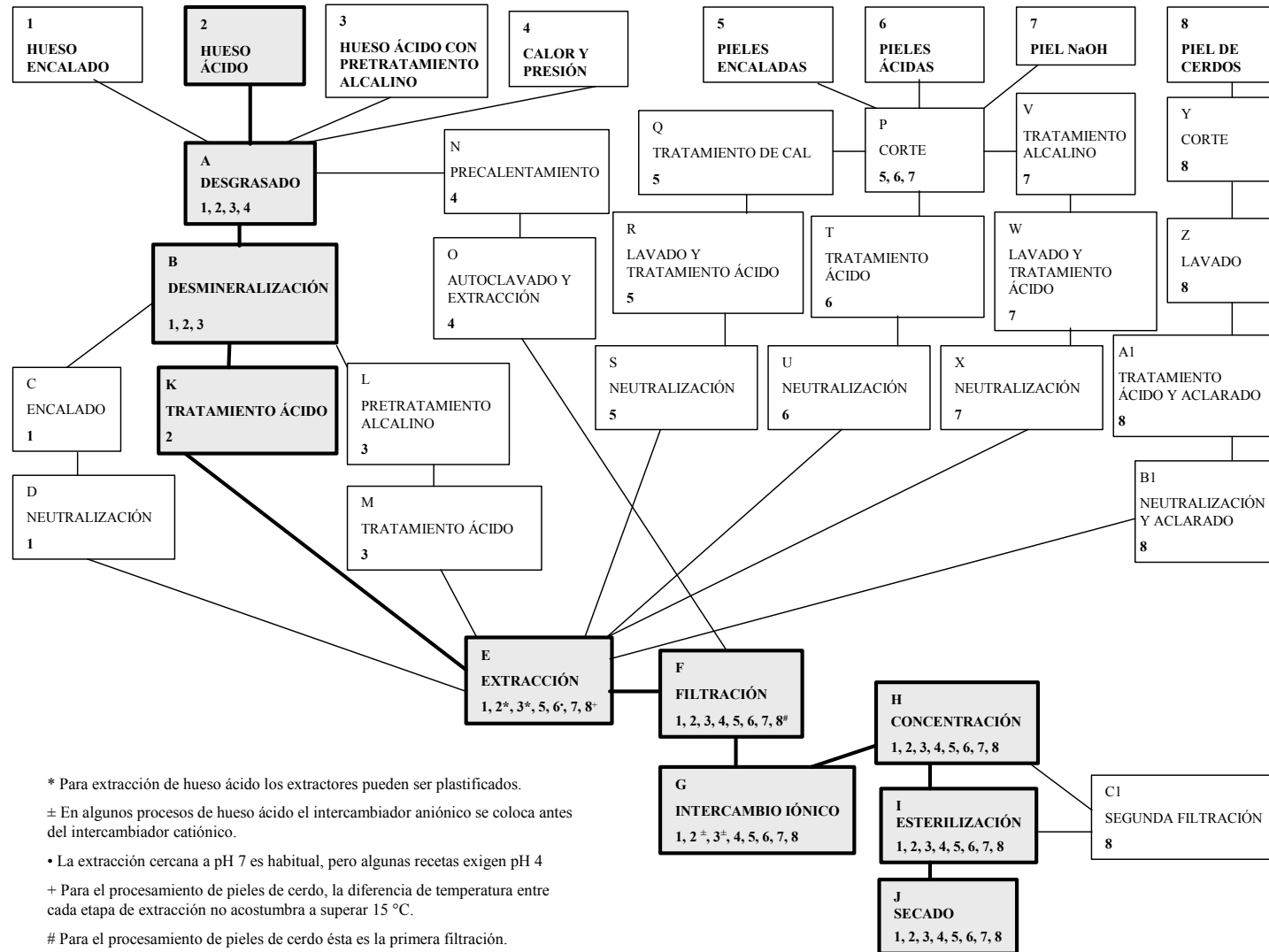


Figura 2.14: Proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido

3 Proceso de hueso ácido con pretratamiento con álcali

En la Figura 2.15 se esquematiza el proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido con pretratamiento con álcali.

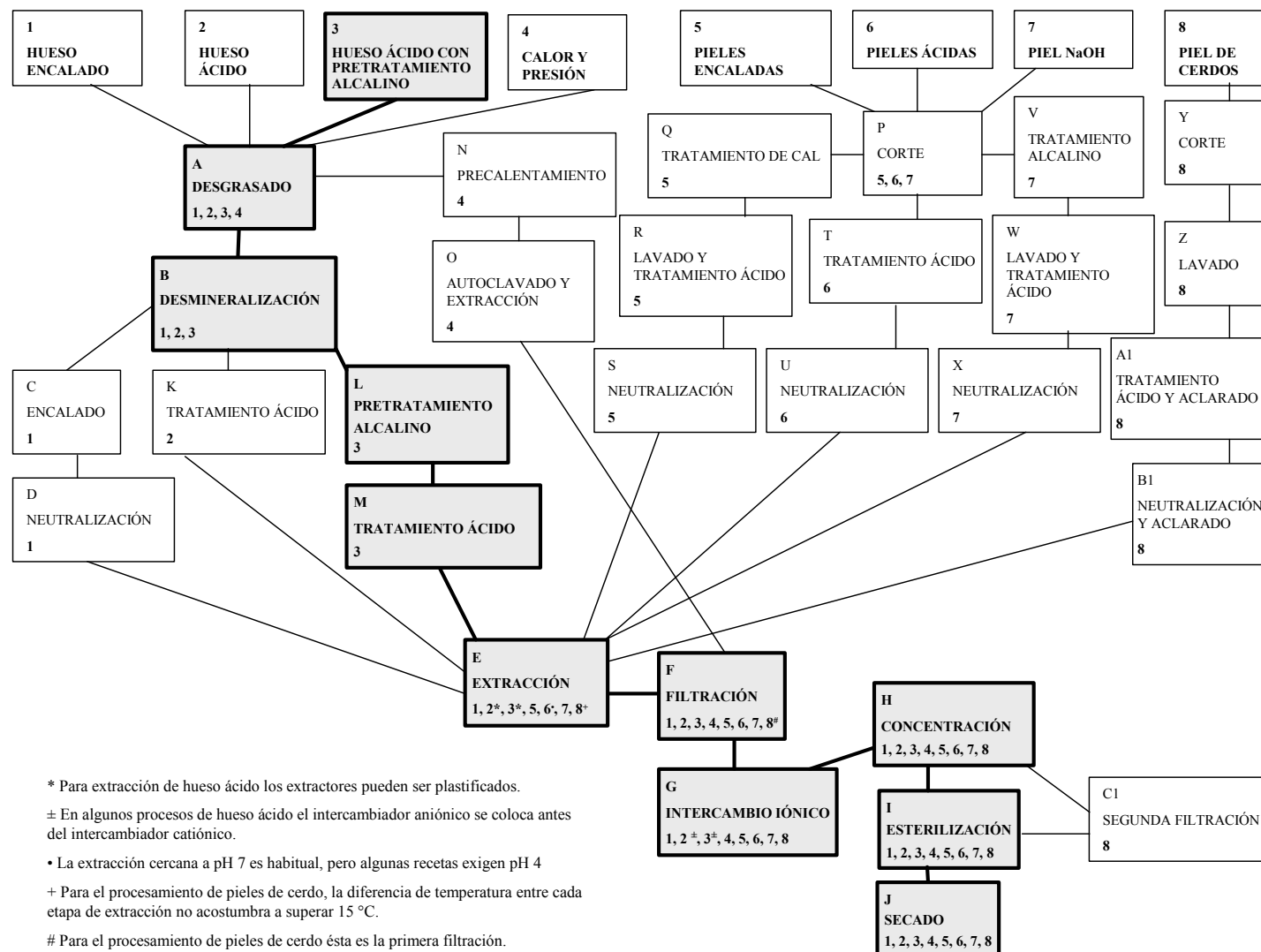


Figura 2.15: Proceso de elaboración de gelatina de hueso ácido con pretratamiento con álcali

4 PROCESO POR CALOR Y PRESIÓN

En la Figura 2.16 se esquematiza el proceso de elaboración de gelatina por calor y presión.

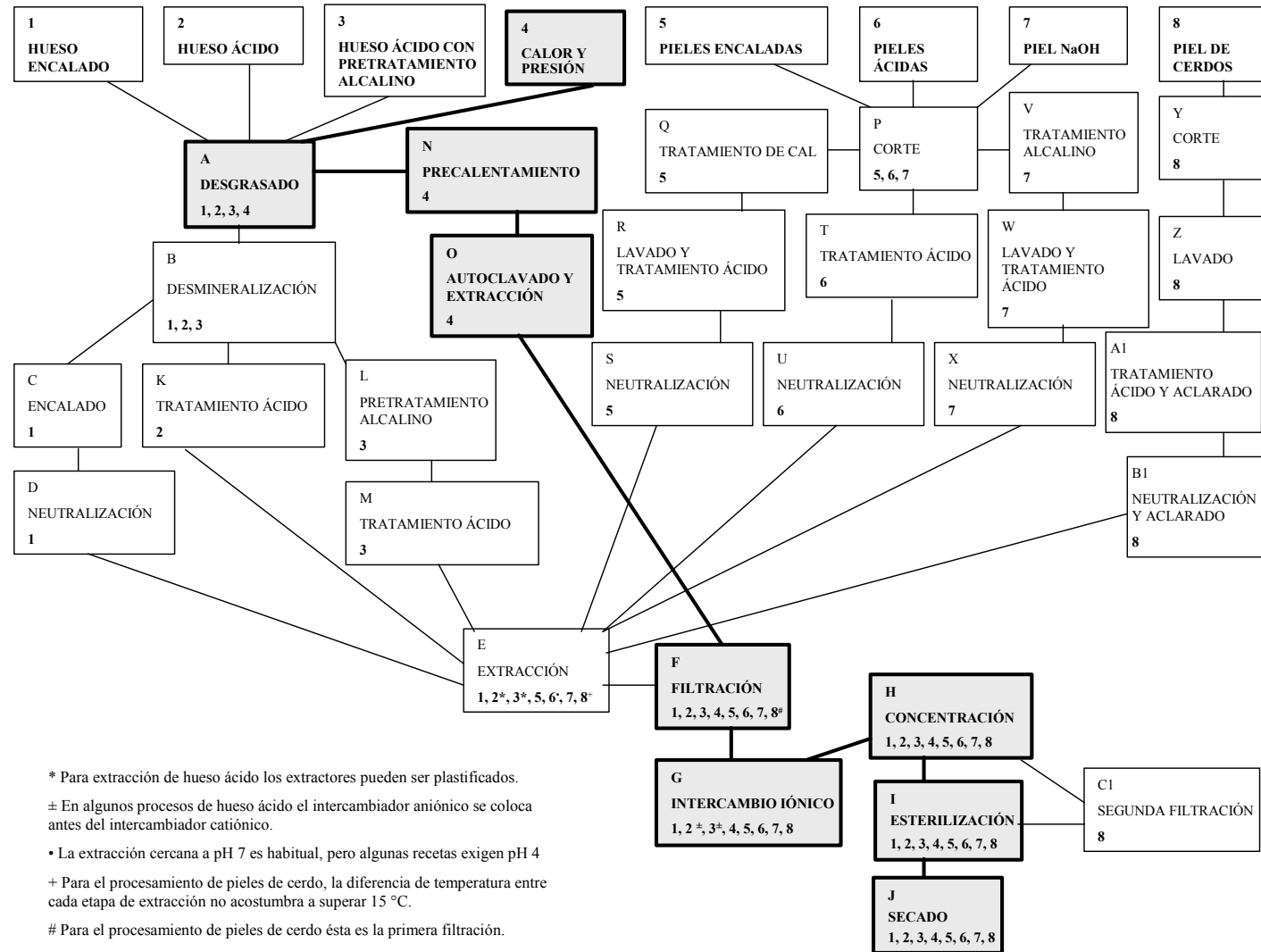


Figura 2.16: proceso de elaboración de gelatina por calor y presión

GELATINA DE CUEROS

5 Proceso de cuero encalado

En la Figura 2.17 se muestra el proceso de elaboración de gelatina de cuero encalado.

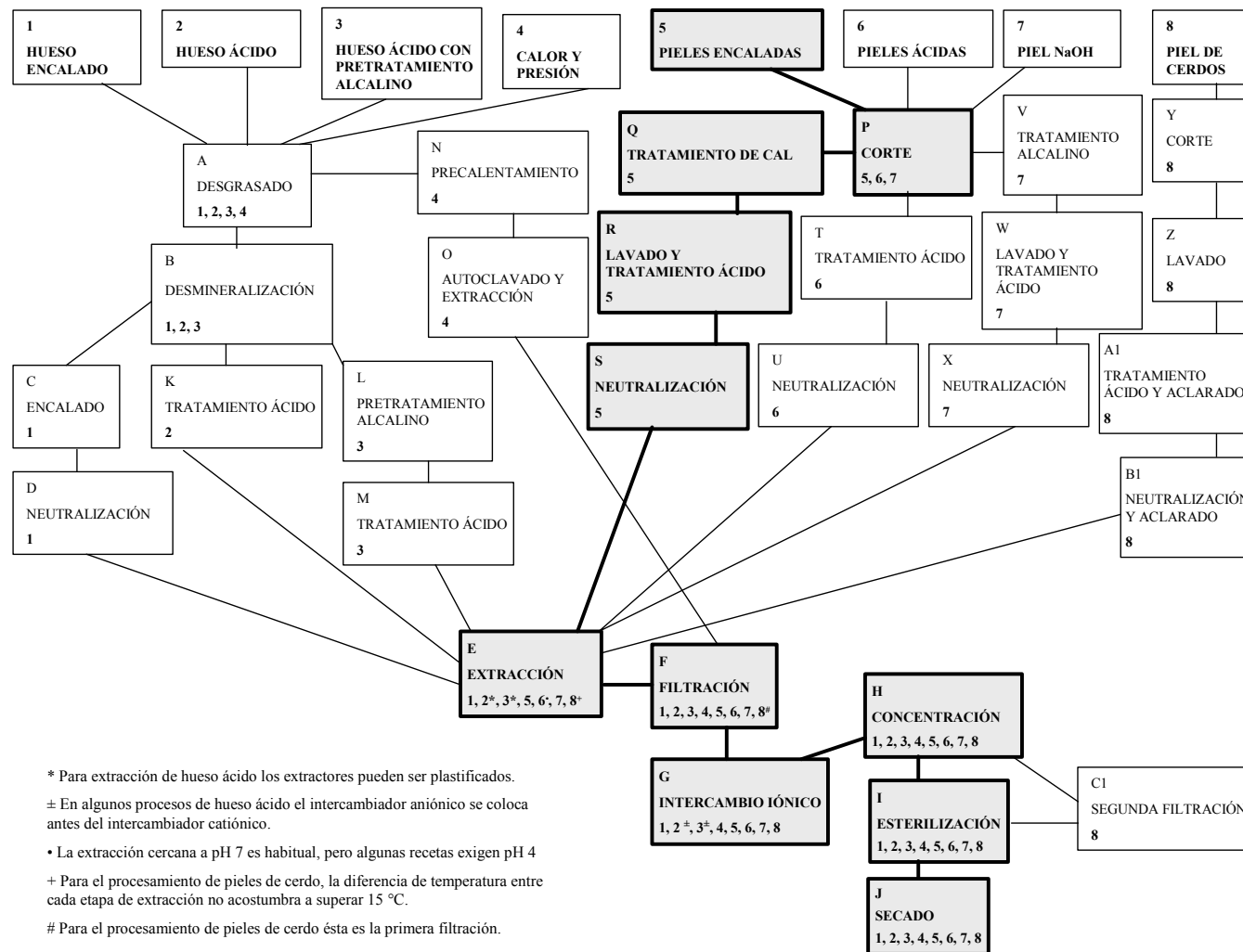


Figura 2.17: Proceso de elaboración de gelatina de cuero encalado

6 Proceso de cuero ácido

En la Figura 2.18 se muestra el proceso de elaboración de gelatina de cuero ácido.

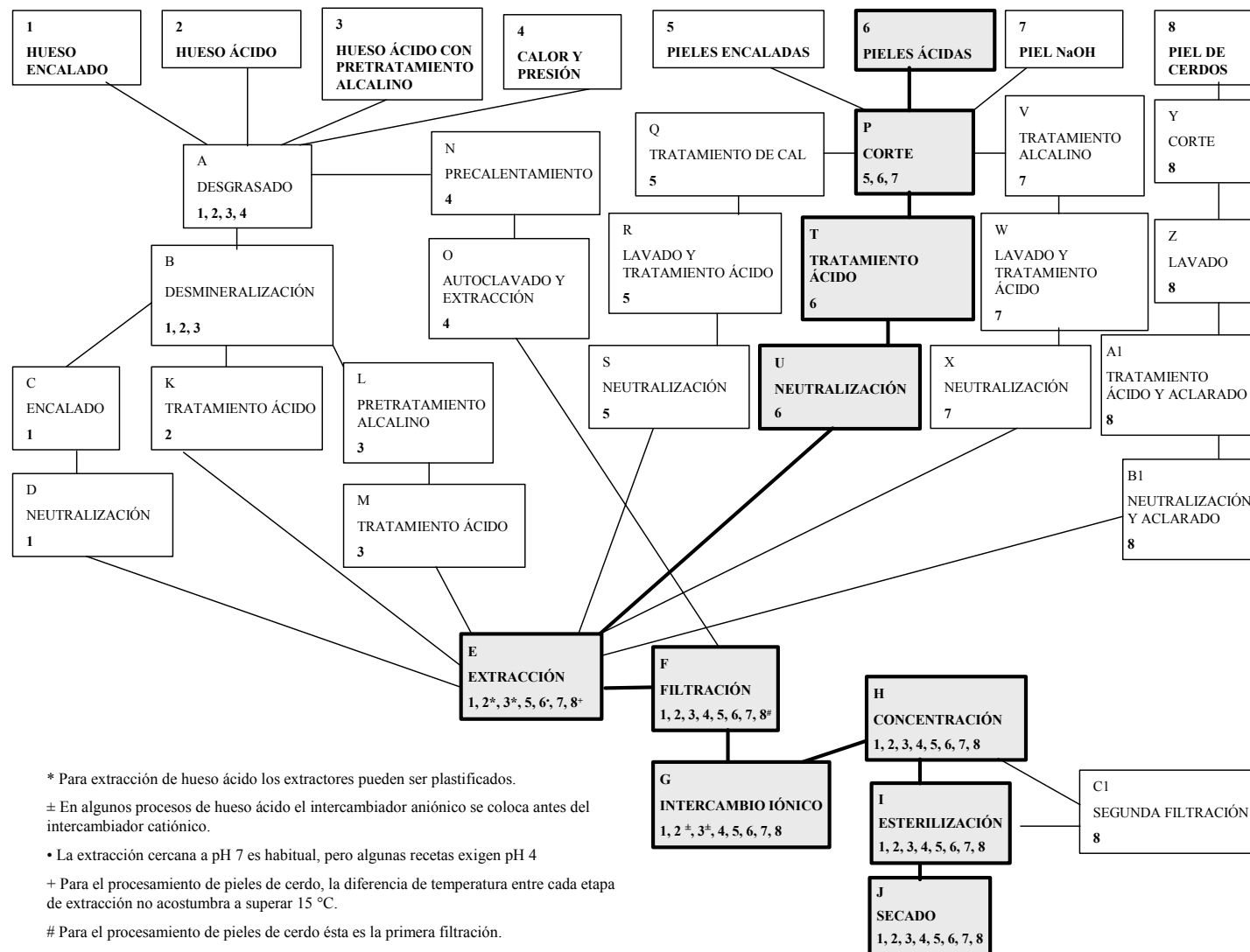


Figura 2.18: Proceso de elaboración de gelatina de cuero ácido

7 Proceso de cuero con hidróxido de sodio

En la Figura 2.19 se muestra el proceso de elaboración de gelatina de cuero con hidróxido de sodio.

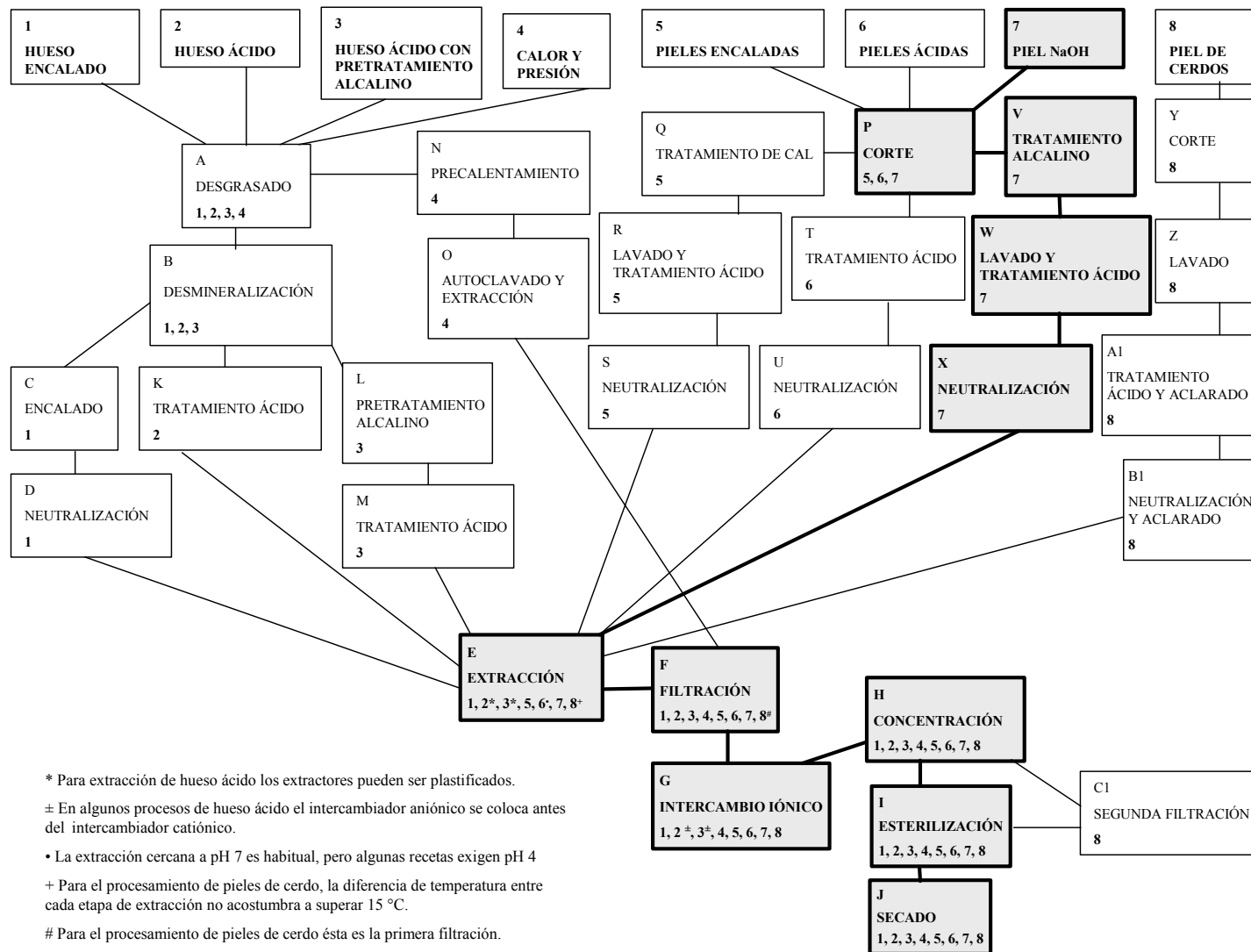


Figura 2.19: Proceso de elaboración de gelatina de cuero con hidróxido de sodio

8 Proceso de piel de cerdos

Las pieles de cerdo, tanto si son frescas como congeladas, contienen una gran cantidad de grasa. Un ejemplo típico de composición de un lote de piel de cerdo es: 56% agua, 25% grasas, 18% proteínas y 1% minerales. Hay 4 pasos de tratamiento, antes de la extracción de gelatina.

En la Figura 2.20 se muestra el proceso de elaboración de gelatina de piel de cerdos.

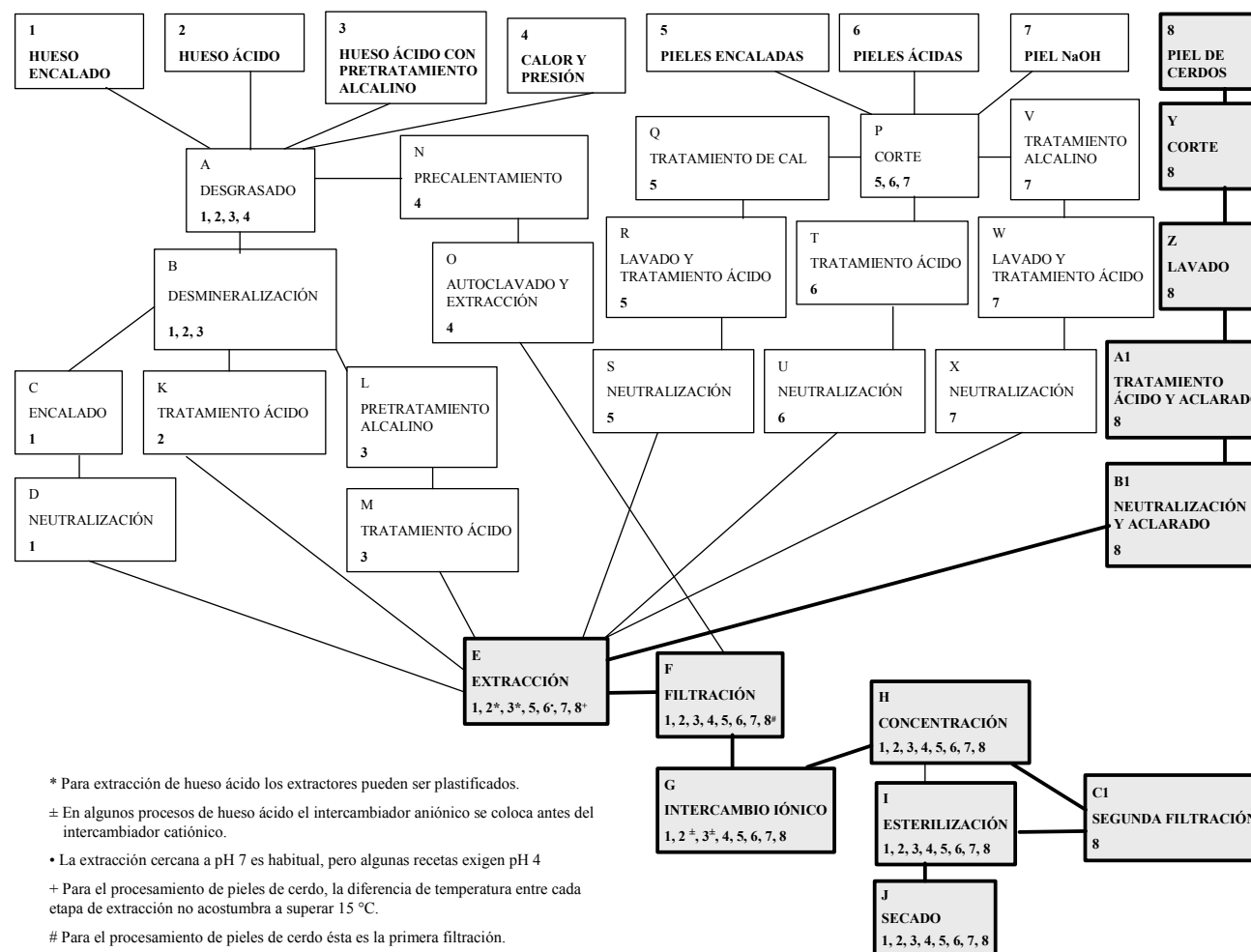


Figura 2.20: Proceso de elaboración de gelatina de piel de cerdos

APLICACIONES

La gelatina se utiliza en varias industrias y productos. La mayoría de gelatina producida es comestible y para uso farmacéutico. Se utiliza en la industria fotográfica, en películas y en papel. La gelatina técnica se usa, por ejemplo, en cosméticos y en microencapsulamiento (papel carbón).

SUBPRODUCTOS

Se produce harina de carne y algo de harina de huesos a partir de los restos de carne residual de los huesos.

El sebo se utiliza en alimentos para mascotas y como aceite lubricante en la industria del acabado de metales ferrosos.

En el Reino Unido, los residuos de gelatina se vierten.

El fango del tratamiento de aguas residuales tras el pretratamiento de los huesos y de la producción de gelatina se utiliza para inyección, según los requisitos del suelo. Puede ser necesario mezclar el fango con otros sustratos.

FABRICACIÓN DE FOSFATO DICÁLCICO A PARTIR DEL LICOR DE DEMINERALIZACIÓN DE LA FABRICACIÓN DE GELATINA [249, GME, 2002]

El fosfato dicálcico se utiliza en la fabricación de cerámica y en fertilizantes.

El licor que contiene el ácido usado y el fosfato cálcico hidrosoluble se trata con cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para extraer el fosfato dicálcico. Tras la precipitación y la decantación, el precipitado se centrifuga o se filtra, se lava con agua y se seca con aire caliente.

Precipitado y decantación

La lechada de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) se añade de forma controlada y se monitorea el pH. En una instalación de ejemplo, se llena un tanque de 75 m³ de capacidad con 35 m³ de ácido usado que contiene fosfato cálcico, a un pH de 1,5 y 10 m³ de filtrado tras la precipitación de fosfato dicálcico. El pH del líquido se mide continuamente. Mientras se agita enérgicamente, se añade rápidamente una solución de cal saturada hasta alcanzar pH 3,5. A continuación se modera la adición de cal, de manera que el pH sube hasta 5,5 en no menos de 4 horas tras el inicio de la adición. La suspensión contiene aproximadamente un 5% de materia sólida. A continuación se muestra la reacción química.



La suspensión se bombea a un decantador mientras se sigue agitando, para mantener la suspensión. En el decantador la suspensión se separa y se bombea hacia un tanque, en donde se ajusta el pH. En esta etapa la suspensión contiene aproximadamente un 20% de materia sólida.

En el líquido sobrenadante se produce cloruro de calcio (CaCl_2), tras la deposición del fosfato dicálcico. Se trata en una EDAR.

Ajuste del pH, filtrado y lavado

El tanque que contiene la suspensión del 20% se agita para mantener la materia sólida en suspensión. El pH se mide continuamente. Se añade a la suspensión una solución de HCl al 4% a una velocidad que asegura que el pH se mantenga alrededor de 5 durante unas 6,5 horas.

Se prosigue la agitación para mantener la materia sólida en suspensión, mientras la mezcla se bombea a una instalación de filtrado. Se utiliza un filtro de centrifugación, un filtro de vacío rotatorio o un filtro de cinta transportadora al vacío. El filtrado se bombea de nuevo a los tanques de reacción. El residuo que queda en el filtro se lava con agua y luego se absorbe y seca

hasta que contenga aproximadamente un 80% de materia seca. Ésta se extrae del filtro y se lleva a un secador.

Secado

El fosfato dicálcico se seca con aire a un mínimo de 70 °C en una secadora rotatoria o de anillo, hasta que contenga menos de un 3% de agua. A continuación se filtra el aire.

El producto se envasa en bolsas o en cisternas.

Actividad asociada: producción de cal

La producción de cal a partir de cal viva (CaO) puede ser en algunos casos una actividad asociada en el mismo emplazamiento. La cal viva reacciona violentamente con el agua para producir cal muerta.

2.2.7 Fabricación de pegamento

El proceso de fabricación de pegamento de pieles es igual al de la gelatina [244, Alemania, 2002].

2.2.8 Incineración especializada de cadáveres y sus partes y de harina de huesos y carne

La incineración es una oxidación a alta temperatura, que convierte materiales en productos gaseosos y residuos sólidos con una gran reducción de volumen. Es posible incinerar una gran diversidad de materiales, incluyendo diversos subproductos animales.

Las tecnologías oxidativas de alta temperatura pueden destruir materia orgánica, incluyendo agentes infecciosos. El Reglamento ABP 1774/2002/CE establece los requisitos de incineración para materiales que define como de categoría 1, de animales sospechosos de estar infectados por EET o en los cuales se ha confirmado su presencia, o de animales sacrificados como parte de medidas de erradicación de EET. El Reglamento ABP 1774/2002/CE exige que la incineración se realice de acuerdo a la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE, donde sea aplicable, y establece requisitos específicos allí donde lo sea.

Los hornos rotatorios o los incineradores de lecho fluidificado tienden a utilizarse para la incineración de subproductos animales. Los líquidos y los materiales finamente divididos se colocan en la zona de combustión, de forma que se destruyan tras pasar una sola vez por el horno. Cuando se utiliza un horno de rejilla existe el riesgo de pérdidas por goteo de la grasa derretida por el calor. Esta grasa acumulada de forma sucesiva puede dar lugar a la formación de charcos. El tamaño de las partículas de harina animal puede ser lo bastante pequeño como para que caigan a través de los orificios de la rejilla. Por ello, para este tipo de equipos es un prerrequisito disponer de un sistema técnico y operativamente fiable y bien mantenido para transportar nuevamente el material que ha atravesado la rejilla hacia la zona de combustión.

Tanto la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE como el Reglamento ABP 1774/2002/CE exigen que los residuos se *minimicen en cantidad y peligrosidad* y que se *recicle, allí donde sea adecuado*. Actualmente la mayoría de residuos de cenizas se eliminan en vertederos, sujetos a los requisitos de destrucción de proteínas. La ceniza también se usa en la industria de la construcción, por ejemplo en la construcción de carreteras. En estos momentos se están valorando otras vías de uso y eliminación.

2.2.8.1 Incineración especializada de cadáveres y sus partes

Descripción de los cadáveres animales y sus partes

Los cadáveres que contienen hasta un 70% de humedad y hasta un 5% de sólidos no combustibles tienen un valor calorífico de aproximadamente 5.815 kJ/kg [29, US Environmental Protection Agency, 1997]. Otras cifras, basadas en una experiencia limitada en incineración de cadáveres a gran escala, citan valores caloríficos de 10.000 – 12.000 kJ/kg para cadáveres completos, de 11.000 – 13.000 kJ/kg para carne descuartizada [6, EA, 1997] y de 12.000 – 15.000 kJ/kg para MER, incluidos cráneos, intestinos y columnas vertebrales [248, Sorlini G., 2002].

En el Reino Unido los cadáveres animales se incineran en incineradores de crisol fijo. Otras tecnologías de combustión que se han considerado adecuadas son el crisol pulsado, el horno rotatorio y los incineradores semipirolíticos [65, EA, 1996, 144, Det Norske Veritas, 2001]. Se ha informado de pruebas prometedoras utilizando incineradores de lecho fluidificado de burbujas, para eliminar cadáveres animales machacados [200, Widell S., 2001]. Los incineradores se describen a continuación. Los incineradores de lecho fluidificado de burbujas (LFB) se describen en la sección 2.2.8.2, ya que la técnica se utiliza más ampliamente para la incineración de harina animal.

Incinerador de crisol fijo

Un incinerador de crisol fijo funciona de la forma siguiente. Un ariete de carga empuja los cadáveres hacia una cámara primaria donde se incinera con aire primario y/o quemadores, en función de si la combustión es autosostenida. La mezcla adecuada del material en el crisol puede ser dificultosa y exige un ajuste cuidadoso de las velocidades de alimentación y de retirada de cenizas. Conseguir un quemado constante es difícil. La habilidad y formación del operario son especialmente importantes.

Es esencial una cámara secundaria con inyección de combustible suplementario y de aire secundario.

Incineradores semipirolíticos

Esta tecnología se describe más como método de control que como una configuración específica incineración. Una cámara primaria funciona a una composición estequiométrica de aire menor que la necesaria para la combustión completa y una cámara secundaria funciona en condiciones de exceso de aire. El material se seca, se calienta y se piroliza en la cámara primaria, liberando humedad y componentes volátiles. El gas se retira y luego se quema en la cámara secundaria que se complementa mediante un quemador de combustible suplementario.

Se ha informado de que este método de combustión asegura un quemado controlado con emisiones relativamente bajas de COV y CO. Además, el bajo flujo de aire de combustión resulta en una captura baja de partículas contaminantes.

Crisol en gradas

Los incineradores de crisol en gradas están formados por una serie de gradas de cemento, normalmente tres, con canales de aire integrados. Los materiales pasan de una grada a otra mediante una serie de arietes. La primera grada es una etapa de secado, en condiciones de oxígeno subestequiométricas, durante la cual se liberan la mayoría de compuestos volátiles y se queman por encima de la rejilla en la cámara de combustión. El material restante, menos volátil, pasa a la siguiente grada, donde se produce la combustión principal. La tercera grada es la etapa de quemado, antes de que la ceniza se pase a una cámara final de quemado de cenizas, que incorpora inyección de aire y agitación. El material puede tardar ocho horas para atravesar los crisoles y ocho horas más en la cámara de quemado. Esto depende, hasta cierto punto, de la velocidad de alimentación, que también determinará las necesidades de combustible adicionales.

Las gradas entre crisoles proporcionan una buena agitación, ya que el residuo cae por ellas; sin embargo, esto también provoca acumulaciones de material no incinerado, por lo que es importante una buena combustión secundaria.

Incinerador de crisol pulsado

Los incineradores de crisol pulsado utilizan el movimiento pulsado de uno o más crisoles refractarios para agitar el residuo y las cenizas a través del incinerador. Los crisoles, que están dispuestos en gradas a cada lado formando una “U”, están suspendidos de cuatro soportes externos. El crisol liso puede manipular residuos difíciles sin riesgo de obstrucción y no hay partes mecánicas móviles expuestas al material en incineración o a gases calientes. Sin embargo puede haber problemas para conseguir un buen quemado de residuos sólidos [65, EA, 1996].

Incinerador de horno rotatorio

La incineración en un horno rotatorio es habitualmente un proceso en dos etapas, que se realiza en una cámara de combustión primaria y otra secundaria. El horno es un casco cilíndrico revestido con una sustancia refractaria. Está inclinado hacia abajo desde el extremo de alimentación y rota lentamente alrededor de su eje longitudinal. La rotación mueve el residuo por el horno con una acción agitadora y así expone superficies aún no quemadas al calor y al oxígeno. Dentro del horno se pueden añadir estructuras para ayudar a la turbulencia y a ralentizar el paso de residuos líquidos. El tiempo de residencia del material incinerado en el horno se puede cambiar ajustando su velocidad de rotación.

Los hornos rotatorios se pueden operar a temperaturas muy altas. Es necesario prestar una atención cuidadosa al horno rotatorio y a las cubiertas de los extremos, para evitar la fuga de gases y residuos no quemados. La agitación de los residuos puede generar partículas finas.

Puesta en servicio

Las pruebas de puesta en servicio llevadas a cabo para instalaciones nuevas y existentes que planean incinerar un combustible diferente del autorizado o del que normalmente incinera, permiten comprobar si se consiguen los resultados deseados.

Entrega, almacenamiento y manipulación

La descarga, el almacenamiento y la manipulación se pueden realizar en edificios y equipamientos totalmente cerrados. Como hay un riesgo de robo de carne no apta para el consumo humano, deben aplicarse medidas de seguridad.

Carga del incinerador

Para procesos por lotes, los cadáveres se suelen introducir en el incinerador de forma intermitente, mediante vehículos de carga frontal, arietes o a mano. La apertura de las puertas para la carga puede permitir el ingreso de cantidades considerables de aire frío que perjudican las condiciones de combustión y aumentan las emisiones. Por tanto se pueden usar ventiladores capaces de responder a cambios en la presión del horno durante la carga, para evitar la fuga de vapores o flujos de aire excesivos. Las grandes caídas de temperatura, p. ej. durante la carga de incineradores por lotes, se pueden evitar utilizando sistemas de carga que incorporan esclusas de aire. Los incineradores continuos normalmente se alimentan desde almacenes cerrados y, a veces, desde sistemas de pretratamiento y carga. El control del aire y, por consiguiente, de la combustión es más fácil en sistemas continuos.

El proceso de incineración

El tiempo de residencia en el horno debe ser lo suficientemente largo como para asegurar un buen quemado, medida con el contenido de carbono orgánico total, y debe ser controlable. El suministro de aire a las diferentes zonas de combustión también debe ser controlable. El Reglamento ABP 1774/2002/CE especifica unas condiciones mínimas de 850 °C para la temperatura del gas de combustión, con un tiempo de residencia del gas de 2 segundos [287, CE, 2002] para cadáveres animales, que no constan en el objetivo de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE [195, CE, 2000]. La Directiva del Consejo WID 2000/76/CE establece condiciones similares para todos los otros subproductos animales, incluyendo partes de canales,

aunque también permite que las autoridades competentes establezcan condiciones diferentes, siempre que se cumplan los requisitos de la Directiva.

Con la mayoría de diseños de horno, la minimización del aire primario también minimizará la producción de NO_x así como las velocidades que llevan a la captura de partículas. Una distribución adecuada del aire y el combustible sobre el lecho evitará la formación de zonas calientes y, por tanto, reducirá la volatilización de material que, de otro modo, podría llevar a la formación de óxidos de metales pesados y sales de metales alcalinos en la ceniza. Las zonas de combustión pueden ser cámaras separadas o, como en el caso de incineradores LFB, pueden ser simplemente áreas en una misma cámara en las que se introduce aire primario y secundario.

La refrigeración por agua de las rejillas puede ser una alternativa a suministrar aire en exceso a las rejillas para controlar las temperaturas del metal. Ello también puede mejorar el control de aire primario y, por tanto, la combustión.

Manipulación y almacenamiento de cenizas

Los sistemas cerrados de manipulación que evitan el uso de cepillos o aire comprimido minimizan las emisiones de polvo y, por tanto, ayudan a cumplir los criterios de salud laboral y de control ambiental.

Limpieza

Un incinerador de horno rotatorio continuo y su equipo asociado previo (mecanismos de almacenamiento, manipulación, pulverización y carga) se limpia introduciendo periódicamente astillas de madera en el sistema, normalmente antes del mantenimiento, e incinerándolas. Este incinerador se dedica a la destrucción de MER que contiene cabezas de bovino y columnas vertebrales.

2.2.8.2 Incineración especializada de harina animal

La mayoría de la información siguiente está tomada de indicaciones del Reino Unido [82, EA, 1998]. Si se utilizan otras fuentes están citadas.

La recolección y eliminación de determinados subproductos animales pueden estar sujetas a los requisitos sobre prevención de infecciones de la Directiva del Consejo 91/689/CEE de 12 de diciembre de 1991 sobre residuos peligrosos.

Incinerador de lecho fluidificado de burbujas (LFB)

La harina animal se puede incinerar en incineradores de lecho fluidificado, ya que son adecuados para materiales razonablemente homogéneos. Los incineradores LFB se utilizan para incinerar harina animal en el Reino Unido. Un incinerador de lecho fluidificado utiliza habitualmente un proceso de una sola etapa. Consiste un casco recubierto de material refractario. La cámara contiene un lecho granulado consistente en un material inerte como arena o piedra caliza. En por lo menos una planta el lecho granulado contiene ceniza de la incineración de harina animal. El lecho granulado está situado encima de una plataforma de distribución y se hace pasar aire fluidificado u otro gas a través de la plataforma. Entre el equipo auxiliar hay un quemador de combustible, un mecanismo de alimentación de residuos y quizá una cámara de postcombustión. Los incineradores LFB presentan la ventaja de una construcción simple sin partes móviles, de forma que sus exigencias de mantenimiento son mínimas. El lecho granulado proporciona un desgaste continuo del material en incineración, retirando las partes ya quemadas a medida que se forman y exponiendo el material fresco para su combustión. Todo ello ayuda a aumentar la velocidad e integridad de la combustión.

Descripción de la harina animal

La harina animal se puede incinerar en la instalación de aprovechamiento en donde se produce, se puede enviar al incinerador directamente desde la planta de aprovechamiento o se puede mantener en un almacén intermedio. Puede ser en forma de harina normal (finamente molida);

sin embargo, en la mayoría de casos se omite la etapa de pulverización que se realizaría en la preparación de piensos animales. Normalmente estará formada por grumos con un tamaño desde 50 mm a polvo, lo que puede causar problemas con la manipulación y la combustión. A veces la harina de huesos y carne se entrega en bolitas [164, Nottrodt A., 2001]. La variabilidad en la composición de la harina de huesos y carne se muestra en la Tabla 2.8 y la Tabla 2.9. La variabilidad en el suministro puede afectar el proceso de combustión y los niveles de emisión.

Constituyente	Análisis del comité de intervención	Otros análisis
Grasas (%)	10 – 14	8,4 – 28,6
Humedad (%)	5 – 10	1,7 – 14,3
Cenizas (%)	25 – 30	12,8 – 30,7
Detalles de materias primas desconocidos		

Tabla 2.8: Composición en grasas, humedad y cenizas de la harina de huesos y carne [82, EA, 1998]

Sustancia y fuente	Unidades	Análisis HCH	Muestra HCH	Muestra HCH	Muestra HCH ⁽¹⁾	HCH Cat 1 (OTMS)	HCH Cat 3	Harina de plumas
		Baviera	Irlanda	Portugal		RU		
Valor calorífico neto	MJ/kg	18,0	15,7	17,8	16,13	19,1	14,4	21,2
Agua	%	4,6	18,9	2,2	7,53	4,5	3,3	5,0
Cenizas	%	22,03	29,4	23,6	31,0	15,0	31,7	2,9
Nitrógeno	%	7,65	5,8	10,6	7,3	9,0	6,2	13,2
Azufre total	%	0,62	0,5	0,4	0,33	0,57	0,32	2,5
Hidrógeno	%	5,86	7,7	6,9	5,07	6,1	4,4	8,1
Carbono	%	40,83	37,2	47,3	36,3	45,7	32,7	50,8
⁽¹⁾ Origen desconocido								
Detalles de materias primas desconocidos								

Tabla 2.9: Composición de harina de huesos y carne [164, Nottrodt A., 2001; 293, Smith T., 2002]

Sólo la harina animal molida con un contenido de agua inferior al 5% y de grasas inferior al 14% se puede transportar neumáticamente. Hay informes de problemas con contenidos de grasas superiores al 10%. Raramente la HCH tiene menos del 10% de grasas, por lo que el transporte neumático es más práctico para harina de huesos con menor grasa y harina de sangre [164, Nottrodt A., 2001].

Los hornos rotatorios o de lecho fluidificado se utilizan para la combustión especializada de HCH ya que pueden tratar el material finamente dividido.

El sebo, en algunos casos, puede incinerarse como combustible de apoyo. Quema fácilmente y limpiamente y tiene un contenido de azufre muy bajo.

Entrega, almacenamiento y manipulación

La harina animal se entrega en volquetes o contenedores. Las cisternas se pueden utilizar para harina animal molida con un contenido de agua inferior al 5% en peso y un contenido máximo de grasas de un 10 – 13% en peso. También se puede entregar envasada, por ejemplo en sacos de 25 o 50 kg [164, Nottrodt A., 2001]. A continuación se transfiere a una tolva de descarga, mecánicamente mediante transportadores/tornillos o neumáticamente. Esto se lleva a cabo en edificios cerrados para evitar problemas de dispersión de material pulverulento por el viento. El equipamiento de transferencia y manipulación también puede estar completamente cerrado para evitar la dispersión de polvo. Alguna harina animal se puede romper y hacerse pulverulenta y, dejada en la parte inferior de las pilas durante largos periodos, se compacta en grumos grandes que deberán romperse para su manipulación y una combustión efectiva. Es posible que el sebo necesite un almacenamiento con calefacción.

Las opiniones sobre los problemas potenciales asociados al almacenamiento de harina animal son divergentes. La entrega de HCH en cantidades que aseguren que se procesa e incinera el mismo día de la entrega minimizará los tiempos de almacenamiento y claramente evitará problemas de infestación y parásitos, la combustión y sobrecalentamiento espontáneos y la compactación a lo largo del tiempo. [164, Nottrodt A., 2001]. Se informa que a no ser que ya haya un problema específico con harina animal vieja o húmeda, los tiempos de almacenamiento no son un problema [65, EA, 1996].

Carga del incinerador

Los sistemas de carga de incineradores de los que se ha informado son todos continuos, normalmente mediante un transportador de tornillo. El bombeo también se puede utilizar para transferir y cargar material pastoso. En incineradores LFB el material se inyecta en la zona de combustión.

El proceso de incineración

El tiempo de residencia en el horno debe ser lo suficientemente largo como para asegurar un buen quemado, que se puede medir mediante el contenido en carbono de la ceniza. Para materiales incinerados para destruir material con riesgo de EET, se utiliza la concentración de aminoácidos en la ceniza para controlar la efectividad de la destrucción de proteínas. El suministro de aire a diferentes zonas de combustión también debe ser controlable.

Las circunstancias bajo las cuales la harina animal debe incinerarse se establecen en el Reglamento ABP 1774/2002/CE y las condiciones para su incineración se especifican en la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE.

Manipulación y almacenaje de cenizas

Igual que en la incineración de cadáveres animales y sus partes, los sistemas cerrados de manipulación que evitan el uso de cepillos o aire comprimido pueden minimizar las emisiones de polvo y, por tanto, ayudan a cumplir los criterios de salud laboral y de control ambiental.

2.2.8.3 Gasificación de la harina de huesos y carne

La HCH tiene un valor calorífico significativo y una opción para su incineración es la gasificación para producir “gas sintético”, que luego se puede quemar o utilizar en la producción de metanol. Las condiciones para su incineración se especifican en la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE. Durante el proceso se puede generar calor o energía. La HCH se puede gasificar sin un combustible fósil de apoyo. La información que se presenta a continuación se ha obtenido básicamente de la literatura de suministro de los equipos [196, Therma CCT, 2000]; cuando se utilizan otras fuentes están citadas.

Existen unas características óptimas de la HCH para el proceso de gasificación, de manera que la fuente y el pretratamiento afectan a la eficiencia del proceso. Las características óptimas se muestran en la Tabla 2.10.

Composición química	%
Carbohidratos	18
Ceniza	25
Proteínas	40
Humedad	3
Grasas	14

Tabla 2.10: Composición óptima de la HCH (% en residuo seco) para la gasificación y oxidación térmica.

El proceso de gasificación involucra la combustión parcial en un ambiente con poco oxígeno. La HCH se introduce mediante un transportador vertical de tornillo en una cámara de

combustión en forma de anillo, donde se añade aire ambiental del proceso en cantidades subestequiométricas, comparadas con la carga de combustible a una temperatura de 1.300 - 1.500 °C. El combustible vuelve a circular hacia el gasificador, en forma de material parcialmente carbonizado. El gas sintético es el producto del proceso de combustión con poco oxígeno y tiene un valor calorífico menor, de 4.605 kJ/m³ (CNPT) [194, EURA, 2000]. El proceso de gasificación es endotérmico y, por tanto, el gas sintético se enfría a una temperatura de entre 680 °C y 850 °C.

A continuación el gas sintético pasa por un ciclón y un intercambiador de calor para enfriarse aún más hasta 500 - 550 °C, para combustión en un oxidizador térmico y una caldera.

La composición química típica del gas sintético producido se muestra en la Tabla 2.11.

Composición química	%
CO	18 – 24
H ₂	15 – 22
CO ₂	10 – 14
CH ₄	1 – 4
N ₂	45

Tabla 2.11: Composición química habitual del gas sintético producido por gasificación de HCH

Luego el gas sintético se puede quemar en un oxidizador térmico o una caldera para producir vapor. El sistema combinado puede incinerar HCH y quemar aire, vapor y sustancias no condensables procedentes del aprovechamiento y producir vapor. Se generan residuos de ceniza que contienen algo de carbono [194, EURA, 2000].

2.2.9 Cremación de sebo

Se han diseñado muchas calderas para quemar fueloil, gas natural o sebo, en función de la disponibilidad. Sin embargo este método de tratamiento del sebo no está permitido actualmente de acuerdo con el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Éste requiere incineración o coincineración de sebo de categoría 1 y permite otros tratamientos específicos de “grasas aprovechadas”, procedentes de material de categoría 2 y categoría 3.

2.2.10 Vertido y esparcido/inyección

Los subproductos animales que se vierten incluyen carne animal, plumas, virutas de gelatina y residuos sólidos de EDAR. Los requisitos de la Directiva de vertidos son de obligado cumplimiento [352, CE, 1999].

El Reglamento ABP 1774/2002/CE prohíbe la aplicación a los terrenos de pastoreo de fertilizantes orgánicos y abonos, excepto el estiércol y, en consecuencia, limita las oportunidades para el esparcido de subproductos animales, incluidos los compuestos. Establece también las limitaciones sobre los subproductos animales que pueden utilizarse en la fabricación de compuestos y sobre los pretratamientos que requieren [287, CE, 2002].

En el Reino Unido, DEFRA y el Gobierno escocés publicaron una norma sobre la protección del agua. Esta norma incluye una guía sobre la aplicación al suelo de residuos derivados mediante sistemas no agrícolas. Su objetivo es describir las prácticas de gestión que pueden adoptarse y que, seguidas estrictamente, evitarían, o al menos minimizarían, el riesgo de contaminación derivada de las prácticas agrícolas. En Escocia, se ha prohibido recientemente la utilización de sangre sin tratar y contenido intestinal, para prevenir problemas de malos olores y posibles riesgos para la salud. Con las nuevas leyes, la suma total de nitrógeno, fósforo, potasio,

magnesio, azufre y elementos traza esparcidos no debe superar las necesidades del cultivo previsto.

En Irlanda, se ha establecido un “Código de Prácticas” para el esparcido, con el fin de asegurar que se lleva a cabo con la debida consideración a los riesgos de contaminación y teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del suelo. Durante los meses de fuertes lluvias se debe almacenar el material destinado a ser esparcido. El fango primario procedente de las plantas DAF se considera también inadecuado a causa de su elevado contenido en grasas, que perjudica el drenaje [168, Sweeney L., 2001].

En Alemania no está permitido el esparcido de subproductos animales, por razones antiepidémicas e higiénicas [244, Alemania, 2002].

En los Países Bajos, el abono de procedencia animal y de estabulación puede usarse en agricultura, dentro de las restricciones legales que regulan la aplicación de nutrientes al suelo. Las concentraciones de metales pesados en el fango procedente de EDAR, se tienen que ajustar a los límites para utilización como abonos en agricultura [240, Países Bajos, 2002].

2.2.11 Producción de biogás

Los residuos animales y los materiales, como el contenido del tracto digestivo son fácilmente digeridos de forma anaeróbica y producen una gran cantidad de biogás. El proceso es complejo. El material que contiene carbono se degrada mediante microorganismos, que, por lo tanto, desprenden biogás, formado principalmente por CH_4 y CO_2 . La digestión puede ser húmeda o seca. La húmeda permite utilizar bombas y agitadores normales. El biogás tiene un alto contenido energético y los residuos de la digestión pueden usarse a menudo como fertilizantes orgánicos y mejoradores de suelos [200, Widell S., 2001]. También se recibió información de que el proceso de producción de biogás modifica los nutrientes de forma que es absorbido más rápidamente por las plantas y que el esparcido de residuos de biogás en el suelo comporta menos problemas de malos olores que el esparcido de estiércol no tratado [222, Gordon W., 2001].

El biogás no puede producirse a partir de material puramente animal porque el contenido de nitrógeno es demasiado elevado. Los residuos animales deben mezclarse, por lo tanto, con otras materias orgánicas para reducir el contenido de nitrógeno. En Dinamarca, aproximadamente el 75% de los recursos de biomasa para la digestión anaeróbica son estiércol, con residuos que provienen principalmente de procesos alimentarios, incluidos los de los mataderos, aunque también se tratan algunos residuos domésticos separados [152, Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics, 1999]. Los subproductos animales, estiércol y sedimentos de aguas residuales de mataderos pueden ser tratados [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Materia prima orgánica

Se permite la producción de biogás a partir de subproductos animales para ciertos materiales de categoría 2 y para todos los de categoría 3, según lo establecido en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, si son tratados, de acuerdo con lo que se especifica en dicho Reglamento. Para ciertos subproductos de categoría 2, se exige la esterilización bajo las condiciones prescritas antes de la producción de biogás. La carne animal resultante puede recibir una pasteurización según lo prescrito y puede usarse en la producción de biogás. Los subproductos de categoría 3 deben estar sujetos al mismo tratamiento de pasteurización/higienización prescrito [287, CE, 2002]. Existen informes de que el proceso de pasteurización ayuda a la subsiguiente digestión anaeróbica, especialmente con la digestión de grasas.

También se informa de que la mayoría de subproductos de carne y aves podrían ser digeridos de forma anaeróbica en una planta de biogás, con la excepción del hueso duro, que se considera que tiene un contenido en ceniza demasiado alto. En el supuesto de que el material sea

suficientemente reducido en tamaño, pueden utilizarse plumas, vísceras, cabezas y patas, así como residuos líquidos tales como sangre y fango efluente [222, Gordon W., 2001].

En Suecia, en las instalaciones de biogás, se aconseja el tratamiento del estiércol, contenido intestinal y estomacal, fragmentos de piel, sangre residual y productos similares [134, Países nórdicos, 2001].

Según los informes, la producción de biogás a partir de subproductos sólidos digeridos y parcialmente digeridos como el contenido del rumen y el estómago, los filtrados y los substratos ricos en sólidos como agua de prensado del rumen, los residuos de flotación, los residuos de rejillas de grasas y los excrementos y la orina de la estabulación, tiene un notable potencial energético [206, Tritt W. P. and Schuchardt F., 1992]. Sin embargo existen problemas asociados al control de la formación de una espuma flotante, pero se puede reducir mediante la sustitución con una materia prima más húmeda, por ejemplo purines en lugar de contenido del rumen.

Carga y descarga

Durante la descarga de materias primas y la carga de productos/subproductos sólidos puede minimizarse el mal olor si éstas se llevan a cabo en un área cerrada.

Producción

Una planta de producción de biogás ha informado sobre el uso de subproductos de matadero consistentes en sangre, estómagos e intestinos, junto con grandes cantidades de aguas residuales procedentes del proceso de matanza. Previamente, la mayor parte de agua de procesado se enviaba a una EDAR. Para obtener un proceso de descomposición más lento, se mezclan los materiales con estiércol de establo. Pueden utilizarse también otras formas de residuos biológicos. Todos los subproductos de matadero son pasteurizados. Después del tratamiento térmico, la mezcla puede descomponerse anaeróbicamente. El cultivo de bacterias transforma el substrato nutricional en CH_4 y CO_2 [207, Linkoping Gas AB, 1997].

Una composición normal de biogás es aproximadamente 65% de CH_4 y 35% de CO_2 , con pequeñas cantidades de otros gases. El biogás está saturado con humedad. El CH_4 es la parte utilizable del biogás. Para poder utilizar el CH_4 como combustible, tiene que ser purificado de CO_2 , vapor de agua y pequeñas cantidades de H_2S [207, Linkoping Gas AB, 1997].

Si el biogás tiene que ser utilizado como combustible para vehículos, debe limpiarse, para obtener un contenido de CH_4 de al menos 95%. El contenido energético es aproximadamente 9 kWh/m³. Cuando el biogás se utiliza como combustible para vehículos, el gas se comprime a una presión de 20 MPa [207, Linkoping Gas AB, 1997].

A partir del biogás puede producirse electricidad, que puede ser utilizada para el propio consumo y, en algunos países, puede ser integrada en la red eléctrica nacional.

La Tabla 2.12 muestra la información sobre la composición de biogás producido a partir de subproductos animales sin especificar.

Componente	Volumen (%)
CH_4	40 – 70
CO_2	30 – 60
Otros gases, incluidos	1 – 5
H_2	0 – 1
H_2S	0 – 3

Tabla 2.12: Información sobre la composición de biogás procedente de la biodegradación de subproductos animales sin especificar
[144, Det Norske Veritas, 2001]

Se ha informado acerca de una generación de energía de 300 kWh/t de subproducto animal procesado. Esto representa una producción de CH₄ de 400 m³/h [144, Det Norske Veritas, 2001].

Para medir las cifras de recuperación de energía para biogás CH₄ producido a partir de subproductos animales, el CH₄ generado debe ser transformado en electricidad mediante un motor de gas, teniendo en cuenta la eficiencia asociada al motor. El consumo energético calculado para el biogás es similar al producido por el aprovechamiento de la combustión *in situ* de carne animal y sebo [144, Det Norske Veritas, 2001].

Por cada unidad de electricidad generada, se producen 1,5 unidades de calor residual, como agua caliente a más de 80 °C. En Dinamarca, esto se utiliza para proporcionar calefacción urbana. Si la planta de biogás está próxima a usuarios de energía importantes, como instalaciones industriales o grandes edificios municipales, pueden derivarse ingresos significativos del calor residual. En general, cuanto más cerca de la planta estén los usuarios, más favorable será llevar el agua caliente hasta ellos [222, Gordon W., 2001].

Los residuos sólidos de la digestión contienen nitrógeno, fósforo y potasio y pueden utilizarse como fertilizantes. Se revisan regularmente para asegurarse de la ausencia de *Salmonella*.

Problemas

Puede haber problemas con el deterioro de los recipientes, a causa de la grava y otros elementos ingeridos por el ganado. Los recipientes pueden ser vidriados para evitar fugas, a causa de la naturaleza muy corrosiva de los productos. Las fugas producen pérdidas de presión que pueden afectar las calderas que utilizan el biogás.

Se dispone de información de que la presencia de azufre en el biogás puede causar problemas en los generadores de gas y que debe ser eliminado para prolongar la vida del generador. Se ha informado también de que el azufre puede añadirse al residuo de la digestión para aumentar su valor nutricional vegetal [222, Gordon W., 2001].

Reducción

El aire de escape de la ventilación puede requerir la eliminación de los olores o puede ser quemado en un quemador. Puede utilizarse una llamarada para prevenir que el biogás sea vertido al aire en los casos en que la capacidad de la planta es insuficiente o en los que hay sobreproducción o interrupción en una unidad de producción de energía posterior. Una temperatura mínima de 1.000 °C durante al menos 0,3 segundos en la zona de quemado garantiza emisiones bajas, incluidos los olores. También puede ser necesario un proceso de reducción para eliminar el H₂S.

2.2.12 Compostaje

El compostaje se ha definido como *la descomposición y estabilización biológica controlada de sustratos orgánicos, en condiciones predominantemente aeróbicas y que permiten el desarrollo de temperaturas termofílicas como resultado del calor producido biológicamente. Da como resultado un producto final que ha sido saneado y estabilizado, tiene un grado elevado de sustancias húmicas y puede aplicarse provechosamente al suelo* [176, The Composting Association, 2001]. El compostaje de subproductos animales y su aplicación al suelo están controlados por el Reglamento ABP 1774/2002/CE y por el Reglamento de la Comisión (CE) n.º 808/2003 de 12 de Mayo de 2003 que modifica el Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo que deroga las normas sanitarias relativas a subproductos animales no destinados al consumo humano [356, CE, 2003]. El material de categoría 2 y categoría 3 puede ser compostado; sin embargo, la mayoría de materiales de categoría 2 deben ser esterilizados previamente bajo condiciones específicas de temperatura, tiempo, presión y tamaño.

Materias primas

Los subproductos procedentes de mataderos, por ejemplo, camadas, estiércol, contenido del estómago y de los intestinos, sangre y plumas; los procedentes del tratamiento de aguas residuales, por ejemplo cribados, residuos de flotación y fango; residuos sólidos procedentes de la producción de biogás; fango del procesado de la sangre y fango procedente de EDAR, pueden utilizarse todos en el compostaje.

Se tiene información de que, a excepción del estiércol de los vehículos de entrega y de la estabulación ningún material procedente de un matadero, cumple las condiciones necesarias para un compostaje óptimo. El contenido del rumen y del estómago tiene material estructural vegetal, pero tiene un elevado contenido en agua. Los residuos de flotación y la grasa procedente de rejillas de grasas contienen sustancias no estructurales. El compostaje es posible, por ejemplo, después de la separación de fases mecánica, o después de mezclar componentes absorbentes de humedad y estructurales con fangos líquidos o pastosos [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. El compostaje se lleva a cabo utilizando el contenido del rumen y el fango del sacrificio en al menos un matadero italiano [248, Sorlini G., 2002]. Aunque la sangre es líquida, cuando se combina, por ejemplo, con tripas, puede ser bombeada y compostada en pilas. Otros líquidos, como los purines, se mezclan también con materiales secos como el fango procedente de EDAR, para el compostaje.

El contenido fresco y pretratado anaeróbicamente del rumen o del estómago de los cerdos, secado hasta conseguir un contenido de materia seca igual o superior al 20%, puede ser compostado sin aditivos, con un grosor de lecho de 1 m. Para grosores superiores, la materia seca debe ser al menos 22%. El pretratamiento anaeróbico puede reducir el tiempo de reacción de 6 a 4 semanas. Si se utilizan máquinas potentes de deshidratación, como prensas de tornillo, para aumentar la materia seca hasta $\geq 35\%$, se pueden añadir residuos de flotación sin deshidratar y/o grasa de las rejillas de grasa. Los experimentos con contenido de rumen deshidratado y residuos de flotación, con contenido de materia seca de 37,6% y 8,8%, respectivamente, han demostrado que el compostaje puede prepararse en 6–8 semanas. Durante el compostaje la temperatura alcanza 70 °C, y de esta manera la descontaminación queda garantizada de acuerdo con la información disponible [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992], aunque el pretratamiento exigido por el Reglamento ABP 1774/2002/CE debe controlar este aspecto.

Recepción y almacenaje

Pueden aparecer problemas de olores procedentes de la materia prima orgánica.

Procesado

La condición más importante del compostaje es que las materias primas deben mezclarse adecuadamente para aportar los nutrientes necesarios para el crecimiento y la actividad microbianos, lo que incluye un suministro equilibrado de carbono y nitrógeno. Debe haber suficiente humedad para permitir la actividad biológica sin impedir la aireación; el oxígeno debe estar presente en niveles que soporten los organismos aeróbicos y las temperaturas tienen que favorecer la actividad microbiana de los microorganismos termófilos [210, Environment Agency, 2001].

Las materias primas mezcladas para suministrar una proporción C:N de 25:1 - 30:1 son generalmente aceptadas como ideales para compostaje activo, aunque las proporciones desde 20:1 hasta 40:1 pueden dar buenos resultados de compostaje. Las proporciones C:N por debajo de 20:1 permiten que el carbono sea plenamente utilizado pero sin estabilizar el nitrógeno, que puede perderse como NH_3 o N_2O . Esto puede causar problemas de malos olores [210, Environment Agency, 2001].

Pilas de compostaje

Una pila de compostaje es una gran acumulación de materiales para compostar, habitualmente en forma de prisma triangular alargado [176, The Composting Association, 2001].

Las pilas de compostaje se construyen sobre una superficie dura y se facilita un drenaje para recoger los lixiviados. También se proporciona protección contra el viento y la lluvia para minimizar la captura por aire y agua. Se añade agua a las pilas como y cuando lo exige el proceso de compostaje. Las pilas se reducen al menos en un tercio de su tamaño inicial, debido principalmente a las pérdidas de agua.

El material sometido a compostaje se voltea con frecuencia suficiente para asegurar la desinfección y degradación máxima de todo el material y mantener el proceso plenamente aeróbico [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

El proceso de compostaje en pilas está resumido en la Figura 2.21.

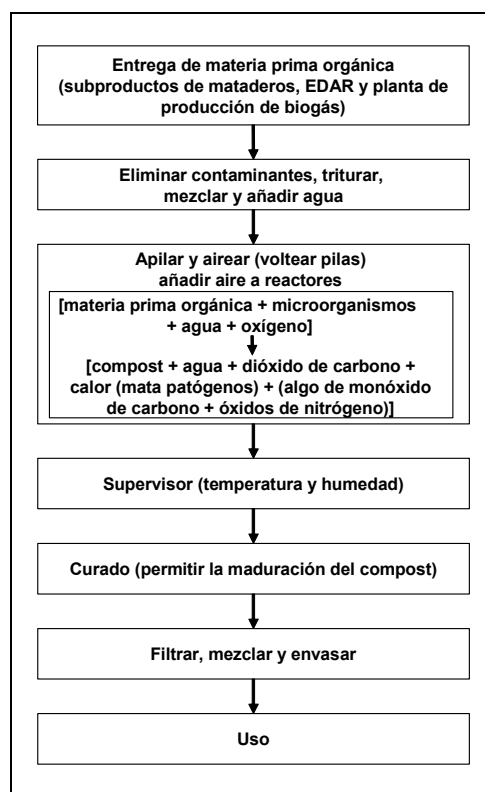


Figura 2.21: Diagrama de flujo que muestra el proceso de compostaje en pilas [176, The Composting Association, 2001] - adaptado

Compostaje en contenedores

El compostaje en contenedores hace referencia a un grupo de sistemas de compostaje, como cubos o contenedores, cubas agitadoras, silos, tambores o túneles y salas cerradas [210, Environment Agency, 2001]. Si el compostaje se lleva a cabo en reactores, el proceso, incluido el intercambio de los gases de respiración y la temperatura, puede controlarse mejor que si se construyen pilas. Por lo tanto, los materiales de partida pueden descontaminarse y el aire maloliente puede ser captado y tratado [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. El aire cargado de amoníaco se enfría hasta 38 – 45 °C, cogiendo más aire a través de un amortiguador junto al extractor y después enviándolo a un biofiltro mediante una torre de lavado de gases con agua para eliminar el polvo [209, The Composting Association, sin fecha]. Para utilizar sistemas abiertos durante todo el año, se exige protección contra el viento y la lluvia. Durante el periodo de compostaje de alta temperatura se exige un volteo regular, por ejemplo cuando la temperatura es superior a 50 °C [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. En todo caso, por encima de 60 °C la actividad microbiana parece disminuir. El principio de los sistemas en contenedores es suministrar aire a tal punto que enfríe el compost, y permita tasas mucho más elevadas de actividad microbiana.

Cuando se suministra en volúmenes elevados, el aire puede ayudar también a mantener una estructura abierta en el material. Esto evita la compactación del compost bajo su propio peso y hacerse anaeróbico. El material que se composta debe tener un 20% de material estructural para mantener el flujo de aire a través de la masa del compost.

En la Figura 2.22 se muestra un sistema de compostaje con reactor.

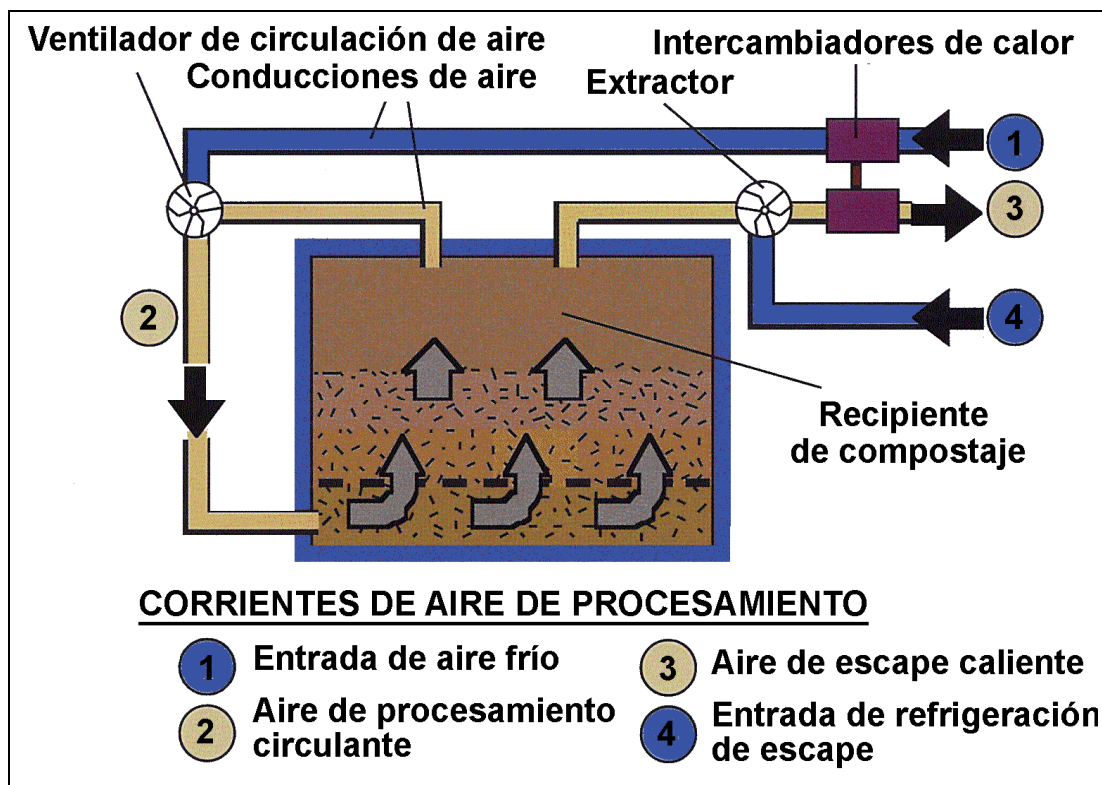


Figura 2.22: Diagrama que ilustra el proceso de compostaje en contenedores [209, The Composting Association, sin fecha]

Maduración

Se produce a temperaturas mesófilas, es decir, 20 – 45 °C. La evaporación de la humedad, la generación de calor y el consumo de oxígeno son mucho más bajos que el estadio de compostaje activo

Producto

El compuesto se ha definido como *residuo municipal biodegradable que ha sido procesado aeróbicamente para formar un material estable y granular que contiene materia orgánica valiosa y nutrientes vegetales que, al ser aplicados a la tierra, pueden mejorar la estructura del suelo, enriquecer su contenido nutricional e intensificar su actividad biológica* [176, The Composting Association, 2001].

2.3 Tratamientos de aguas residuales utilizadas en mataderos e instalaciones de subproductos animales

2.3.1 Tratamiento de aguas residuales de mataderos

Los mataderos se dividen en los que tratan sus aguas residuales en el emplazamiento y las vierten directamente en el curso de agua local y los que las vierten en la EDAR local con la autorización de la compañía de alcantarillado local. Esta última categoría lleva a cabo algún pretratamiento de las aguas residuales en el emplazamiento, habitualmente al menos a los

materiales sólidos filtrados, aunque también pueden efectuarse otros tratamientos. Los mataderos deben cumplir las condiciones especificadas en los acuerdos industriales de vertido de efluentes, tanto mediante vertido directo o vertido en la instalación municipal, de acuerdo con los requisitos legales. Alguna EDAR municipal puede utilizar las aguas residuales del matadero de forma sinérgica con el influente recibido de otras fuentes para maximizar la eficiencia de la instalación.

El vertido de efluente consiente normalmente incluir límites para SST, DQO, DBO, pH, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, fósforo total, grasa libre o emulsionada, detergentes sintéticos aniónicos, flujo diario y flujo máximo semanal. Pueden también incluir concentraciones de azufre, debido al potencial de descomposición anaeróbica del fango. Las autorizaciones de vertido de mataderos que realizan salado de pieles pueden también incluir límites para concentraciones de cloruro

En Dinamarca, el agua residual generalmente sólo es pretratada, mediante filtrado a través de una malla de 2 mm, después de lo cual es normalmente considerada adecuada para el proceso de desnitrificación en las EDAR de la administración local. Las sobrecargas se calculan normalmente de acuerdo a los niveles de DBO y en algunas zonas se tienen en cuenta los contenidos de nitrógeno y fósforo.

En la zona flamenca de Bélgica, unos 40 mataderos vierten sus aguas residuales en las EDAR municipales. Se utilizan filtros y tamices, rejillas de grasas y floculantes. Aproximadamente 20 mataderos flamencos tienen instalaciones de tratamiento biológico que tratan el agua con un estándar suficientemente elevado como para poder verterla directamente sin tratamiento posterior externo [346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003].

La mayoría de mataderos de los Países Bajos vierte las aguas residuales en las EDAR municipales. A causa de los costes relativamente altos del tratamiento en las EDAR municipales, todos los mataderos tienen sistemas de pretratamiento, que mayoritariamente consisten en filtros de tambor rotatorio y factor acelerador de la degradación, a veces en combinación con productos químicos. Algunas veces los mataderos tienen una instalación de tratamiento biológico. El efluente tratado es casi adecuado para verterlo directamente en el agua de superficie y no se considera un producto conveniente para las EDAR municipales [240, Países Bajos, 2002].

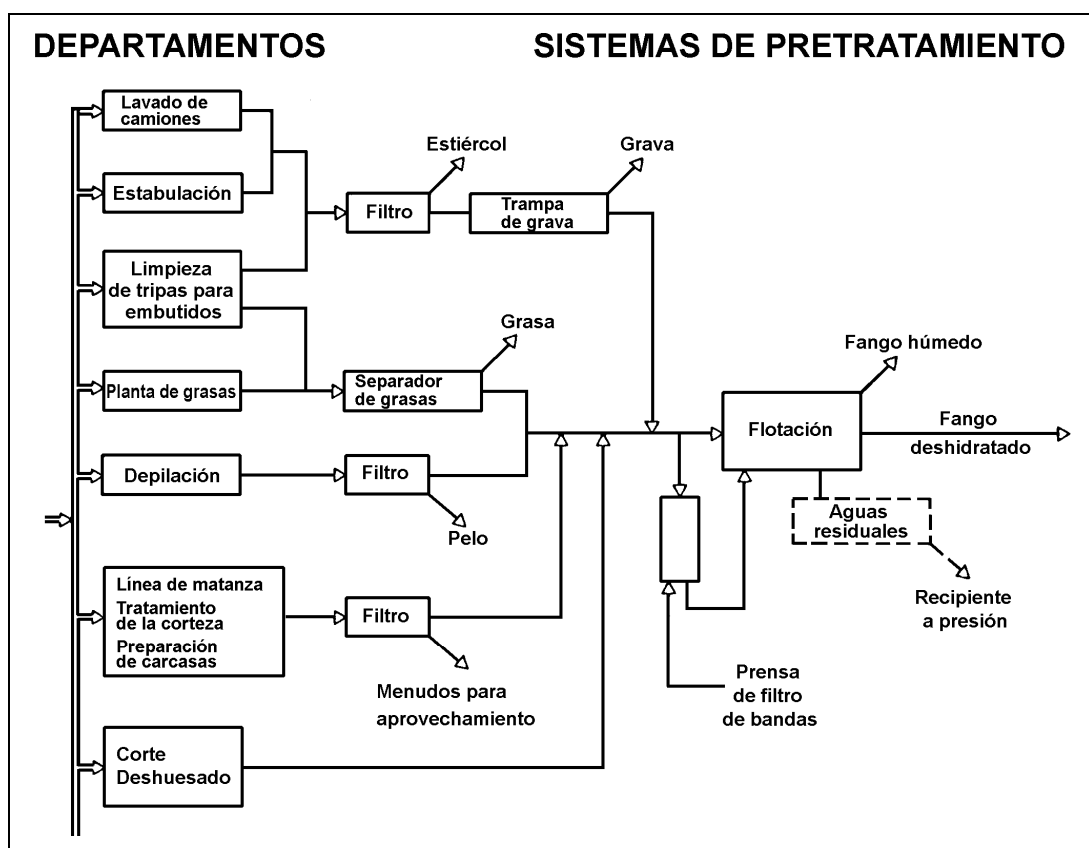
En Austria, la mayoría de mataderos tienen sistemas para el tratamiento de aguas residuales que consisten en cubiertas de rejilla y fosas sépticas, seguido de silos de fangos activados y separadores de grasa. Las grandes plantas ocasionalmente utilizan filtros de tambor rotatorio y plantas de flotación [348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003].

En Suecia, las aguas residuales de matadero se consideran una fuente importante de carbono en el proceso de desnitrificación en la EDAR municipal y habitualmente el filtrado mecánico se considera el único pretratamiento exigido [134, Países nórdicos, 2001].

En Noruega, la mayoría de mataderos tienen rejillas de grasas con cribas de malla de 0,8 – 1 mm y cada uno tiene sus propias unidades de limpieza biológica o química o bien vierten en las EDAR municipales [134, Países nórdicos, 2001].

La mejor manera de minimizar el vertido del efluente es, en primer lugar, evitar que el material animal entre en el flujo de las aguas residuales. Algunos responsables de matadero tienen cuidadosamente calculadas operaciones que afectan el despiece y el esquileo y han diseñado o modificado sus instalaciones y equipamiento para interceptar físicamente subproductos animales como residuos cárnicos y vísceras antes de que entren en los desagües. El personal formado puede obtener beneficios además de mejorar las actuaciones ambientales. Limpiar los pequeños fragmentos caídos durante el proceso y vaciar las fosas sépticas sustituyéndolos antes de empezar a limpiar una zona, no sólo reduce la carga total del efluente, también reduce el

La Figura 2.23 muestra un ejemplo de los usos principales de agua en un matadero de cerdos y los pretratamientos de aguas residuales asociados a diversas operaciones unitarias.



Una buena gestión de la selección y el uso de productos químicos para la limpieza es esencial para asegurarse de que no matan a los microorganismos en la EDAR [12, WS Atkins-EA, 2000, 67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

El vertido de líquidos de concentración alta es potencialmente uno de los incidentes más contaminantes en los mataderos. Para evitar el rebosado y el posible derrame en los cursos de agua locales, los tanques de efluente pueden condicionarse con alarmas de nivel alto. Muchas plantas DAF supervisan continuamente la calidad de su efluente y desvían automáticamente el efluente a un depósito de espera si la planta DAF falla [12, WS Atkins-EA, 2000].

El fango producido se puede utilizar o eliminar de diversas maneras, entre las cuales: producción de biogás; compostaje, mezclado con otros materiales biodegradables, como tripas y sangre; inyección; aprovechamiento seguido por incineración y por incineración directa. El procesado del fango puede producir problemas de malos olores, que se exacerban a causa del mezclado y la producción de aerosol. Para sacar el agua, ya sea por centrifugación o presión, se necesita energía [168, Sweeney L., 2001].

En la Tabla 2.13 se muestran algunas técnicas de tratamiento de aguas residuales de matadero.

Tipo de emisión Tecnología	Total sólidos en suspensión	Orgánicos	Aceites y grasas	Nitratos y amoníaco	Fósforo
Tratamiento primario					
Filtrado mecánico	Sí	Sí			
Separación de la grasa	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Ecualización / tanques decantación					
Flotación de aire disuelto	Sí	Sí	Sí		
Flotación en dispersión	Sí				
Flotación mecánica	Sí				
Coagulación / floculación / precipitación		Sí	Sí	Sí	Sí
Sedimentación / filtración / flotación		Sí	Sí		
Tratamiento secundario					
Tratamiento anaeróbico, seguido de fase anóxica		Sí			
Fango activado / silos de aireación	Sí	Sí		Sí	Sí
Aireación prolongada		Sí		Sí	
Nitrificación / desnitrificación				Sí	
Tratamiento terciario					
Filtración / coagulación / precipitación				Sí	Sí

Tabla 2.13: Resumen de las tecnologías para el tratamiento de las emisiones de aguas residuales de matadero

[3, EPA, 1996, 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001] adaptado

2.3.1.1 Tratamiento primario de aguas residuales de mataderos

Los sólidos de las aguas residuales se recogen para utilizarlos o eliminarlos de acuerdo con el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Por ejemplo, la definición de material de categoría 1 del Reglamento ABP 1774/2002/CE incluye, entre otras cosas, *todo material animal recogido en el tratamiento de aguas residuales de las plantas de procesado de categoría 1 y otros locales en los cuales se elimine material especificado de riesgo, incluidos filtrados, materiales de desarenado, grasa y mezclas oleaginosas, fango y materiales sacados de los desagües de dichos locales, excepto si estos materiales contienen material de riesgo sin especificar o partes de dicho material*. La definición de material de categoría 2 incluye, entre otras cosas, *todos los materiales animales recogidos en el tratamiento de aguas residuales procedentes de mataderos excepto los mataderos cubiertos por el artículo 4(1)(d) o plantas de procesado de categoría 2, incluidos filtrados, materiales de desarenado, grasa y mezclas oleaginosas, fango y materiales sacados de los desagües de dichos locales*.

Normalmente, las aguas residuales de las áreas de procesado de los mataderos se filtran, para quitar restos orgánicos como cabellos, algunas grasas, tejido, trocitos de carne, tripas y grandes sólidos y para evitar obstrucciones en la EDAR. A parte de los subproductos del sacrificio mismo, el agua residual contiene generalmente sólidos primarios producidos durante el transporte, la estabulación y el lavado de estómagos e intestinos. Estos incluyen, por ejemplo, paja, excrementos, orina y contenido intestinal. Los sólidos secundarios, como material del filtrado; grasas y materia flotante son generados durante el tratamiento de las aguas residuales y el aire. Puede, por lo tanto, exigirse la eliminación de los sólidos, por ejemplo mediante filtrado, tanto al final de la EDAR como al principio.

Las filtros pueden eliminar un 10 – 15% de la carga orgánica y una gran proporción de las partículas visibles [134, Países nórdicos, 2001].

El equipo de filtrado más corrientemente utilizado en mataderos es el filtro estático de cuña, la prensa de tornillo inclinada y el filtro de tambor rotatorio. Estos filtros típicamente tienen un tamaño de malla de unos 3 mm.

Después del filtrado, muchos grandes mataderos utilizan una planta de tratamiento DAF para un tratamiento complementario de sus aguas residuales antes de verterlas. El DAF utiliza burbujas de aire muy finas para eliminar los sólidos en suspensión. Éstos flotan en la superficie del líquido y forman una espuma, que después es retirada. En ciertos casos algunas sustancias y fosfatos coloidales solubles se sacan de las aguas residuales añadiendo coagulantes y floculantes químicos, por ejemplo, sales de hierro, sales de aluminio y polielectrólitos, para formar precipitados [12, WS Atkins-EA, 2000; 216, Metcalf y Eddy, 1991]. Las sales de hierro III también ayudan a reducir los malos olores, porque eliminan H_2S [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

El DAF puede eliminar el 15% de la DBO y el 70% de los sólidos en suspensión, sin productos químicos y el 50 – 65% de la DBO y 85 – 90% de los sólidos en suspensión, con productos químicos [215, Durkan J., 2001].

Otros métodos de flotación incluyen flotación por dispersión, que implica la inyección de “agua en dispersión” producida con aire comprimido, o flotación mecánica, en que el agua se agita para producir burbujas de aire.

Los aceites, grasas y otros sólidos eliminados pueden enviarse para aprovechamiento, si el contenido de grasa es elevado. De lo contrario pueden enviarse para esparcido, si tienen un alto contenido de nutrientes [215, Durkan J., 2001].

El licor puede pasarse entonces a un tanque de equilibrio, que se airea con burbujas/difusores y aireadores/venturis de superficie para mantener el contenido mezclado y aireado. Esto elimina el 5% de la DBO [215, Durkan J., 2001].

2.3.1.2 Tratamiento secundario de aguas residuales de mataderos

Algunos grandes mataderos han instalado plantas de tratamiento biológico que transforman sustancias solubles y coloidales en biosólidos. Habitualmente se trata de plantas de fango activado que, en función de su capacidad, pueden ser precedidas por sedimentación o DAF.

Digestión aeróbica – fango activado

El proceso de digestión aeróbica utilizando fango activado implica la producción de una masa activada de microorganismos, capaz de estabilizar un residuo aeróbicamente en un tanque de aireación. Durante la respiración endógena las células bacterianas reaccionan con el oxígeno y producen CO_2 , agua, NO_x y energía.

La adición de oxígeno al sistema es esencial en el proceso por diversas razones, incluida la oxidación de la materia orgánica y nutrientes y para mantener una buena mezcla física.

La materia orgánica actúa como fuente esencial de carbono para los microorganismos, pero también requieren nutrientes inorgánicos para su crecimiento. La digestión aeróbica es una técnica efectiva para el tratamiento de las aguas residuales de los mataderos. Elimina los principales nutrientes inorgánicos tales como nitrógeno, fósforo y azufre, así como nutrientes menores como cobre y zinc. En el caso del nitrógeno, oxida el nitrógeno amoniacal en nitrógeno de nitrato, tratando así la demanda de oxígeno. No obstante, la desnitrificación posterior a nitrógeno gaseoso, en condiciones anóxicas es necesaria para eliminar el nitrógeno. Esto implica una serie de pasos mediante la formación de NO y N_2O . La liberación de fósforo también requiere una fase anóxica subsiguiente.

Al cabo de un tiempo una mezcla de células viejas y nuevas, del digestor aeróbico, se pasa a un tanque de sedimentación. Aquí las células se separan del agua residual tratada. El éxito de este proceso de sedimentación / separación es crucial para el éxito total del tratamiento. Esto se basa en el buen diseño y funcionamiento del sistema y en la prevención del hinchamiento de lodos. El hinchamiento de lodos se controla previniendo el crecimiento excesivo de las bacterias filamentosas que crearían hinchamiento y copos poco empaquetados que no sedimentan bien y que conducen a una excesiva DBO en el agua tratada. La presencia de nitrógeno y fósforo en las aguas residuales de los mataderos inhibe ventajosamente el crecimiento de bacterias filamentosas.

Una parte de las células sedimentadas se conserva para mantener la actividad biológica del sistema y el fango activado que queda se deshidrata y se esparce en el suelo, se utiliza para la producción de biogás o se incinera [216, Metcalf y Eddy, 1991].

En algunos mataderos, se efectúa una aireación ampliada en la fase de respiración endógena. Esto requiere una baja carga orgánica y un largo periodo de aireación. Alternativamente puede utilizarse una laguna de oxidación. [12, WS Atkins-EA, 2000]. Esto incluye una canal de forma redonda u ovalada equipada con dispositivos de aireación mecánicos. Habitualmente funcionan con un sistema de aireación prolongada, con largos periodos de detención y tiempo de retención de sólidos [216, Metcalf y Eddy, 1991]. Los tanques de sedimentación secundarios se utilizan en la mayoría de aplicaciones.

Existen otras técnicas disponibles, que utilizan el mismo principio, como el filtro de lecho móvil de goteo, en el cual el fango se cubre en esferas de plástico. El agua residual fluye sobre las esferas y el sistema también funciona como una técnica de reducción de los malos olores [240, Países Bajos, 2002].

Digestión anaeróbica

El tratamiento anaeróbico de aguas residuales es ampliamente utilizado, aunque no es aceptado por todo el mundo. La información sobre sus ventajas incluye una considerable reducción de la concentración de impurezas en el agua, una baja producción de lodo biológicamente estable y la recogida potencial del biogás rico en energía que se produce [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. El tratamiento anaeróbico es especialmente adecuado como pretratamiento para aguas residuales que tienen una elevada carga orgánica, previamente al tratamiento aeróbico.

La degradación biológica anaeróbica se produce en un proceso triple. En la primera fase, conocida como hidrólisis, las enzimas transforman los compuestos de elevada masa molecular, como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos en componentes adecuados para ser utilizados como fuente de energía y carbono celular, como ácidos grasos y aminoácidos. En la segunda fase, conocida como acidogénesis o la fase ácida, las bacterias descomponen aún más estos ácidos. En la tercera fase, la fase metanógena, los compuestos intermedios se descomponen en CH_4 y CO_2 [216, Metcalf y Eddy, 1991]. El CH_4 (biogás) producido puede utilizarse como parte integral del sistema de calefacción de la planta.

Se utilizan dos técnicas principales. Para el proceso estándar, no se calienta ni se mezcla el contenido del digestor y el tiempo de retención es de 30 – 60 días. En el proceso de alta velocidad, el contenido se calienta y se mezcla completamente y el tiempo de retención típico es 15 días o menos. La temperatura óptima para el proceso es de 30 – 40 °C. La rapidez de este método y el breve tiempo de retención sitúa las dimensiones de la instalación dentro de unos límites de tamaño razonables, incluso en mataderos en que el espacio es limitado. Alternativamente, puede utilizarse una combinación de ambos procesos, por ejemplo el proceso de dos etapas. La función primaria de la segunda etapa es separar los sólidos digeridos del licor sobrenadante. La digestión adicional y la producción de gas también puede ocurrir. Los fangos procedentes de la digestión aeróbica suelen ser digeridos anaeróbicamente.

Las bacterias implicadas se benefician mutuamente. Algunas bacterias consumen sustancias que inhibirían el crecimiento de otras. Un entorno que mantenga este equilibrio dinámico es, pues,

esencial. Esto requiere la ausencia de oxígeno y sulfuros disueltos. El pH debe estar situado entre 6,6 y 7,6. Una cantidad suficiente de nutrientes, como nitrógeno y fósforo, son necesarios para asegurar la conservación de la comunidad biológica [216, Metcalf y Eddy, 1991].

Los microorganismos activos se inoculan en la boca de acceso de las aguas residuales y debido a que el proceso generalmente es lento y la conversión de CH_4 es importante, la cantidad de fango que se necesita es mínima [216, Metcalf y Eddy, 1991].

La degradación anaeróbica únicamente transforma las impurezas basadas en el carbono, medidas como niveles de DBO. Los compuestos de nitrógeno se dejan aún en el agua después de limpiarlos [134, Países nórdicos, 2001]. Hay quien considera que no es una opción realista para el tratamiento de las aguas residuales de matadero [240, Países Bajos, 2002] y que es sólo adecuada como tratamiento previo al tratamiento aeróbico. El proceso sí que reduce, sin embargo, el contenido patógeno de las aguas residuales [216, Metcalf y Eddy, 1991].

Los biosólidos producidos por la planta de tratamiento pueden, por ejemplo, ser deshidratados antes del esparcido como un condicionador de suelos o digeridos para producir biogás. Las limitaciones sobre el esparcido y la inyección están conduciendo a una tendencia creciente hacia la incineración de fangos [244, Alemania, 2002]. El almacenaje, manipulación y esparcido puede conllevar problemas de malos olores. Además de gestionar los aspectos operativos habituales, relacionados con las plantas de fango activado, como el desarrollo de hinchamiento de fangos o inventarios excesivos de biomasa, pueden experimentarse problemas particulares con los efluentes de los mataderos, que pueden causar la formación de espumas biológicamente estables o pueden contener sustancias biocidas capaces de inhibir la actividad microbiana. [12, WS Atkins-EA, 2000].

Eliminación de nitrógeno y fósforo

Se han desarrollado procesos que combinan las fases de oxidación de carbono, nitrificación y desnitrificación en un solo proceso. Estos procesos tienen varias ventajas, incluida la reducción del volumen de aire necesario para lograr la nitrificación y la eliminación de DBO; la eliminación de la necesidad de añadir fuentes orgánicas para suministrar carbono para la desnitrificación y la eliminación de la necesidad de decantadores intermedios y sistemas de recirculación de fangos requeridos en un sistema de nitrificación por etapas. Se dispone de información de que la mayoría de los sistemas pueden eliminar el 60 – 80% del nitrógeno total, aunque también se ha informado de tasas de eliminación del 85 al 95%.

En los procesos combinados, el carbono se utiliza para completar la desnitrificación tanto en el agua residual como en los microorganismos después de la respiración endógena durante el tratamiento aeróbico. Para la desnitrificación, se han utilizado una serie de fases aeróbicas y anóxicas alternativas, sin sedimentación intermedia. Las zonas anóxicas pueden crearse, por ejemplo, en lagunas de oxidación, controlando los niveles de oxigenación. El reactor discontinuo secuencial también es adecuado para suministrar periodos aeróbicos y anóxicos durante el ciclo de funcionamiento y puede lograr una combinación de oxidación de carbono, reducción de nitrógeno y eliminación de fósforo. El fósforo puede eliminarse mediante la adición de coagulante o bien biológicamente sin adición de coagulante. Si se sigue la secuencia: llenado, anaeróbico, aeróbico, anóxico, sedimentación y decantación, entonces la emisión de fósforo y la captación de DBO se producirán en la fase de agitación anaeróbica, con una captación subsiguiente de fósforo en la fase de agitación aeróbica. Si se modifican los tiempos de reacción también puede lograrse la nitrificación o eliminación de nitrógeno. El carbono procedente de la fase de respiración endógena puede utilizarse en la fase anóxica para mantener la desnitrificación [216, Metcalf y Eddy, 1991].

2.3.1.3 Tratamiento terciario de las aguas residuales de mataderos

Los tratamientos terciarios, como el filtrado utilizando, por ejemplo, filtros de arena, un lecho de lengüetas, coagulación, o precipitación, se utilizan algunas veces como fase final de limpieza del efluente tratado, para reducir la DBO y los sólidos en suspensión, antes de verterlos en un curso de agua.

2.3.2 Tratamiento de aguas residuales de instalaciones de subproductos animales

2.3.2.1 Tipos de tratamientos para las aguas residuales

Véanse también las secciones 2.3.1.1, 2.3.1.2 y 2.3.1.3.

Las plantas de aprovechamiento producen aguas residuales con una gran carga orgánica. Esta carga orgánica, procedente del aprovechamiento de una tonelada de materia prima es equivalente a la producida por 100 personas al día. También contiene grandes niveles de nitrógeno y fósforo. El Reglamento ABP 1774/2002/CE restringe las vías de uso y eliminación de todo el material animal, tal como se define, recogido de las plantas de procesado de categoría 1 y categoría 2. También afirma que *las aguas residuales originadas en un sector no limpio deben tratarse para asegurar, siempre que sea razonablemente practicable, que no permanezcan agentes patógenos.*

2.3.2.1.1 Tratamiento mecánico de las aguas residuales

Las etapas mecánicas en el tratamiento de aguas residuales se ponen en práctica antes de efectuar cualquier mezcla o ecualización. En la industria del aprovechamiento se acostumbran a utilizar capturadores de fango, separadores de grasas, tamices, filtros de succión y tanques de decantación. La materia animal no disuelta, como la grasa y partículas de grasa, residuos de carne, pelo, cerdas y mezclas minerales del agua de procesado, se puede devolver al proceso de producción. La separación de la grasa puede ser difícil, ya que la grasa animal en el agua residual puede estar presente en forma muy fina. Esto es especialmente cierto si la temperatura del agua es elevada y cuando contiene agentes tensioactivos. Los valores elevados de pH también dificultan la separación de las grasas, a causa de la saponificación.

Los separadores de grasa situados antes de los tanques de mezcla y ecualización deben dimensionarse para la máxima producción de aguas residuales previsible. Esta producción máxima ocurre, por ejemplo, durante la liberación del vapor de escape. Otros problemas, como la temperatura, la influencia del aclarado y los agentes limpiadores y la producción de diferentes tipos y densidades de grasa deben considerarse en la etapa de diseño.

En muchas plantas al separador de grasa le sigue un filtro de succión adicional con aperturas de tamiz de 0,5 a 2 mm, para una separación de sólidos más exhaustiva.

2.3.2.1.2 Tratamiento físico-químico

Los métodos físico-químicos, especialmente los métodos de flotación, se utilizan para una separación extensiva de las grasas y sólidos. Los agentes floculantes se utilizan según se requieren. La retención de la grasa se puede realizar en capturadores de grasa con limpieza manual o automática. Si la grasa se emulsiona o contiene agua de cola procedente de la sección de aprovechamiento de grasa comestible, la separación puede ser muy difícil. En estos casos es necesario utilizar precipitación química y flotación.

Al igual que con los separadores de grasa, la eficiencia de las plantas de flotación se ve reducida con la alta temperatura y el pH elevado. La flotación mecánica mediante aire suministrado por

aireadores de flotación sumergidos especialmente diseñados es el método menos sensible a valores altos de pH.

Se puede usar la extracción de sustancias volátiles para el tratamiento de los condensados de vapores de escape (CVE) calientes. A causa de los bajos caudales de aguas residuales también se puede usar para el flujo principal de aguas residuales. Se informa que no se realiza ninguna neutralización del líquido residual de la extracción de volátiles inmediatamente tras la extracción, sino solo tras la reunión con los otros flujos parciales de aguas residuales.

En la Figura 2.24 se muestra la posición de la planta de extracción en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

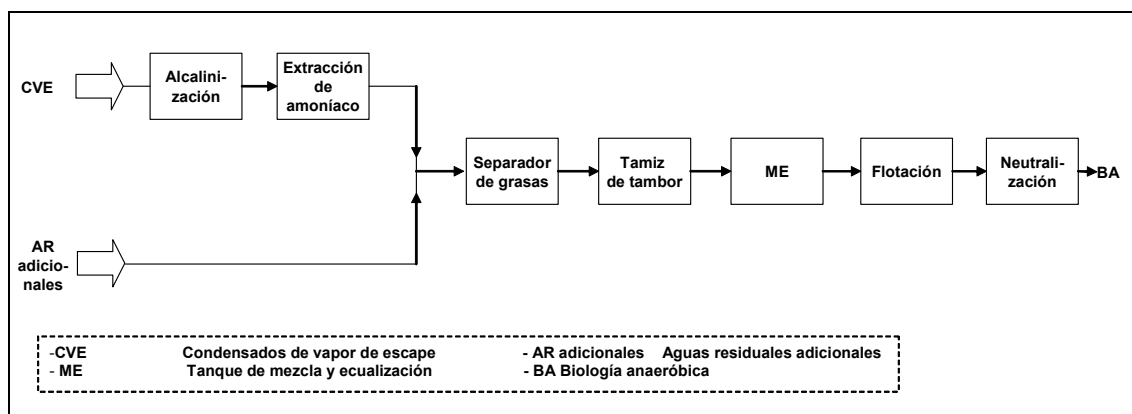


Figura 2.24: Diagrama de bloques de una planta de tratamiento mecánico preliminar de aguas residuales preliminar mecánica / físico-química
 [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

Otra opción para reducir el nitrógeno amoniacal es la conversión de amoníaco. EL amoníaco se transporta con los vapores de escape hasta una torre de lavado (convertidor) a contracorriente con una solución nitrosa y se forma nitrato de amonio. El nitrato de amonio se extrae de la torre de filtrado cuando se alcanza la concentración deseada. Los vapores de escape, liberados del amoníaco, se condensan en vapores de escape ácidos.

Para el funcionamiento de un convertidor de este tipo, es necesario que los vapores de escape no transporten ningún tipo de sólidos. Por tanto, deben instalarse ciclones u otros equipos de separación adecuados antes de los convertidores.

2.3.2.1.3 Tratamiento biológico

El tratamiento parcial aeróbico se puede utilizar para eliminar parte del material orgánico y, por tanto, reducir la DBO del agua residual. A veces se lleva a cabo en las instalaciones, antes del tratamiento posterior de las aguas residuales en una EDAR municipal.

La composición del agua residual procedente de la industria del aprovechamiento la hace adecuada para un pretratamiento anaeróbico. Sin embargo, no es adecuada para la eliminación total de la carga orgánica o la eliminación de nitrógeno. La presencia de sulfuros también puede ocasionar problemas.

El tratamiento anaeróbico acostumbra a seguirse de un tratamiento aeróbico para eliminar el nitrógeno (y el fósforo) en el emplazamiento de aprovechamiento o en una EDAR municipal. La liberación de fósforo tiene lugar en condiciones anóxicas. Por ello, la eliminación del fósforo biológico requiere reactores anaeróbicos y aeróbicos o zonas equivalentes en un mismo reactor. [216, Metcalf y Eddy, 1991]. El pretratamiento anaeróbico de las aguas residuales es adecuado,

especialmente para vertido indirecto combinado con una eliminación de nitrógeno físico-química.

2.3.2.1.4 Plumaz; eliminación de sulfuro de hidrógeno

Para las aguas residuales con altas concentraciones de sulfuros, por ejemplo, los flujos parciales procedentes del procesado de plumas, otro tratamiento preliminar es la reducción de la concentración de H_2S . Un contenido de aproximadamente 80 – 100 mg/l de sulfuro dificultará la biocenosis del fango activado y, por tanto, los procesos biológicos posteriores.

Para el tratamiento de aguas residuales con sulfuros se puede utilizar el peróxido de hidrógeno. Para oxidar 1 kg de sulfuro estequiométricamente se necesitan unos 13 litros de peróxido de hidrógeno. El tiempo de reacción es de unos 10 minutos [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

2.3.2.2 Tratamiento de las aguas residuales de la producción de harina y aceite de pescado

Una planta ha informado de que utiliza flotación al aire en el emplazamiento y posteriormente vierte sus aguas residuales en una EDAR municipal local.

2.3.2.3 Tratamiento de las aguas residuales del procesado de la sangre

Se ha descrito una EDAR de propiedad para una planta de procesado de sangre determinada. El primer paso es un tratamiento físico-químico, durante el cual se añaden floculantes poliaminas y polielectrólitos. A continuación el fango se decanta a otro tanque. EL líquido clarificado también se traslada a otro tanque, donde se corrige si pH y se añaden agentes antiespumantes. Luego el líquido se somete a una serie de tratamientos aeróbicos y anaeróbicos. La EDAR se cubre para evitar la liberación de NH_3 , procedente de la rotura de proteínas. El fango se utiliza en compostaje, a causa de su alto contenido en proteínas.

2.3.2.4 Tratamiento de las aguas residuales de la producción de gelatina

El agua procedente del lavado de los huesos es turbia y contiene partículas, como fragmentos de hueso, que son eliminados por las pantallas. Los sólidos se eliminan mediante tamices formados, p. ej., por una pantalla mecánica construida a partir de alambre trapezoidal. Los sólidos se retiran de la pantalla hacia un contenedor para su eliminación por vertido.

El líquido, con una gran contaminación orgánica [244, Alemania, 2002], se lleva a un tanque de decantación primario y secundario, para permitir la separación de sólidos. Se inyecta cloruro de hierro (III) junto con H_2SO_4 o $NaOH$, según el pH, y floculante polielectrólito. El licor resultante se somete a digestión aeróbica utilizando fango activado. También son necesarios pasos de nitrificación y desnitrificación [244, Alemania, 2002]. Se puede seguir con una etapa de clarificación para eliminar el fango activado. EL fango resultante es rico en nitrógeno, fósforo y calcio, y se utiliza para inyección y esparcido, posiblemente tras mezclarlo con otros componentes. Otra opción es utilizar el fango para la producción de biogás [349, Miembros del Grupo de Trabajo de la GME, 2003].

3 NIVELES ACTUALES DE EMISIÓN Y CONSUMO

Antes de presentar los datos específicos de niveles de emisión y consumo para las operaciones unitarias, se presentan algunos niveles para los procesos globales. Las unidades utilizadas reflejan la información disponible y su propósito. La Directiva se refiere a las capacidades de producción de mataderos en toneladas por día e instalaciones de subproductos animales con capacidades de tratamiento en toneladas por día. Los pesos medios vivos y de canal recibidos de los diversos países de la UE varían, como se muestra en la Tabla 1.3 de la sección 1.1.

Se ha informado de los datos de emisión y consumo, en su mayor parte, por tonelada de canal producida o por tonelada de subproducto tratado. Esto refleja la terminología de la Directiva y facilita la comparación de información entre diversas fuentes. El motivo principal para utilizar “por tonelada de canal producida” y “por tonelada de subproducto tratado”, es examinar con detalle las relaciones entre los procesos reales y los niveles de emisión y consumo, así como evitar información equívoca basada, por ejemplo, en bajas concentraciones, que se consiguen mediante un consumo exagerado de agua.

Los niveles de emisión y consumo presentados en este capítulo sirven para varios propósitos. En primer lugar, los intervalos de niveles para procesos y operaciones unitarias determinadas ilustran las oportunidades potenciales para mejorar el rendimiento ambiental de los que trabajan en los niveles superiores del intervalo. En segundo lugar, la disponibilidad de datos de las operaciones unitarias también demuestra que es posible medir niveles de emisión y consumo a ese nivel. La información también se puede utilizar para identificar operaciones unitarias prioritarias que se pueden mejorar y para controlar el progreso de las mejoras. La disponibilidad de los datos al nivel de las operaciones unitarias también permite comparar técnicas y determinar MTD para aquellas partes de los procesos en que los niveles de emisión y consumo son significativos y se dispone de alternativas.

3.1 Mataderos

3.1.1 Mataderos: datos globales de emisión y consumo a nivel de instalación

Se ha llevado a cabo el análisis de los datos de mataderos daneses y noruegos que examinan la tendencia entre el consumo de agua y energía en función de la producción total de la planta. Estos niveles comparados se presentan por tonelada producida o por animal. Muestran una débil tendencia hacia un menor consumo relativo de agua y energía a medida que aumenta el tamaño de la planta. Un análisis estadístico da una gran desviación estándar, por lo que sólo se puede realizar una evaluación subjetiva. Ello demuestra que la relación no es clara [134, Países nórdicos, 2001].

En la Tabla 3.1, Tabla 3.2, Tabla 3.3 y Tabla 3.4 se resumen los datos de emisión y consumo para los mataderos.

Todo POR TONELADA de canal de bovino	Consumo de agua (l)	Aguas residuales (l)	Consumo de energía (TOTAL elec. + fuel) (kWh)	Recup. de calor (kWh)	Emisión DBO (kg)	Emis. DQO (kg)	Emisión de nitrógeno (g)	Emisión de fósforo (g)	Emisión de sólidos en suspensión (g)	Emisión de olores	Emisión de ruidos	Detergente (kg)	Emisión de CO ₂ (kg)	Emisión de SO ₂ (kg)	Emisión de NO _x (kg)
	(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 27)	(6, 8, 9, 28)	(3, 4, 6, 12, 13)	(6)	(3, 4, 5, 12, 9, 11, 14)	(12, 9, 11, 14)	(4, 6, 12, 9, 14)	(3, 4, 6, 12, 9, 14)	(6, 14)	(5, 12)	(5, 12)	(12)	(12)	(12)	(12)
Descarga + lavado vehículo	200 - 320				0,4					Sí	Sí				
Estabulación	152 - 180				0,4 - 3,0			26,6 - 30,4		Sí	Sí				
Matanza										Sí	Sí				
Sangrado										Sí					
Desollado	5									Sí	Sí				
Eliminación cabeza y pezuñas											Sí				
Evisceración										Sí					
Esquinado					2,2						Sí				
Refrigeración											Sí				
Tratam. menudos rojo y verde										Sí					
Lavado intestinos										Sí					
Lavado tripas	500 - 2760									Sí					
Conservación / almacenaje pieles		*5000													
Limpieza															
Tratamiento aire															
Tratamiento líquidos residuales															
Tratamiento residuos sólidos															
Almacenaje subproductos										Sí					
Total (incluyendo los datos individuales no disponibles)	1623 - 9000	1623 - 9000	90 - 1094	≤ 60	1,8 - 28	4 - 40	172 - 1840	24,8 - 260	11,2 - 15,9			**0,2	0,12	75,6	0,16
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades															

* Por día - independient. del n.º de pieles **0,11 kg/t alcalino, 0,03 kg/t ácido, 0,04 kg/t desinfectante, 0,02 kg/t “post-tratamiento”

Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados

Referencias: (1) [12, WS Atkins-EA, 2000]; (2) [63, ETBPP, 2000]; (3) [132, Thy-Christensen, 2001]; (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (5) [142, Derden A., 2001]; (6) [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]; (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]; (8) [215, Durkan J., 2001]; (9) [242, Bélgica, 2002]; (10) [243, Clitravi - DMRI, 2002]; (11) [248, Sorlini G., 2002]; (12) [185, Pontoppidan O., 2001]; (13) [314, Viitasaari S., 2002]; (14) [315, Bélgica, 2002] (27) [346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]; (28) [353, Clitravi - DMRI, 2003]

Tabla 3.1: Datos de consumo y emisión para matanza de bovinos

Todo POR TONELADA de canal de porcino	Consumo de agua (l)	Aguas residuales (l)	Consumo de energía (TOTAL elec. + fuel) (kWh)	Recup. de calor (kWh)	Emisión DBO (kg)	Emisión DQO (kg)	Emisión de nitrógeno (g)	Emisión de fósforo (g)	Emisión de sólidos en suspensión (g)	Emis. de olores	Emis. ruidos	Emisión detergent. (kg)	CO ₂ (kg)		Emis. SO ₂ (g)	NO _x (g)	Amoníaco (kg)
													Aturdido + hielo seco (enfriado)	Otro (no aturdido + hielo seco)			
	(1, 2, 3, 4, 15, 16, 5, 6, 7, 17, 18, 9, 19)	(6, 7, 18, 9, 28)	(3, 4, 6, 17, 18, 9, 13)		(3, 4, 5, 17, 9, 14)	(7, 9, 14)	(3, 4, 6, 9, 14)	(3, 4, 6, 18, 9, 20, 14)	(6, 14)	(5, 18)	(5, 18)	(17)	(3, 4, 17)	(17, 18)	(17)	(17)	(17, 18)
Descarga + lavado vehículo	78 - 290				0,3					Sí	Sí						
Estabulación	130 - 300									Sí	Sí						0,01
Matanza	10 - 50									Sí	Sí		1,3 - 2,9				
Sangrado	30 - 40				0,3					Sí	Sí						
Desollado	520 - 1750									Sí							
Escaldado	150 - 156		17 - 39		0,23 - 0,26						Sí						
Depilado + despezñado	78 - 120				0,91 - 2,2					Sí	Sí						
Chamuscado	162 - 208		47 - 182	175						Sí	Sí			6 - 8			
Tratamiento corteza	260 - 460				1,25 - 2,21					Sí	Sí						
Evisceración										Sí							
Esquinado			55		5,5					Sí	Sí						
Refrigeración	0 - 226										Sí						Sí
Tratam. menudos rojo y verde											Sí						
Lavado intestinos	442 - 680	220 - 540			0,98 - 3,25	1,41 - 3,04				Sí							
Lavado tripas	325									Sí							
Tratamiento aire																	
Tratamiento líquido residual														5 - 6			Sí
Tratamiento residuos sólidos																	
Almacenaje subproductos													1,7				
Total (incluyendo los datos individuales no disponibles)	1600 - 8300	1600 - 6000	110 - 760		2,14 - 10	3,22 - 10	180 - 2100	20 - 233	0,12 - 5,1	Sí	Sí	0,81	4,6 - 10	0,25	112	0,26	0,03 - 0,04
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades																	

Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados

Referencias: (1) [12, WS Atkins-EA, 2000]; (2) [63, ETBPP, 2000]; (3) [132, Thy-Christensen, 2001]; (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (5) [142, Derden A., 2001]; (6) [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]; (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]; (9) [242, Bélgica, 2002]; (13) [314, Viitasaari S., 2002]; (14) [315, Bélgica, 2002]; (15) [136, Derden A, 2001]; (16) [137, Leoni C., 2001]; (17) [182, Pontoppidan O., 2001]; (18) [237, Italia, 2002]; (19); [322, Grupo de Trabajo finlandés, 2002] (20) [274, Pontoppidan O., 2002], (28) [353, Clitravi - DMRI, 2003]

Tabla 3.2: Datos de consumo y emisión para matanza de porcinos

Todo POR TONELADA de canal de ovino	Consumo de agua (l) (2, 4)	Aguas residuales (l) (28)	Consumo de energía (kWh) (4)	Recup. de calor (kWh) (4)	Emisión DBO (kg) (4)	Emisión DQO (kg) (4)	Emisión nitrógeno (g) (4)	Emisión fósforo (g) (4)	Sólidos en suspensión (g)	Emisión olores	Emisión ruidos	Deterg.	Emis. CO ₂ (kg)	Emis. SO ₂ (kg)	Emis. NO _x (kg)	Consumo de sal (kg) (4)	Residuo de sal (kg) (4)
Descarga + lavado vehículo																	
Estabulación																	
Matanza																	
Sangrado																	
Desollado																	
Eliminación cabeza ubres + pezuñas																	
Evisceración			4 - 7		0,44												
Esquinado																	
Refrigeración																	
Tratam. menudos rojo y verde	1667																
Lavado intestinos																	
Conservación piel	278				0,33											94	39
Limpieza																	
Tratamiento aire																	
Tratamiento líquido residual																	
Tratamiento residuos sólidos																	
Almacenaje subproductos																	
Total (incluyendo los datos individuales no disponibles)	5556 - 8333	5556 - 8333	922 - 1839	0	8,89		1556	500									
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades																	
Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados																	
Referencias: (2) [63, ETBPP, 2000]; (4) [134, Países nórdicos, 2001], (28) [353, Clitravi - DMRI, 2003]																	

Tabla 3.3: Datos de consumo y emisión para matanza de ovinos

Todo POR TONELADA de canal de ave	Consumo de agua (l)	Aguas residuales (l)	Consumo de energía (TOTAL elec. + fuel) (kWh)	Recup. de calor (kWh)	Emisión DBO (kg)	Emisión DQO (kg)	Emisión nitrógeno (g)	Emisión fósforo (g)	Emisión sólidos en suspensión (g)	Emis. olores	Emis. ruidos (d(B)A) (en fuente)	Deterg.	Emis. CO ₂ (kg)	Emis. SO ₂ (kg)	Emis. NO _x (kg)	Emis. residuos sólidos (kg)	Emis. subprod. (kg)	Cera
	(3, 4, 6, 21, 22, 9)	(6, 9, 28)	(3, 4, 6, 21, 22, 13)	(6)	(4, 21, 22, 9, 14)	(22, 9, 14)	(4, 6, 21, 22, 9, 14)	(4, 6, 21, 22, 9, 14)	(6, 22, 14)	(21)	(21, 22)					(22)	(22)	
Descarga + lavado vehículo	19 - 3786									Sí	99							
Estabulación	0 - 1039		5,4							Sí	91							
Aturdido	0 - 22,8		1,1															
Sangrado	0		0,1								84					38,3		
Escaldado	276 - 1000		34							Sí	93							
Desplumado	90 - 1429		7,5							Sí	93					52		
Evisceración	1300 - 2100		15								91					141	85	
Enfriado	714 - 1700		20					15,1	157									
Limpieza	1973 - 2600		39															
Tratamiento aire																		
Tratamiento líquidos residuales	132		14		15,3	23,6		202	60,4	Sí	93							
Eliminación o tratamiento de residuos sólidos																5,5		
Almacenaje subproductos	1100																	
Utilidades - especificar																		
Maduración	1540		16			0,74		4,1	48								85	
Total (incluyendo los datos individuales no disponibles)	5070 - 67400	5070 - 67400	152 - 860	≤ 220	2,43 - 43	4 - 41	560 - 4652	26,2 - 700	48 - 700									
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades																		
Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados																		
Referencias: (3) [132, Thy-Christensen, 2001]; (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (6) [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]; (9) [242, Bélgica, 2002]; (13) [314, Viitasaari S., 2002]; (14) [315, Bélgica, 2002]; (21) [188, Pontoppidan O., 2001]; (22) [214, AVEC, 2001], (28) [353, Clitravi - DMRI, 2003]																		

Tabla 3.4: Datos de consumo y emisión para matanza de aves de corral

Aire

Las emisiones comunicadas de CO₂, SO₂ y NO_x se muestran en la Tabla 3.5.

Sustancias emitidas	Intervalo de emisiones por tonelada de canal (kg) (especie y fuentes no especificadas)
CO ₂	22 – 200
SO ₂	0,45 – 1,1
NO _x	0,29 – 0,52

Tabla 3.5: Intervalo de emisiones de aire procedentes de 3 mataderos finlandeses
[148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]

Agua

Muchos mataderos no realizan una submedición del consumo de energía o agua y sólo son conscientes de su consumo total a partir de las facturas de las empresas. Algunos han empezado a medir el consumo de energía y agua por área de procesado y esperan obtener ahorros sustanciales a través de programas de control y objetivos. En la Figura 3.1 se muestra el reparto de agua para las diferentes áreas de procesado en un matadero de porcino típico del RU. Debe remarcarse que los datos del RU no incluyen la refrigeración. En la Figura 3.2 se muestran los datos para el consumo de agua en un matadero de porcino típico de Italia.

Todos los mataderos deben disponer de un suministro a presión de agua potable, según la Directiva 80/778/CEE. Se autoriza un suministro de agua no potable en casos excepcionales para producción de vapor, lucha antiincendios y refrigeración del equipo de refrigeración, a condición de que las tuberías instaladas a tal fin impidan el uso de este agua para otros propósitos y no presente riesgos de contaminación para la carne fresca. Las tuberías de agua no potable deben distinguirse claramente de las utilizadas para agua potable [169, CE, 1991, 223, CE, 1992]. Este requisito para el agua potable a usar limita las oportunidades de reutilización de agua.

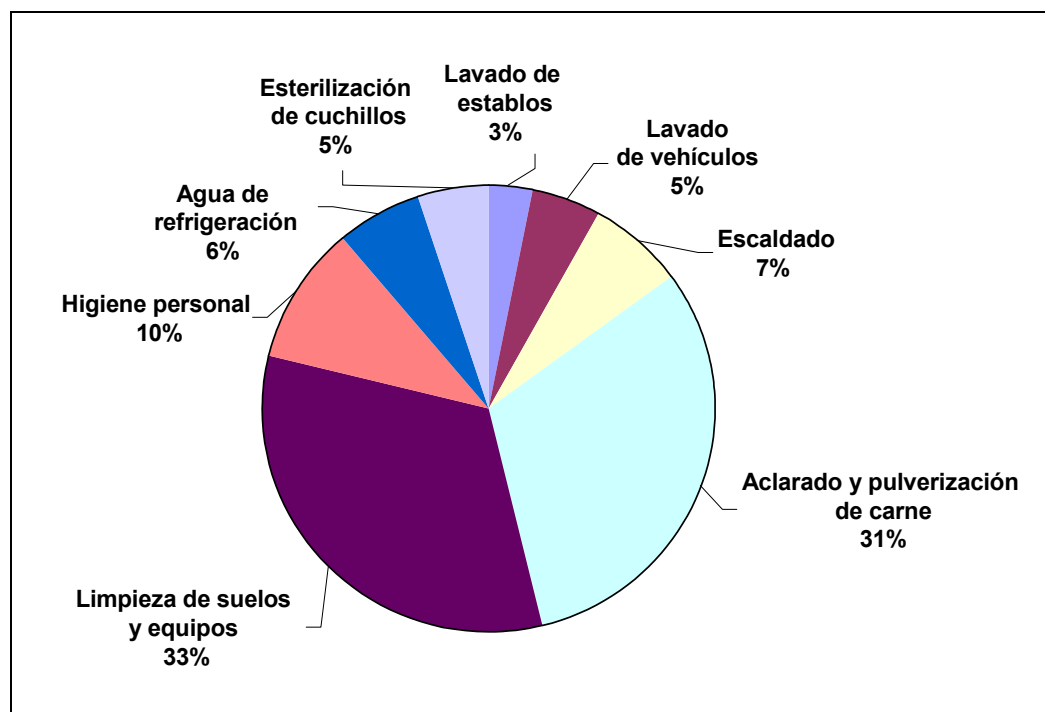


Figura 3.1: Reparto típico de agua por área en un matadero porcino del RU
[12, WS Atkins-EA, 2000]

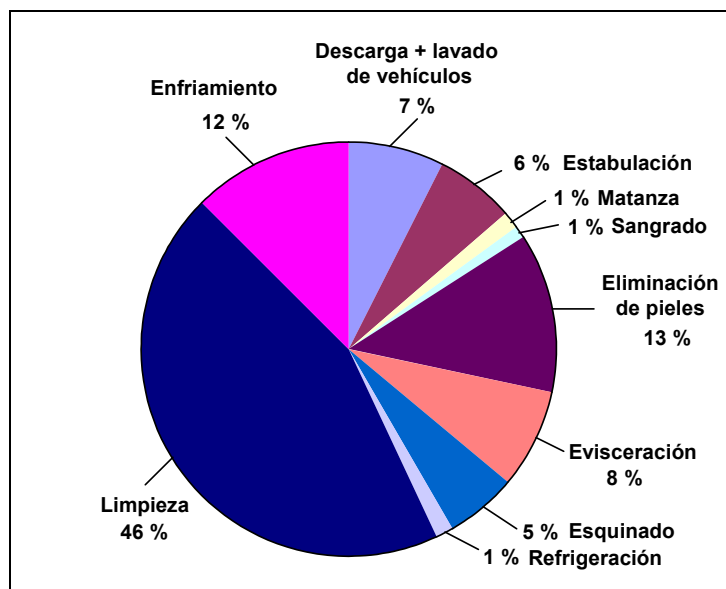


Figura 3.2: Datos de consumo de agua en un matadero porcino típico de Italia

En donde se han recogido datos de consumo de agua para diferentes grupos de operaciones unitarias la comparación no es fácil. Si se compara la Figura 3.1 con la Tabla 3.6, se pueden observar algunas similitudes, p. ej. para el lavado de vehículos y lavado de establos. También hay algunas variaciones considerables, por ejemplo, para la limpieza. Aunque los porcentajes no se pueden atribuir a valores de consumo absolutos, sí ilustran, con las variaciones, que para algunas operaciones unitarias las técnicas que consumen menos agua no se aplican universalmente.

Dónde se consume el agua	%
Área de lavado de vehículos	5%
Estabulación	5%
Tanque de escaldado	3%
Tratamiento de la corteza	10 – 15%
Área de matanza limpia	5 – 10%
Despiece / deshuesado	5 – 10%
Esterilización (82 °C)	10 – 15%
Departamento limpieza de tripas	20%
Limpieza	15 – 20%
Sistema de refrigeración	5%
Caldera	2%

Tabla 3.6: Distribución estimada del consumo de agua en algunos grandes mataderos porcinos daneses [134, Países nórdicos, 2001]

Se ha afirmado que es difícil reducir el consumo de agua significativamente, a causa de las exigencias veterinarias. Sin embargo, no hay ningún requerimiento legal de la UE para el lavado de canales de grandes animales, aunque es práctica general. Además, sólo hay un requerimiento limitado para el lavado de canales de ave, en un volumen de agua especificado, entre la evisceración y la refrigeración [223, CE, 1992]. Muchos mataderos superan estos requisitos. Se ha informado de que en un matadero avícola danés que sacrifica unos 25 millones de aves por año, a una velocidad aproximada de 9.000 aves por hora, el consumo mínimo exigido para “lavado externo e interno” y para la refrigeración da cuenta de aproximadamente el 56% del consumo total de agua [134, Países nórdicos, 2001]. La limpieza y lavado de canales pueden representar más del 80% del uso de agua total y del volumen de agua residual [63, ETBPP, 2000].

Las emisiones al agua procedentes de mataderos se pueden dividir en emisiones de procesos y emisiones de vertidos y fuentes difusas. Las emisiones principales incluyen materia orgánica, que contribuye a los valores de DBO y DQO, así como material inorgánico como amoníaco y fósforo. Las fuentes de las emisiones de procesos son el lavado de vehículos, el lavado de canales, la limpieza del área de producción y actividades posteriores asociadas, como por ejemplo el lavado de estómagos y tripas [3, EPA, 1996]. Se cree cada vez más que las operaciones que emiten estiércol y pienso parcialmente digerido son fuentes significativas de emisiones de fósforo [274, Pontoppidan O., 2002].

En Noruega se ha demostrado que el consumo de agua para limpieza tras finalizar el proceso de matanza es prácticamente la misma tanto si se ha sacrificado 1 animal como 150. Una línea de matanza sucia debe limpiarse independientemente del número de animales procesados [134, Países nórdicos, 2001]. El agua necesaria para limpiar la planta, tras la finalización del proceso de matanza, no puede ser muy diferente respecto a la producción, pero puede estar influida por el tamaño de la planta. Las otras actividades que consumen agua también pueden depender más de la producción (p. ej. lavado de vehículos, lavado de canales y limpieza durante el proceso de matanza).

La oportunidad de reducir el consumo de agua en algunas áreas puede verse limitada por razones de higiene y calidad. Si éstas son realmente excesivas y tanto los clientes como los reguladores pueden aceptarlo, la reducción puede ser posible. Una comparación del consumo real de agua con el recomendado por los proveedores de equipos puede revelar oportunidades para reducir el consumo. Los subprocesos para los cuales el uso de agua acostumbra a superar las necesidades reales son la limpieza, el rociado y aclarado de la carne, el escaldado de los cerdos y el lavado de vehículos y establos [12, WS Atkins-EA, 2000].

La Tabla 3.7 muestra la distribución estimada de la contaminación del agua entre los diversos procesos individuales en un matadero de bovino.

Dónde se consume el agua	%
Lavado de vehículos y establos	~ 5
Área de matanza	40 – 50
Limpieza de tripas, incluyendo intestinos	40 – 50

Tabla 3.7: Distribución estimada de contaminación de las aguas residuales en un matadero bovino danés

[134, Países nórdicos, 2001]

La progresiva automatización de la preparación de las canales y la incorporación del lavado en cada etapa incrementan el consumo de agua y la cantidad de material, como grasa, sangre y heces, que se introduce en las aguas residuales. Por consiguiente, se requieren EDAR capaces de tratar grandes volúmenes de aguas residuales contaminadas.

La Tabla 3.8 muestra la distribución estimada del consumo de agua entre los diversos procesos individuales en un matadero de ovinos.

Dónde se consume el agua	%
Matanza	~ 80
Despiece / deshuesado	~ 10
Limpieza de tripas	~ 10
El deshuesado no entra en los objetivos de este BREF	

Tabla 3.8: Distribución estimada del consumo de agua en un matadero de ovinos noruego

[134, Países nórdicos, 2001]

La Tabla 3.9 muestra la distribución estimada del consumo de agua entre los diversos procesos individuales en diversos mataderos avícolas.

Dónde se consume el agua	%
Tanque de escaldado	6
Desplumado	11
Lavado interno / externo	9
Refrigerador	14
Lavado / enfriado de vísceras	9
Condensadores de refrigeración, etc.	3
Lavado de jaulas y cestas	2
Limpieza durante la operación	18
Limpieza tras la operación	28

Tabla 3.9: Distribución estimada del consumo de agua en algunos mataderos avícolas daneses [134, Países nórdicos, 2001]

La Tabla 3.10 muestra la distribución estimada del consumo de agua comunicada para un matadero finlandés.

Uso	Distribución del consumo de agua (% del total)	Consumo de agua por tonelada de canal producida (l)
Agua a 4 - 7 °C		
Limpieza de intestinos	17,34	730
Matanza	8,90	380
Estabulación	1,30	60
Lavado de vehículos	0,03	< 10
Limpieza de pieles/cueros y cabezas	3,09	130
Planta de tratamiento de aguas residuales	0,11	< 10
Refrigeración	0,24	10
Higiene	0,31	10
Total agua a 4 - 7 °C	30,59	~ 1.340
Agua a 40 °C		
Matanza	7,80	330
Limpieza	0,87	40
Diversos	15,39	650
Total agua a 40 °C	24,06	1.020
Agua a 55 °C		
Limpieza de intestinos	2,43	100
Limpieza	21,64	920
Diversos	0,75	30
Total agua a 55 °C	24,82	1.050
Agua a 90 °C		
Matanza	15,23	640
Despiece / deshuesado	3,77	160
Limpieza de intestinos	1,53	60
Total agua a 90 °C	20,53	860
Total agua	100,00	4.270

Tabla 3.10: Distribución del consumo de agua comunicado para un matadero finlandés [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Se ha informado de que la sangre y la mucosa intestinal son responsables de la mayor parte de la contaminación del agua [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Las aguas residuales de los mataderos pueden contener agentes infecciosos y las altas temperaturas de vertido (p. ej. de los tanques de escaldado) los convierten en un buen medio de cultivo para los gérmenes. Se han hallado variedades raras de *Salmonella* en el contenido del rumen del ganado bovino sano [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Residuos sólidos

Ejemplos de residuos sólidos son: sólidos procedentes del lavado de establos y vehículos; subproductos animales; fango de las EDAR; envases limpios y contaminados; ropas protectoras y equipos. En el RU, los sólidos de EDAR se acostumbran a eliminar en vertederos. En Dinamarca se utilizan en la producción de biogás. Estudios recientes han revelado que el estiércol es la posible fuente principal de fósforo en residuos sólidos y, por lo tanto, también en aguas residuales [274, Pontoppidan O., 2002].

Energía

Investigaciones en Noruega han mostrado que los mataderos consumen energía incluso cuando no se produce. Buena parte de la energía se utiliza para la calefacción y el funcionamiento del sistema de refrigeración. En un matadero noruego, la energía consumida durante la temporada de ovejas/corderos se calculó en 356 kWh por tonelada de canal de oveja/cordero, y la media anual se calculó en 1.256 kWh por tonelada de canal de oveja/cordero. Esto muestra la importancia de poner en práctica técnicas de ahorro de energía, incluso fuera de la temporada de matanza [134, Países nórdicos, 2001].

En 1991, un estudio en el RU informó que el consumo eléctrico específico (CEE) medio para grandes mataderos de animales que llevan a cabo matanza, preparación, refrigeración y algo de congelación era de 85 kWh por tonelada de canal, con un intervalo de 36 – 154 kWh por tonelada de canal. Algunos mataderos de bovinos disponen de plantas de aprovechamiento, por lo que consumen más electricidad [57, DoE, 1993]; sin embargo, esta situación se ha vuelto menos común.

El uso de la energía no sólo es en forma de electricidad. El estudio del RU de 1991 también consideró otras formas de energía y utilizó el término “consumo específico de combustible de calefacción” (CECC) definido como “termias compradas para procesar una tonelada de carne” para estandarizar sus medidas. El 85% de los emplazamientos involucrados en el estudio tenían un CECC por debajo de 15 termias/tonelada de canal (440 kWh/t), con una media de 11 termias/tonelada de canal (322 kWh/t). En Italia, los mataderos de porcinos presentan un consumo de energía total de 280 – 380 kWh/t de canal, y 1/3 de ellos utiliza electricidad, mientras que los 2/3 restantes energía térmica [237, Italia, 2002]. La información disponible sugiere que no se pueden realizar generalizaciones acerca de qué operaciones unitarias utilizan energía eléctrica y cuáles otras fuentes.

El estudio de 1991 reveló que las instalaciones de Irlanda del Norte tenían un CECC mayor que las de Gran Bretaña, lo que se atribuyó al hecho que todas las instalaciones de Irlanda del Norte tenían autorización de la CE. Los mayores niveles de consumo se atribuyeron al consumo de electricidad asociado a los requisitos de refrigeración de la legislación europea. La mejor práctica comunicada para los mataderos ofrecía 36 kW/t de canal (aunque debe remarcarse que no se investigó la temperatura a la que se refrigeraban los productos cárnicos). El mejor CECC (0,2 termias/tonelada, 5,86 kWh/t de canal) se halló en una instalación que utilizaba una planta de digestión anaeróbica para producir biogás a partir de residuos sólidos del matadero. Se necesitaba una pequeña cantidad de combustible para complementar el generado en el emplazamiento [57, DoE, 1993]. Desde entonces todas las instalaciones del RU han adquirido la autorización.

En un matadero de porcinos danés se informó de las fuentes de consumo energético que se muestran en la Tabla 3.11.

Fuente de energía	%
Electricidad	~ 35
Energía térmica comprada	~ 50
Energía térmica recuperada	~ 15

Tabla 3.11: Fuentes de consumo energético en un gran matadero de porcinos danés [134, Países nórdicos, 2001]

En un matadero de bovinos danés se informó de las fuentes de consumo energético que se muestran en la Tabla 3.12.

Fuente de energía	%
Electricidad	~ 40
Energía térmica	~ 50
Energía térmica recuperada	~ 10

Tabla 3.12: Fuentes de consumo energético en un matadero de bovinos danés [134, Países nórdicos, 2001]

El mismo matadero de bovinos danés tenía una distribución del consumo eléctrico tal como se muestra en la Tabla 3.13 y una distribución del consumo de energía térmica tal como se muestra en la Tabla 3.14.

Dónde se consume la energía	%
Planta de refrigeración	~ 45
Aire comprimido	~ 10
Iluminación	~ 10
Máquinas	~ 10
Ventilación	~ 5
Diversos	~ 20

Tabla 3.13: Distribución del consumo eléctrico en un matadero de bovinos danés [134, Países nórdicos, 2001]

Dónde se consume la energía	%
Calefacción de espacios	13
Calefacción de agua, total	80
Calefacción a 40 °C	5
Calefacción a 60 °C	54
Calefacción a 82 °C	21
Pérdidas por transmisión	7

Tabla 3.14: Distribución del consumo de energía térmica en un matadero de bovinos danés [134, Países nórdicos, 2001]

Las cifras de la Tabla 3.14 son similares a las cifras alemanas de 90% de consumo de energía térmica atribuida a la calefacción de agua y un 10% a la calefacción del edificio [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

La mayoría de mataderos avícolas utilizan agua fría y helada, así como agua a 40, 60 y 82 °C. La distribución entre los diferentes tipos se ha estimado tal como se presenta en la Tabla 3.15.

Temperatura del agua consumida	%
Agua helada	10 – 20
Agua fría	~ 50
40 °C	10 – 15
60 °C	15 – 20
82 °C	~ 2

Tabla 3.15: Distribución estimada de los requisitos de temperatura de agua en mataderos avícolas daneses

[134, Países nórdicos, 2001]

En mataderos avícolas en los países escandinavos el 60% de la energía consumida procede de electricidad y el 40% de fuentes de energía térmica. La distribución del consumo de electricidad a lo largo del proceso se ha informado tal como se presenta en la Tabla 3.16.

Dónde se consume la energía	%
Refrigeración	52
Máquinas	22
Bombas	10
Aire comprimido	8
Iluminación	2
Ventilación	2
Otros	4

Tabla 3.16: Distribución del consumo energético en mataderos avícolas en los países escandinavos

[134, Países nórdicos, 2001]

En los países escandinavos se informa que el agua caliente constituye el 85% del consumo de calor. El 15% restante se utiliza para calefacción de espacios. Una proporción considerable del consumo de energía para calefacción de agua tiene su origen en energía recuperada procedente de la refrigeración y máquinas de aire comprimido [134, Países nórdicos, 2001].

Olores

En muchos mataderos los olores son el problema más significativo de contaminación atmosférica por lo que respecta a la prevención y control locales diarios, especialmente en zonas de acumulación y en climas cálidos. Los olores están asociados, generalmente, a la recolección y almacenaje de sangre, contenido de las tripas, menudos no comestibles, cabezas, patas, huesos, restos de carne y residuos MER. Otras fuentes potenciales son el uso de equipos maceradores para triturar y lavar los menudos no comestibles, un mantenimiento inadecuado de la planta de tratamiento de residuos líquidos y cualquier taponamiento del drenaje por restos de carne y grasas.

El olor de orina y estiércol de las zonas de estabulación de los mataderos también pueden generar molestias en áreas de acumulación, aunque las exigencias de higiene y bienestar en los mataderos pueden mitigar la generación de olores significativos procedentes de estas fuentes.

Se dispone de muy pocos datos sobre niveles de emisión y se observa una falta de consistencia en el uso de las unidades. Ello hace difícil atacar el problema de prevención y control de olores de forma cuantitativa. El CEN está desarrollando un estándar para la medición de olores: *prEN 13725:2001 - Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry* [311, CEN, 2001]. Su disponibilidad debería facilitar la consistencia en el futuro.

Ruidos y vibraciones

Los niveles típicos de ruido durante el horario laboral y medidos en la valla exterior del matadero o en los edificios más cercanos son de 55 a 65 dB(A). Se ha informado de niveles típicos de 40 – 50 dB(A) y 35 – 45 dB(A) durante la tarde y la noche, respectivamente. Estas cifras dependen de las condiciones locales, como distancia, apantallamiento, reflexiones, tiempo de funcionamiento y actitudes locales respecto a la minimización del ruido innecesario [134, Países nórdicos, 2001].

Las fuentes principales de ruido y vibraciones son los sonidos de los animales durante la descarga y la clasificación en la línea de matanza, los movimientos de los vehículos, los compresores, los aparatos de aire acondicionado, los ventiladores y el esquinado de canales. Algunas de estas fuentes están presentes las 24 horas del día, mientras que otras coinciden con actividades intermitentes, como la entrega de animales o los cambios de turno.

3.1.2 Matanza de grandes animales

En esta sección se presentan los datos específicos de emisión y consumo para los subprocesos de la matanza de grandes animales.

3.1.2.1 Recepción de los animales y estabulación

La estabulación es una de las principales fuentes de ruido en los mataderos, a causa de los movimientos de vehículos y ruidos de los animales durante la descarga. El ganado bovino y el ovino acostumbran a ser bastante tranquilos, pero los cerdos pueden ser muy ruidosos, especialmente durante las operaciones de descarga y clasificación. El lavado de los vehículos y del área de estabulación puede introducir material orgánico e inorgánico (como amoníaco, fósforo, sólidos y aceite y grasas) en las aguas residuales [3, EPA, 1996].

Durante la entrega y almacenaje de los animales se pueden presentar problemas de olores.

En Dinamarca y Suecia se han recogido datos de algunos grandes mataderos de cerdos acerca de la proporción de su contaminación de agua procedente de las actividades de lavado de vehículos y establos. En Dinamarca se estima que el 5% de la contaminación generada procede de estas actividades. En Suecia la proporción se estimó en un 16% [134, Países nórdicos, 2001]. Sólo con esta información no es posible comentar la diferencia, porque las cifras suecas globales incluían “despiece / deshuesado” (que da cuenta de un 7%), cosa que no hacían las cifras danesas.

Por cuestiones higiénicas, los vehículos de entrega de animales se deben lavar tras cada entrega. En la mayoría de instalaciones se dispone de mangueras especiales para este propósito. La mayoría de mataderos no cobran por este agua, ya que los costes repercutirían en ellos mismos en forma de mayores tarifas de entrega. Las mangueras BVAP y los pulverizadores pueden disminuir el consumo de agua, pero sus costes de inversión inicial son superiores a los de mangueras tradicionales. Se informa que se usan raras veces porque los conductores no acostumbran a tratarlos con cuidado (p. ej. se quedan en el suelo y los vehículos pasan sobre ellos) [12, WS Atkins-EA, 2000]. El uso de mangueras suspendidas en un dispositivo de enrollamiento, junto con una formación y supervisión adecuada de los conductores, puede generalizar su uso y disminuir los costes.

Para reducir el desperdicio de agua algunos grandes mataderos han instalado un dispensador con contador. Algunos funcionan con monedas y otros con una ficha que se entrega al conductor a su llegada. Un conductor puede pedir una ficha adicional si no puede completar la limpieza de su vehículo con la cantidad de agua especificada. Se ha comunicado que el sistema con contador ha reducido el consumo de agua [12, WS Atkins-EA, 2000].

El estiércol, la orina y el agua de lavado de los establos contiene una gran cantidad de nutrientes y se puede recoger para uso agrícola como fertilizante, si se cumplen determinadas condiciones [12, WS Atkins-EA, 2000]. En algunos mataderos, se utiliza agua limpia procedente de otras áreas (como cámaras de refrigeración y congelación y agua de refrigeración y condensada del vapor) para un primer lavado de las zonas de estabulación [12, WS Atkins-EA, 2000].

Según un análisis de estiércol semilíquido de granjas porcinas danesas, se ha estimado/calculado la emisión de cobre y cinc del proceso de matanza. Una parte abandona el matadero en forma de

residuos sólidos orgánicos, es decir, estiércol, y una parte en las aguas residuales. Los niveles calculados/estimados se muestran en la Tabla 3.17.

	En residuos sólidos orgánicos (mg/t)	En aguas residuales (mg/t o µg/l)	Total (mg/t)
Cobre	0,4	0,6	1,0
Cinc	1,0	1,4	2,4

Tabla 3.17: Emisiones calculadas/estimadas de cobre y cinc en mataderos daneses [187, Pontoppidan O., 2001]

3.1.2.2 Sangrado

La sangre recogida para su procesamiento tiende a ser recogida con mayor cuidado e higiene que la destinada al aprovechamiento, de forma que el agua residual durante el sangrado se contaminará menos. La sangre destinada al aprovechamiento tiene unos requisitos higiénicos menores, de forma que si se recoge del suelo, éstos deben lavarse, con lo que aumenta el volumen y contaminación de las aguas residuales. Los cuchillos huecos utilizados para recoger sangre para uso alimenticio o farmacéutico reducen el vertido, pero la contrapresión que provocan implica que también capturan menos sangre que cuando se corta el pescuezo del animal y se produce un sangrado natural. Los cuchillos huecos acostumbran a recoger el 75% de la sangre de un cerdo. La sangre restante se libera más tarde durante el proceso y el nivel de contaminación que provoca depende de la velocidad de la línea y de los dispositivos de recogida en la misma. Se han comunicado cifras del 23% a lo largo de la línea, con un 2% final que llega a la EDAR [220, APC Europe, 2001].

La sangre tiene la mayor DQO de cualquier líquido residual procedente de operaciones de procesamiento de carne. La sangre líquida tiene una DQO de unos 400 g/l y una DBO de unos 200 g/l. La sangre coagulada tiene una DQO de unos 900 g/l. Si la sangre de una sola canal de bovino se vierte directamente al sistema de saneamiento de la compañía de aguas, la carga de DQO sería equivalente al agua residual producida por 50 personas en un día normal [12, WS Atkins-EA, 2000]. La sangre tiene un contenido de nitrógeno total de unos 30 g/l. Se ha informado de que la retención de sangre es con diferencia la forma más eficiente de minimizar la contaminación de las aguas residuales en un matadero [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

Incluso si la sangre se recoge cuidadosamente (p. ej. colocando el animal sobre el tanque de recolección durante el degüello y se deja suficiente tiempo para completar el sangrado antes de mover la canal) se ha informado de que las pérdidas de sangre por goteo llegan a 0,5 litros por cerdo (5,4 l/t de canal) y a 2 litros por cabeza de bovino (6,2 l/t de canal) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]. La recogida de sangre antes de que la canal salga del área de degüello, de forma que no gotee mientras se desplaza por la línea de matanza, ralentiza el proceso global. Se ha comunicado que el tiempo adicional queda compensado, ya que la sangre recogida para el procesamiento tiene determinado valor y, en cambio, hay una tasa para su eliminación como residuo.

Se ha informado de que se utilizan 30,5 kWh/t de energía eléctrica para refrigerar sangre a granel a ~ 5 °C [272, Woodgate S., 2002].

3.1.2.3 Desollado

La práctica de desollar los cerdos es relativamente escasa, pero cuando se realiza los cerdos se lavan a máquina y se secan antes de desollar. Cifras limitadas para el desollado de cerdos indican que el agua se utiliza en una proporción de unos 70 l/cerdo. Ello incluye una limpieza a conciencia de los cerdos en el establo y tras el sangrado, para evitar la contaminación durante el desollado [274, Pontoppidan O., 2002].

3.1.2.4 Decapitación y despezuñado para bovinos y ovinos

Se producen importantes desperdicios de sangre en los grandes recipientes cuando se decapita el animal.

El aclarado de las cabezas para eliminar la sangre también puede aumentar el consumo y contaminación del agua y esparcir impurezas a otras áreas de la canal. Por ello la necesidad del aclarado puede limitarse mediante técnicas de matanza correctas.

3.1.2.5 Escaldado de cerdos

Los tanques de escaldado se llenan de agua al inicio de cada jornada y se mantienen a una temperatura de aproximadamente 60 °C durante todo el día. Los restos y el fango se acumulan en los tanques durante la producción. Es una práctica común en muchos mataderos vaciar el agua y el fango directamente al sistema de conducción de agua del emplazamiento al final del día. En algunos casos el tanque se rellena dejando el grifo abierto hasta que lo cierre el equipo de limpieza o, incluso, se deja abierto toda la noche, permitiendo que el agua rebose del tanque y vaya al desagüe. Algunos mataderos han conseguido ahorros considerables instalando una válvula de bola simple u otros dispositivos de detección de nivel para cerrar el suministro de agua cuando el tanque está lleno [12, WS Atkins-EA, 2000].

En muchos mataderos hay oportunidades para recuperar el calor utilizable de las emisiones de escape y oportunidades para minimizar las pérdidas de calor durante el escaldado. La condensación que se produce tras la evaporación puede recuperarse por extracción.

3.1.2.6 Depilado y despezuñado de cerdos

El depilado de las canales de cerdos puede causar problemas menores de olores [3, EPA, 1996]. Se produce cierto ruido y vibración mecánicos de las máquinas de depilado, pero no es detectable fuera de los edificios del matadero [12, WS Atkins-EA, 2000].

En esta etapa del proceso la sangre sigue goteando del animal. El proceso de depilado es húmedo, de forma que la carga de DQO de las aguas residuales puede aumentar considerablemente.

3.1.2.7 Chamuscado de cerdos

En la mayoría de mataderos de porcinos la unidad de chamuscado emite los gases de escape directamente a la atmósfera, a través de una campana situada por encima del nivel del tejado; a veces puede haber un extractor. Esta emisión se estima a una temperatura de 600 – 800 °C. También contiene polvo del pelo finamente quemado. Algunos mataderos recuperan el calor utilizable procedente de la emisión de gases de escape. A causa de las altas temperaturas de los gases de combustión, el equipo utilizado para recuperar calor de las unidades de chamuscado necesita dispositivos de seguridad, bombas y almacenamiento, así como un intercambiador de calor [12, WS Atkins-EA, 2000].

Si se utiliza GLP para el chamuscado, se consumen unos 19,6 l/t para una canal ligera.

El agua se utiliza para enfriar el raíl suspendido y el sistema transportador [134, Países nórdicos, 2001].

El aire de escape tiene un olor a pelo quemado [134, Países nórdicos, 2001].

3.1.2.8 Tratamiento de la corteza

Los problemas principales de emisión y consumo están asociados con el consumo y la contaminación de agua.

3.1.2.9 Evisceración

El contenido del primer estómago es de alrededor un 75% de agua, con un peso de 15 – 20 g por cabeza de bovino y produce purines con una DQO superior a 100 g/l [12, WS Atkins-EA, 2000].

Los procesos de evisceración se llevan a cabo en seco, pero se utiliza agua para el aclarado, esterilización de los cuchillos, esterilización de otros equipos y limpieza. Las partes retiradas y las canales se aclaran con agua para eliminar sangre y otras impurezas. El uso de agua no sólo aumenta el consumo y contaminación del agua, sino que también enmascara una posible contaminación microbiológica, ya que elimina los posibles signos visibles.

La grasa contenida en las aguas residuales de los mataderos se produce básicamente durante la evisceración [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001] y el lavado de intestinos.

El contenido del rumen de bovinos adultos llega a 40 – 80 litros por cabeza (en húmedo) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

Durante la evisceración la sangre gotea de las canales.

3.1.2.10 Esquinado

El esquinado de las canales es una de las fuentes principales de ruido en un matadero. Se han medido niveles de ruido de unos 95dB(A). Aún se produce más ruido cuando se realizan los cortes estándar. El sonido es detectable fuera del edificio. Además, el operario de la sierra y cualquier otra persona trabajando en sus inmediaciones tiene un riesgo significativo de sufrir pérdidas de audición y la legislación sanitaria y sobre seguridad exige que este riesgo se minimice.

3.1.2.11 Refrigeración

Los sistemas de refrigeración afectan al medio ambiente a través de la energía consumida y el efecto que las posibles fugas de refrigerantes tendrían en la atmósfera. Conseguir que la planta sea lo más eficiente posible en términos energéticos minimizará su impacto ambiental [292, ETSU, 2000].

La planta de refrigeración funciona continuamente y los condensadores, compresores y torres de refrigeración asociados pueden ser una fuente de ruido. Los camiones refrigerados aparcados en el exterior de los mataderos pueden ocasionar problemas de ruidos si la refrigeración recibe energía de los motores de los camiones. Muchos mataderos proporcionan cables de alimentación de red para alimentar la unidad de refrigeración, con lo que se reducen los niveles de ruido.

3.1.2.12 Actividades posteriores asociadas – tratamiento de las vísceras y de pieles y cueros

Tratamiento de las vísceras

En Dinamarca y Suecia se han recogido datos de algunos grandes mataderos porcinos acerca de la proporción de su contaminación de agua procedente del lavado de tripas. En mataderos daneses se estima que el 30 – 50% de la contaminación producida procede del lavado de tripas. En Suecia se estimó esta proporción en un 10% [134, Países nórdicos, 2001]. Incluso considerando el hecho que las cifras suecas incluían el “despiece / deshuesado” (que representa un 7%) y las danesas no, la diferencia es significativa. Ésta se puede explicar porque en Dinamarca aproximadamente el 100% de estómagos, el 100% de tripas pequeñas, el 100% de recto y el 40% de tripas grandes se limpian para el consumo humano. En Suecia la producción es mucho menor [274, Pontoppidan O., 2002].

La Tabla 3.18 muestra cómo el desfangado de intestinos contribuye significativamente a la carga contaminante global de las aguas residuales.

	Días de examen	Cantidad específica de aguas residuales	Carga contaminante específica					
			Sólidos sedimentables		DBO ₅		DQO	
			(l por animal)	(g SD por animal)	sin sedimento (g por animal)	con sedimento (g por animal)	sin sedimento (g por animal)	con sedimento (g por animal)
Cerdos - con desfangado de intestinos	7	100 – (250)	1 – 18	30 – 80	240 – 750	260 – 850	340 – (1.080)	-
- sin desfangado de intestinos	19	58 – 254	0.2 – 1.9	8 – 65	60 – 366	70 – (430)	80 – 430	-
Los valores calculados se muestran entre paréntesis; extrapolados de 60:70 (medido) para 366 para calcular 430 ($60/70 = 366/430$)								

Tabla 3.18: Cantidades de aguas residuales y cargas contaminantes específicas con o sin vaciado de intestinos
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

El vaciado húmedo del contenido estomacal e intestinal puede contribuir con un 20% de la DBO total en el agua residual filtrada de un matadero y con aproximadamente un 15% del nitrógeno [134, Países nórdicos, 2001]. En mataderos daneses se ha informado de niveles de consumo de agua totales entre 800 y 1.200 litros y una DBO de 4,4 a 5,2 kg por tonelada de canal de bovino, para limpieza de estómagos e intestinos. Se ha comunicado que en Alemania el 30% del agua residual total y la contaminación orgánica se origina en el lavado de estómagos [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

En los mataderos en que se usa un macerador para triturar, lavar y centrifugar menudos antes de enviarlos a la empresa de aprovechamiento, el ahorro resultante acostumbra a compensar los costes adicionales de líquidos residuales y energía. Los beneficios de esta aproximación provienen de los menores volúmenes de residuos a eliminar. Si los menudos se trituran y se lavan se reducirá la coloración del sebo durante el aprovechamiento y, por tanto, su valor puede aumentar. El equipo macerador normalmente está formado por hojas en forma de garfio con movimiento contrarrotatorio o con rotación respecto a un yunque. Los menudos triturados se lavan en un tambor de malla rotatorio. El equipo necesita un mantenimiento regular para optimizar la velocidad y separación de las hojas. Si las hojas se mantienen en buenas condiciones se optimizará la eficiencia de la operación de corte y se reducirá la cantidad de residuos de menudos, que se mezclarán con el agua de lavado [12, WS Atkins-EA, 2000].

La limpieza de las áreas de procesamiento secundarias donde se realizan, p. ej., lavado de estómagos, blanqueado de tripas y pieles de salchichas pueden provocar emisiones al agua con material orgánico, inorgánico (como fósforo, amoníaco y sólidos) y aceites y grasas [3, EPA, 1996].

Tratamiento de pieles y cueros

El salado con cloruro de sodio es el método más común de conservación de cueros y pieles. El exceso de sal que se desperdicia en la tabla de salado o cae durante el salado a mano se puede barrer y reutilizar. Si su contaminación es inaceptable normalmente se elimina por incineración. La salinidad puede reducir la eficiencia de la EDAR y, excepto si hay algún curso de agua salada natural para recibir las aguas residuales tratadas, el contenido de sal puede tener efectos perjudiciales en el crecimiento de las plantas. La presencia de sales afecta al crecimiento de las plantas por efectos osmóticos, debido a la concentración de sal en el agua edáfica; la toxicidad iónica específica, causada por la concentración de un ion individual y la dispersión de partículas en el suelo, causada por el alto contenido de sodio y la baja salinidad. En estas condiciones las plantas gastan más energía disponible ajustando la concentración de sal en los tejidos para obtener agua del suelo y, por tanto, queda menos disponible para el crecimiento de la planta [216, Metcalf y Eddy, 1991].

3.1.3 Matanza de aves de corral

En esta sección se presentan los datos específicos de emisión y consumo para los subprocesos de la matanza de aves de corral.

3.1.3.1 Recepción de las aves

El agua potable fría o caliente se utiliza para lavar las jaulas. Se añaden detergentes porque las jaulas son una fuente potencial de riesgo microbiológico, p. ej. de *Salmonella*. La concentración del detergente usado depende de la especie de ave. Para los pavos se utiliza detergente de concentración elevada.

Durante la descarga y el colgado se emite polvo de las plumas de las aves [316, May G., 2002].

3.1.3.2 Aturdido y sangrado

La sangre tiene la mayor DQO de cualquier líquido residual procedente de operaciones de matanza de aves de corral. La sangre de aves tiene una DQO de unos 400 g/l, lo que significa que la fuerza de los líquidos residuales de un matadero avícola típico se duplicaría si se dejara entrar en el flujo de aguas residuales.

3.1.3.3 Escaldado

El escaldado se realiza a temperaturas de entre 50 y 58 °C. La acumulación de materia fecal en el agua tiene el efecto de mantener el tanque de escaldado a un pH cercano a 6, valor para el que las *Salmonellae* son más resistentes al calor.

3.1.3.4 Desplumado

Casi siempre se utiliza agua para lavar las aves y para retirar las plumas. El transporte húmedo de plumas constituye una fuente potencial de contaminación del agua. También añade humedad a las plumas, que acumulan de forma natural mucha agua. Esto aumenta la energía necesaria para transportarlas durante el procesamiento subsiguiente; también aumenta la energía necesaria para eliminar la humedad durante el aprovechamiento y la cantidad de condensación generada.

Si las plumas se eliminan en vertederos la humedad adicional puede crear problemas de lixiviación.

Las aves se lavan en agua potable, que en algunos EM está clorada. Por ejemplo, en el RU el lavado se lleva a cabo con agua clorada con dióxido de cloro, en una concentración autorizada para agua potable [241, RU, 2002].

3.1.3.5 Evisceración

Como las vísceras se mantienen con la canal, para la inspección post mortem, los niveles de DQO y DBO no deberían aumentar durante la etapa de evisceración.

Las aves se lavan en agua potable, que en algunos EM está clorada. Por ejemplo, en el RU el lavado se lleva a cabo con agua clorada con dióxido de cloro, en una concentración autorizada para agua potable [241, RU, 2002].

3.1.3.6 Refrigeración

La refrigeración por inmersión/rotación puede provocar una acumulación de sangre y material de la canal en la contracorriente fría de agua. El lavado previo a la refrigeración, que puede ser manual o automático, debería eliminar cualquier material particulado y la sangre del interior de la cavidad, así como residuos de sangre en el exterior. En función de la efectividad del sangrado original, en el refrigerador se puede producir algo de sangrado adicional. Si en una línea hay más de un refrigerador esto se producirá en el primero. Para ayudar a la dilución se puede aumentar el caudal de agua en el primer refrigerador. Si en las aves quedan cuellos o colas a veces pueden desprenderse porque durante el proceso se cortan parcialmente. El uso de procesos automatizados y la falta de uniformidad en la forma o el tamaño de las aves dificultan aún más la prevención de la contaminación. Las condiciones que se aplican a la refrigeración, incluyendo, p. ej. el volumen necesario de agua por ave, están establecidas legalmente y dependen del número de tanques y del peso de la canal [223, CE, 1992]. La Tabla 3.19 resume los requisitos de agua, sin contar la utilizada para el primer llenado de los tanques.

	Lavado pre-refrigeración	Refrigeración por inmersión	
Peso de la canal (kg)	Volumen mínimo de agua (l)	Flujo mínimo total (l)	Flujo mínimo último tanque, si hay varios (l)
≤ 2,5	1,5	2,5	1
2,5 – 5	2,5	4	1,5
≥ 5	3,5	6	2

Tabla 3.19: Resumen de los requisitos de agua para la refrigeración por inmersión de aves [223, CE, 1992]

Los refrigeradores por pulverización evitan los problemas asociados a la acumulación de contaminación en los tanques, pero pueden provocar la dispersión de bacterias en los aerosoles. Utilizan hasta 1 litro de agua por ave. La refrigeración por pulverización es la que consume menos energía. La refrigeración por aire puede reducir la tasa de contaminación de las aves hasta tres veces, respecto a la refrigeración por inmersión y utiliza menos agua [67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 134, Países nórdicos, 2001].

La mayoría de procesadores de pollos han cambiado a refrigeración por aire, ya que es la que utiliza menos agua. Sin embargo, la refrigeración por agua es ampliamente usada por los procesadores de pavos para cumplir con los requisitos higiénicos de una rápida refrigeración de estas canales mayores. Tras una hora, aproximadamente, en un tanque de refrigeración por inmersión a contracorriente, para reducir la temperatura de la canal de pavo a menos de 4 °C,

los pavos se refrigeran 24 horas más cargando 30 – 40 aves en tanques de 1 m³ llenos de agua y hielo a 2 °C [67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

En algunos EM la contaminación microbiana se controla mediante cloración, dentro de los límites para el agua potable.

La planta de refrigeración funciona continuamente y los condensadores, compresores y torres de refrigeración asociados pueden ser una fuente de ruido. Los camiones refrigerados aparcados en el exterior de los mataderos pueden ocasionar problemas de ruidos si la refrigeración recibe energía de los motores de los camiones. Muchos mataderos proporcionan cables de alimentación de red para alimentar la unidad de refrigeración, con lo que se reducen los niveles de ruido.

3.1.4 Limpieza del matadero - equipos e instalación

El grado de limpieza conseguido depende de una combinación de diversos factores. Entre ellos se encuentran los agentes limpiadores usados (incluyendo el tiempo de reacción del detergente), la temperatura del agua para el lavado y aclarado y el tratamiento mecánico aplicado, por ejemplo el uso de “fuerza” en la presión de agua y el uso de estropajos y cepillos. Si se reduce uno de estos componentes, los otros deben aumentar para conseguir el mismo resultado.

Si se aumenta la presión de agua se puede reducir su consumo. Sin embargo, se necesita el agua suficiente para mantener el polvo aclarado en suspensión y llevarlo a los desagües del suelo. Una alta presión de agua también puede influir en el entorno de trabajo, a causa del mayor ruido, vibraciones y formación de aerosoles y puede dañar las instalaciones eléctricas, las máquinas y los materiales de construcción. Se ha determinado que la combinación más utilizada es una presión de unos 2,53 MPa (un limpiador de baja presión) con detergentes espumantes y agua de aclarado a 50 – 60 °C.

Durante la limpieza se consumen recursos considerables pero, al mismo tiempo, pueden obtenerse ahorros significativos. Un matadero en donde anteriormente no se había prestado ninguna atención especial al uso de recursos para la limpieza, consiguió los resultados presentados en la Tabla 3.20, sin reducir sus estándares de limpieza. Se dieron instrucciones detalladas al personal de limpieza sobre métodos de limpieza ambientalmente correctos, considerando el uso de detergentes y de agua. Esto se combinó con estudios en horario laboral. Como resultado, aumentó el tiempo necesario para la preparación, pre-limpieza y retirada de residuos, pero se redujo el tiempo total de limpieza.

	Antes	Después
Consumo de agua	9,3 m ³	6,4 m ³
Consumo de detergentes	9,2 kg	3,0 kg

Tabla 3.20: Reducción en el consumo de agua y detergentes conseguida sin pérdida de limpieza [134, Países nórdicos, 2001]

Los detergentes alcalinos disuelven y descomponen proteínas, grasas, carbohidratos y otros tipos de depósitos orgánicos. Pueden ser corrosivos, por lo que a veces se añade un inhibidor. Estos detergentes a menudo contienen hidróxido de sodio o potasio. Su pH está comprendido entre 8 y 13, aproximadamente, según su composición y el grado de dilución para su uso.

Los detergentes ácidos se utilizan para disolver depósitos de cal. Habitualmente se utilizan ácido nítrico, clorhídrico, acético y cítrico. El pH es bajo y varía según la composición del detergente. Son corrosivos y poseen algunas propiedades desinfectantes.

Los detergentes contienen varios ingredientes activos, cada uno con una función específica.

Los agentes tensioactivos reducen la tensión superficial del agua y mejoran la humectación de las superficies. Forman micelas que facilitan la emulsión de la grasa e incluyen jabones y detergentes sintéticos. Los compuestos utilizados en la industria cárnica deben ser biodegradables en una limpieza biológica normal del agua residual. El tensioactivo etoxilato de nonilfenol (NPE) se puede romper para liberar sus propiedades surfactantes, pero se producen algunos compuestos estables de los que se sospecha su toxicidad, por lo que pronto se prohibirá su uso como agente limpiador en todas las aplicaciones (excepto algunas seleccionadas), de manera que no estará disponible para su uso en mataderos e instalaciones de subproductos animales, de acuerdo con la futura enmienda 26 de la Directiva del Consejo 76/769/CEE, por la Directiva del Consejo 2003/53/CE. Los alquilbencenos sulfonados de cadena lineal (LAS) también causan problemas ambientales. Son tóxicos para los organismos en un medio acuático y no se pueden descomponer en entornos anaeróbicos.

Los agentes aglutinantes aseguran que el calcio y otros minerales no se unan al jabón o a los detergentes sintéticos. Antiguamente el carbonato sódico (sosa) se utilizaba para unir el calcio en el agua de limpieza. Actualmente se utilizan básicamente fosfatos, pero también otros compuestos, como fosfonatos, EDTA, NTAA, citratos y gluconatos.

Los desinfectantes se utilizan tras la limpieza para matar los microorganismos residuales. Los más utilizados son diversos compuestos de cloro, como el hipoclorito de sodio y el dióxido de cloro. También se utilizan el peróxido de hidrógeno, el ácido peracético, el formaldehído y compuestos cuaternarios de amonio (QAC), todos en solución acuosa, así como el etanol. El hipoclorito de sodio es el compuesto más utilizado. Con excepción del etanol, todos los desinfectantes deben aclararse tras su uso.

El tipo de detergente usado tiene efecto sobre el tratamiento del agua residual. Algunas EDAR disponen de un sistema para eliminar fosfatos; otras pueden tratar EDTA, fosfonatos o compuestos similares. La cantidad de aglutinante de calcio utilizado variará según la dureza del agua. En el fango del tratamiento de aguas residuales pueden quedar residuos de detergente, lo que puede limitar las opciones para su eliminación. Esta es una cuestión a considerar a la hora de escoger el detergente.

Un estudio en un matadero porcino de Dinamarca proporcionó los datos de consumo de detergentes mostrados en la Tabla 3.21. La cantidad de detergentes usados en un matadero se puede basar en el área superficial del equipo e instalación a limpiar [134, Países nórdicos, 2001].

Tipo de detergente	Uso por cerdo sacrificado (g)	Uso por tonelada de canal de cerdo (g)
Detergentes ácidos	11 (3 – 15)	143 (39 – 195)
Detergentes alcalinos	41 (18 – 48)	533 (234 – 623)
Detergentes neutros	3 (estimación)	39 (estimación)
Desinfectantes	15 (7 – 17)	195 (91 – 221)
Parafina líquida	4 (1 – 5)	52 (13 – 64)
Total		962

Tabla 3.21: Cantidades de detergentes usadas en mataderos porcinos daneses [134, Países nórdicos, 2001]

La pulverización y el aclarado dan cuenta de una gran proporción del agua consumida en los mataderos: aproximadamente un 24% del agua consumida en mataderos avícolas y un 30% en mataderos de grandes animales. Las pistolas nebulizadoras con gatillo, que controlan y dirigen el agua, se utilizan habitualmente para reducir el consumo de agua y para proporcionar una eficiencia de lavado adecuada. En los últimos años las tecnologías de pulverización han mejorado considerablemente; los últimos diseños son menos sensibles a posibles bloqueos y también están disponibles con una mejor eficiencia de agua al mismo tiempo que mantienen (o incluso mejoran) el efecto del lavado [12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000].

3.1.5 Manipulación y almacenaje de subproductos de los mataderos

La recolección y almacenaje de subproductos de los mataderos, como la sangre, contenido de las tripas, menudos no comestibles, cabezas, patas, restos de carne y huesos y residuos MER provocan algunos de los problemas de contaminación más importantes a nivel diario, a causa de los olores que generan. Algunos subproductos, como el contenido de las tripas, despiden olores claramente desagradables; otros, como la sangre, se vuelven desagradables con rapidez. La grasa fresca tarda más en degradarse y provocar problemas de olores. La existencia y magnitud de las emisiones de olores depende de las medidas de control y prevención puestas en práctica así como del clima y condiciones meteorológicas locales. Los problemas de olores aumentan con la exposición, temperatura y tiempo de almacenaje. Las emisiones de olores se pueden minimizar y evitar.

Hasta cierto punto las emisiones durante el almacenaje dependen de los procesos previos; es decir, el procedimiento global de recolección y manipulación. Si, por ejemplo, la sangre se recoge directamente en contenedores cerrados y sellados se evitarán las emisiones mientras el contenedor permanezca cerrado, pero la sangre fermentará en pocas horas y se volverá maloliente. En el contenedor siempre hay una válvula de aire para liberar el gas que se pueda generar, por lo que el escape de olores es posible. Si la sangre no se puede procesar inmediatamente, la refrigeración es el único medio sobre el que se ha informado que pueda evitar la generación de olores [271, Casanellas J., 2002], aunque los filtros de carbón pueden reducir su emisión.

Si el tiempo de almacenaje de los subproductos no malolientes cuando son frescos se mantiene inferior al tiempo en que éstos empiezan a emitir malos olores, se evitaría el problema de las emisiones de olores. Si el tiempo desde la matanza hasta el uso o eliminación de los subproductos es menor al tiempo de generación de olores, se evitarán los problemas tanto en el matadero como en la instalación de subproductos animales. Con ingredientes más frescos también se obtienen productos de mayor calidad (p. ej. de la fundición de grasa) y menos emisiones malolientes (p. ej. en el aprovechamiento). La grasa recogida tras el lavado del estómago, que es húmeda y tiene un gran contenido de proteínas, está sometida a una rápida degradación y a la producción de ácidos orgánicos, que dificultan el procesado y conllevan mayores costes de producción [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992]. El procesado de materiales malolientes también puede acarrear problemas de olores en la EDAR.

Si se refrigeran los subproductos, que huelen peor a medida que se degradan, se reducen las emisiones de olores, pero entonces debe consumirse energía.

3.1.6 Tratamiento de aguas residuales de los mataderos

Agua

Una característica de las aguas residuales de los mataderos es que contienen compuestos orgánicos que se descomponen con facilidad en una planta de tratamiento biológico de aguas residuales. No contienen nitrógeno persistente y el cociente C:N (DBO:N total) habitual de 7-9:1 es ventajoso. La sal procedente de la conservación de pieles y cueros es difícil de eliminar y puede provocar corrosión en las EDAR [244, Alemania, 2002].

La temperatura de las aguas residuales afecta considerablemente a la solubilidad de diversos contaminantes y a su tasa de descomposición microbiana. La temperatura de las aguas residuales en mataderos finlandeses es habitualmente de 25 a 35 °C. En general, los procesos biológicos se producen más rápidamente a temperaturas elevadas, mientras que la emulsión de grasas a altas temperaturas provoca considerables dificultades en la eliminación de grasa por flotación, así como en una planta de fango activado [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Los valores habituales de vertido se muestran en la Tabla 3.22.

Contaminante	Valor conseguido
DBO	< 10 – 75 mg/l
Sólidos en suspensión	< 30 – 60 mg/l
Nitrógeno total	≤ 15 – 65 mg/l
Amoníaco	10 mg/l
Fosfatos	2 ppm

Tabla 3.22: Valores habituales de vertido procedentes de EDAR de mataderos [215, Durkan J., 2001; 240, Países Bajos, 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

El tratamiento de las aguas residuales de los mataderos puede conseguir unos estándares de calidad lo suficientemente altos como para permitir el vertido en cursos de agua naturales, pero el riesgo patogénico no la hace adecuada para su recirculación dentro del matadero. La recirculación del agua de procesado tratada y el agua de lavado está prohibida por los veterinarios.

Olores

Se pueden producir problemas de olores, por ejemplo en el lugar en que se filtran los sólidos y durante el tratamiento del fango.

Ruidos

Los aireadores asociados a las plantas de tratamiento de efluentes, que operan continuamente, pueden producir un impacto acústico significativo, especialmente de cajas de engranajes mal conservadas y durante la noche [12, WS Atkins-EA, 2000].

3.2 Instalaciones de subproductos animales

3.2.1 Fundición de grasa

Energía

El consumo de energía es un problema importante durante el proceso de fundición y en los decantadores, centrífugas y trituradoras [319, Grupo de Trabajo NL, 2002].

Olores

El olor puede representar más un problema durante la fundición en seco que en la fundición en condiciones húmedas [240, Países Bajos, 2002; 319, Grupo de Trabajo NL, 2002].

Ruidos

Las máquinas producen ruido durante la fundición y en los decantadores, centrífugas y trituradoras [319, Grupo de Trabajo NL, 2002].

3.2.2 Aprovechamiento

Aire

En la Tabla 3.23 se presentan las emisiones comunicadas de CO₂, SO₂, NO_x y polvo.

Sustancias emitidas	Intervalo de emisiones por tonelada de subproducto tratado de animal no especificado (kg)
CO ₂	10,2 – 146
SO ₂	1,2 – 1,6
NO _x	0,51 – 0,59
Polvo	0,19 – 0,21

Tabla 3.23: Intervalos de emisiones a la atmósfera de dos plantas de aprovechamiento finlandesas [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]

Agua

A partir de la información comunicada, el consumo de agua de procesos de aprovechamiento sin especificar se ha calculado en 500 - 1.000 l por tonelada de materia prima. El consumo se divide de la siguiente forma: los condensadores consumen 200 - 500 l/t; las calderas 150 – 200 l/t y la limpieza 200 – 300 l/t [134, Países nórdicos, 2001]. En Finlandia el consumo comunicado de agua es 440 – 510 l/t, con aproximadamente un 30 – 40% consumido por las calderas [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Por cada tonelada de materia prima utilizada, se generan unos 1.000 - 1.500 litros de agua residual, incluyendo unos 600 litros en forma de condensado (es decir, agua evaporada de la materia prima). El agua residual está formada por: agua residual de la producción, agua de aclarado de los vehículos y almacenaje de materias primas, fracción acuosa de la separación de sangre mecánica, condensado de vapor de la esterilización y secado y la procedente de las técnicas de reducción, como el agua de filtrado de un biofiltro [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]. La composición varía mucho en función del proceso y la frescura de la materia prima orgánica. De promedio, se ha informado de que una tonelada de materia prima produce 5 kg de DQO, 600 g de nitrógeno [134, Países nórdicos, 2001] y 1,65 kg de sólidos [144, Det Norske Veritas, 2001], antes del tratamiento de las aguas residuales.

El 50 – 90% de la contaminación del agua residual se origina a partir del condensado de vapor. Si se lleva a cabo aprovechamiento en condiciones húmedas se generará un volumen superior de aguas residuales contaminadas. Los productos derivados de la degradación de la materia prima se llevan al agua residual mediante los vapores procedentes de la esterilización y secado del material. La cantidad de contaminantes en el agua expulsados durante el proceso es menor para subproductos animales frescos que para materia prima que se ha dejado descomponer [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

Los componentes principales entre los contaminantes son los ácidos orgánicos, especialmente ácido acético, ácido propiónico, ácido butírico e isobutírico, ácido valérico, ácido isocaproico y otros. También se encuentra el amoníaco, aminas alifáticas, aldehídos, cetonas, mercaptanos y sulfuro de hidrógeno [49, VDI, 1996].

El agua residual procedente de la limpieza del “lado limpio” del proceso tiene una carga considerablemente menor que la de procedente del “lado sucio”. Esto no aumenta proporcionalmente con el tamaño de la planta. El agua residual procedente del tratamiento de los gases de escape está formada por agua residual de los gases de escape del proceso y de los gases de escape de las salas. El tratamiento se puede realizar conjuntamente o separado. El agua residual del tratamiento de los gases de escape del proceso puede tener una carga considerable de compuestos orgánicos: hasta 25 g/l DQO, mercaptanos ≤ 2 g/l, sulfuro de hidrógeno ≤ 800 mg/l, nitrógeno de amonio ≤ 400 mg/l, aceites volátiles, fenoles, aldehídos y otros [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

El agua residual de la limpieza de los camiones puede contener aceite mineral, sólidos y posiblemente agentes limpiadores [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

El agua residual del desfangado procedente de los evaporadores apenas tiene carga orgánica, pero puede contener compuestos de fósforo de cualquiera de los agentes condicionadores

utilizados. También puede tener un pH alto, que debe ser neutralizado. También hay agua residual procedente del desfangado de la recirculación del agua de refrigeración [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001].

En la Tabla 3.24 se muestran los datos comunicados sobre contaminación de aguas residuales procedentes de una planta de aprovechamiento. Los datos ilustran el efecto significativo de la temperatura de almacenaje de las materias primas en las cargas de contaminación del agua residual.

Parámetro	Máximo (verano)	Mínimo (invierno)	Valores medios anuales
Cantidad de agua residual			0,9 – 1,6 m ³ /t
Temperatura			18 – 35 °C
DQO	8 – 20 kg/t	0,5 – 3,8 kg/t	3 – 10 kg/t
DBO ₅	3 – 12 kg/t	0,3 – 2,3 kg/t	1,6 – 5 kg/t
Sedimentos	1 – 55 mg/t	≤ 1 mg/t	0,3 – 8 mg/t
Nitrógeno (NH ₄ -N)	1,3 – 2,7 kg/t	0,1 – 0,7 kg/t	0,6 – 1 kg/t
pH			6 – 9,7 ⁽¹⁾
AOX ⁽²⁾	25 – 30 µg/l	< 10 – 24 µg/l	15 – 39 µg/l
⁽¹⁾ Intervalo comunicado durante el período de un año			
⁽²⁾ A la salida de la planta de saneamiento, no agua residual en bruto			

Tabla 3.24: Datos para agua residual sin tratar en una planta de aprovechamiento - diferencias estacionales
[49, VDI, 1996]

Suelo

Las fugas de las tuberías de desagüe y los tanques pueden provocar emisiones al suelo. El almacenaje a granel del combustible y otros productos químicos constituye un riesgo de vertidos accidentales y fugas, que potencialmente pueden provocar contaminación del suelo y los acuíferos [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Energía

El consumo de energía y calor para este proceso se resume, a partir de la información recibida, en la Tabla 3.25.

Consumo de electricidad	aproximadamente 75 kWh por tonelada de materia prima
Consumo de calor	aproximadamente 775 kWh por tonelada de materia prima
Se excluye la reducción de olores y el tratamiento de aguas residuales (aproximadamente 20 kWh adicionales)	
Materia prima orgánica sin especificar	

Tabla 3.25: Consumo de energía en un proceso de aprovechamiento en seco
[134, Países nórdicos, 2001]

En la Tabla 3.26 se ofrecen los detalles del consumo de energía para una planta que utiliza el proceso de aprovechamiento “Atlas”.

La planta procesa 310.000 toneladas de materia prima anualmente con el proceso "Atlas" de aprovechamiento en condiciones húmedas. La harina y la grasa se esterilizan al final del proceso. Las cerdas se hidrolizan en un proceso continuo y se decantan. El grax (fase sólida del decantador) se mezcla con la torta, antes del secado y la fase líquida se mezcla con agua de cola del sistema Atlas para el proceso final. Una parte menor del concentrado se seca por pulverización separadamente.

Consumo de energía	Proceso	energía calorífica kWh	% de calor total	electricidad kWh	% de electricidad total
En el proceso	Tritur., coagulación, prensado	83	17,0	13,1	16,5
	Secado	250	51,3	8,4	10,6
	Esterilización de harina	43	8,8	1,6	2,0
	Calefacción líquido prensado	22	4,5	1,9	2,4
	Evaporación al vacío	11	2,3	5,0	6,3
	Tratamiento de la grasa	14	2,9	0,6	0,8
	Calefacción del concentrado	9	1,8	0,6	0,8
	Planta de molienda			6,6	8,3
	Secado por pulverización	47	9,7	9,5	12,0
	Hidrólisis de cerdas	3	0,6	1,1	1,4
	Total - proceso	482	99	48,5	61
Usos secundarios	Reducción de olores			10,3	13,0
	Torres de refrigeración			5,6	7,1
	Limpieza aguas residuales			7,1	8,9
	Aire comprimido			1,4	1,8
	Sondeo y preparación de agua			0,1	0,1
	Otros sistemas comunes			5,8	7,3
	Calef. edificios, agua caliente	0,5	0,1	0,6	0,6
	Calef. edificios, con energía residual	4,4	0,9		
	Total - usos secundarios	4,9	1	30,9	39
	Consumo total de energía	487	100	79,4	100

Tabla 3.26: Consumo de energía para una planta que usa el proceso de aprovechamiento "Atlas" [221, Hansen P.I., 2001]

El secado consume alrededor de 2/3 de la demanda de energía de una planta de aprovechamiento [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]. El medio más eficiente para ahorrar energía en el aprovechamiento es utilizar calor a partir del agua evaporada. Esto se puede conseguir mediante un intercambio de calor simple utilizando, por ejemplo un evaporador de efecto múltiple [243, Clitravi - DMRI, 2002; 271, Casanellas J., 2002].

Las cifras comunicadas de Finlandia se muestran en la Tabla 3.27. El consumo total de energía es superior al comunicado por los países escandinavos.

Es difícil realizar una comparación significativa de los datos de consumo y emisión sin los detalles completos del proceso. Las técnicas de aprovechamiento varían entre los procesos en seco y húmedo, pero también dependen, por ejemplo, de si la esterilización se realiza como una etapa separada o se incorpora al proceso de cocción/secado o de si se utilizan prensas o centrífugas o una combinación de ambas para separar la harina de sebo y el agua residual.

Consumo de electricidad	65 – 72 kWh por tonelada de materia prima
Consumo de calor	850 – 910 kWh por tonelada de materia prima
Recuperación de calor	≤ 170 kWh por tonelada de materia prima

Tabla 3.27: Datos de consumo de energía de plantas de aprovechamiento finlandesas [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]

La Tabla 3.28 muestra la comparación del consumo de energía para 2 sistemas de aprovechamiento: el sistema 1 es el sistema de aprovechamiento Atlas (continuo, desengrasado con esterilización posterior); el sistema 2 consiste en pre-esterilización seguida de secado continuo en grasa añadida y prensado en una prensa de husillo.

Sistema	Materia prima procesada (t/a)	Energía calorífica total (kWh/t)	Electricidad para el proceso (kWh/t)	Electricidad para medidas ambientales (kWh/t)	Electricidad total (kWh/t)
1	310.000	487	55	24	79
1	175.000	456	77	14	91
2	65.000	986	54	14	68
Sistema 1 – sistema de aprovechamiento Atlas (continuo, desengrasado con esterilización posterior)					
Sistema 2 – pre-esterilización seguida de secado continuo en grasa añadida y prensado en prensa de husillo					

Tabla 3.28: Comparación de dos tipos de sistemas de aprovechamiento
[221, Hansen P.I., 2001]

La Tabla 3.29 resume algunos datos de emisión y consumo de energía para plantas de aprovechamiento. No especifica si las instalaciones llevaban a cabo aprovechamiento en seco o húmedo, ni ofrece detalles sobre el resto del proceso, como las técnicas de separación utilizadas. Los datos sirven para instalaciones del RU, donde, a diferencia de otros estados, no se lleva a cabo esterilización a alta presión separada.

Energía (kWh/t de canal o parte de la misma)	Mínimo	Media	Máximo
Electricidad consumida (entrada)	45,70	84.70	120
Electricidad generada (salida) ⁽¹⁾		130	
Calor consumido (entrada)	440	690	906
Calor recuperado / producido (salida)	71,40	111	163
⁽¹⁾ Datos para energía generada a partir de una instalación de cogeneración en el emplazamiento Tipo de proceso y materia prima orgánica sin especificar			

Tabla 3.29: Resumen de datos de energía de plantas de aprovechamiento
[144, Det Norske Veritas, 2001]

Según los datos comunicados, la forma más eficiente de ahorrar energía en el aprovechamiento es utilizar el agua evaporada. Esto se puede conseguir utilizando, por ejemplo, intercambiadores de calor o evaporadores de efecto múltiple.

Olores

La descomposición se inicia en cuanto se sacrifica el animal. Durante el período entre el momento de la muerte y el inicio del aprovechamiento la temperatura afecta especialmente a la velocidad de descomposición. Buena parte del material a procesar es húmedo por naturaleza, lo que colabora en crear las condiciones ideales para la rápida putrefacción. Las demoras excesivas antes del aprovechamiento, junto con un control de la temperatura inadecuado, tienen un efecto directo sobre el estado de descomposición y sobre la intensidad consiguiente de posibles olores [241, RU, 2002]. La descomposición biológica y/o térmica de la materia prima lleva a la formación de sustancias de olor intenso, como el amoníaco y las aminas; compuestos de azufre, como el sulfuro de hidrógeno, mercaptanos y otros sulfuros; ácidos grasos saturados e insaturados de bajo punto de ebullición; aldehídos, cetonas y otros compuestos orgánicos. Los efectos combinados pueden aumentar la intensidad del olor de la mezcla global. Las medidas han demostrado que las concentraciones medias de olor (Alemania) pueden ser de 80 – 800 kUO/kg de materia prima [49, VDI, 1996]. Se ha informado de emisiones de olor de 108 a 1.010 unidades de olor (Dinamarca) por tonelada de materia prima [134, Países nórdicos, 2001].

Las emisiones malolientes proceden de las emisiones gaseosas. Entre estas se cuentan gases de proceso de alta concentración y vapores de la cocción y las conducciones asociadas que transportan los gases a la planta de reducción de olores. Las emisiones de olores también proceden de los vertidos de las calderas, prensas y/o centrífugas que reciben material de aprovechamiento caliente para la separación y materiales separados calientes camino del almacenaje. Otras fuentes son el desplazamiento de aire maloliente de los tanques de almacenaje de sebo, la limpieza del equipo de procesado, los escapes de los edificios de procesado y el funcionamiento de una planta de reducción de olores por encima de sus especificaciones.

También proceden de efluentes líquidos, como los siguientes: líquido acumulado en la base de los contenedores de transporte de materia prima y las tolvas de almacenaje en el emplazamiento, restos de material y lavado de los suelos, condensados del refrigerador, subproductos de las técnicas de reducción y los tanques de retención de efluentes y de tratamiento. El almacenaje y manipulación de la harina animal y el sebo también puede acarrear problemas de olores [241, RU, 2002].

Los compuestos malolientes pueden ser orgánicos o inorgánicos. Una gran intensidad de olor no está necesariamente asociada con una gran concentración química. Allí donde se producen emisiones de diversas intensidades de olor, los flujos de olor deben mantenerse separados y tratados por una planta de reducción adecuada. Es posible construir una instalación que asegure que en caso de un fallo o avería de la planta de reducción de olores, el aire maloliente se desvía hacia una planta de detención de olores adecuada [241, RU, 2002].

Estas emisiones malolientes, que surgen del procesado de subproductos animales, se desarrollan y se emiten a partir de diversas fuentes. Las emisiones concentradas, como los vapores y los productos gaseosos no condensables, se emiten directamente de las calderas. Se capturan directamente y/o mediante el equipo extractor encima de las prensas.

El vapor de las calderas y prensas de harina se puede extraer y conducir a condensadores refrigerados por aire. Las bandejas de condensación situadas dentro de las conducciones, flujo arriba de los condensadores, eliminan el material sólido atrapado en el flujo de gas. Los condensadores reducen la temperatura del flujo de vapor extraído y condensan la fracción acuosa y algunos compuestos orgánicos. El condensado líquido se bombea a un tanque de retención, en espera de tratamiento o eliminación en el emplazamiento o de se vierte directamente a la EDAR [241, RU, 2002]. Algunos gases no condensables permanecen; éstos y el licor condensado tienen un olor especialmente fuerte y agresivo. Si el olor no se destruye en la fuente puede provocar problemas desde el interior de la instalación y, en el caso del licor, también en la EDAR. Los problemas de olores pueden exacerbarse si en la EDAR se realiza agitación.

Las emisiones diluidas incluyen el “aire de salas” que presenta una baja concentración de contaminantes.

En las consideraciones asociadas con la reducción de los gases de procesos malolientes se incluyen las variaciones en el flujo, las variaciones en la concentración de contaminantes, la formación de condensados corrosivos en las conducciones y en partes frías de la planta, el contenido de oxígeno en el flujo a tratar y la necesidad de rendimientos de reducción de olor muy altos. La elección del método de reducción de olores dependerá de la composición química de los gases a tratar. La captura y separación de los olores procedentes de varias fuentes y operaciones unitarias reduce el volumen de gases malolientes que podrían requerir tratamiento. La separación también asegura que, si es apropiado, se podrán aplicar técnicas diferentes para las diferentes emisiones y se podrán adaptar para tener en cuenta cuestiones sobre efectos cruzados, como consumo de energía y eliminación de residuos sólidos [241, RU, 2002].

Ruidos y vibraciones

Las nuevas plantas se acostumbran a construir en las afueras de las ciudades, al menos a 1 km de zonas residenciales. Se pueden conseguir los valores acústicos de referencia de 60 dB(A) durante el día y de 45 dB(A) durante la noche, sin medidas especiales de reducción de ruido. En las instalaciones existentes, cercanas a zonas residenciales, se pueden producir emisiones acústicas importantes. Se ha informado de que algunas fuentes de problemas acústicos son los ventiladores inducidos, las torres de lavado, el equipo de filtración y los transportadores [144, Det Norske Veritas, 2001].

Restauración del emplazamiento

No se espera que las actividades asociadas con instalaciones de aprovechamiento necesiten trabajos significativos de restauración del emplazamiento [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Datos

La Tabla 3.30 muestra los datos de emisión y consumo de 4 plantas de aprovechamiento en seco.

Consumo	
Agua consumida	1.590 kg/t
Electricidad usada	83 kWh/t
Calor/combustible usado	698 kWh/t
Emisión	
DBO	1.630 g/t (estimado en 67% de DQO)
DQO	2.440 g/t
Fósforo	desconocido
Olores	< 200 UO por flujo de tratamiento
Ruidos	90 dB(A) máx. en la fuente
Detergentes	
SO ₂	40 g/t
CO ₂	132 kg/t
NO _x	390 g/t
H ₂ S	despreciable
HCl	10 g/t
COV	no medidos
Polvo	10 g/t (sólo gases de escape caldera)
Condensado (efluente)	1.513 kg/t (como efluente a alcant./río)
Gases no condensables	285 kg/t
Sólidos en suspensión en efluente	400 g/t
MER	145 kg/t
Otros	
Vapor producido	890 kg/t
Prod. químicos aire ambiental	2,80 kg/t
Prod. químicos efluente ambiental	0,65 kg/t
Prod. químicos oxígeno efluente ambiental	2,46 kg/t
Productos químicos	1,43 kg/t
Prod. químicos, otros	0,76 kg/t
Aire tratado para control olores	9.510 kg/t
Gases escape calderas	789 kg/t
CO	30 g/t
Amoníaco efluente	390 g/t
HCH/harina para vertedero	126 kg/t
Residuo: controlado	960 g/t
Residuo: filtro medio	1.420 g/t
Residuo: fango efluente	12 kg/t
Residuo: efluente	13 kg/t
Residuo: restos	210 g/t
Residuo: aceite	60 g/t
Materia prima manipulada, total	1,17 t/t materia prima procesada
Dioxinas	
Nitratos	

Tabla 3.30: Datos medios de consumo y emisión por tonelada de materia prima tratada - cuatro plantas de aprovechamiento que procesan 515.000 t/a [192, Woodgate S., 2001]

La Tabla 3.31 y la Tabla 3.32 muestran los datos de consumo y emisión para el aprovechamiento en seco de materia prima orgánica sin especificar y sangre, respectivamente.

La Figura 3.3 presenta los valores de consumo y emisión para una planta de aprovechamiento de ejemplo. La planta funciona con un proceso en lotes según el “Método 1” descrito en el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Los purines se secan en un secador de disco continuo, en donde la temperatura aumenta de 100 °C a unos 130 °C. La planta dispone de una unidad de conversión de amoníaco, en donde se elimina el amoníaco volátil de los vapores de evaporación. Luego los vapores de escape se condensan en vapores acéticos. Si se añade urea se puede producir una solución de nitrato amónico y urea al 28% (AHL 28).

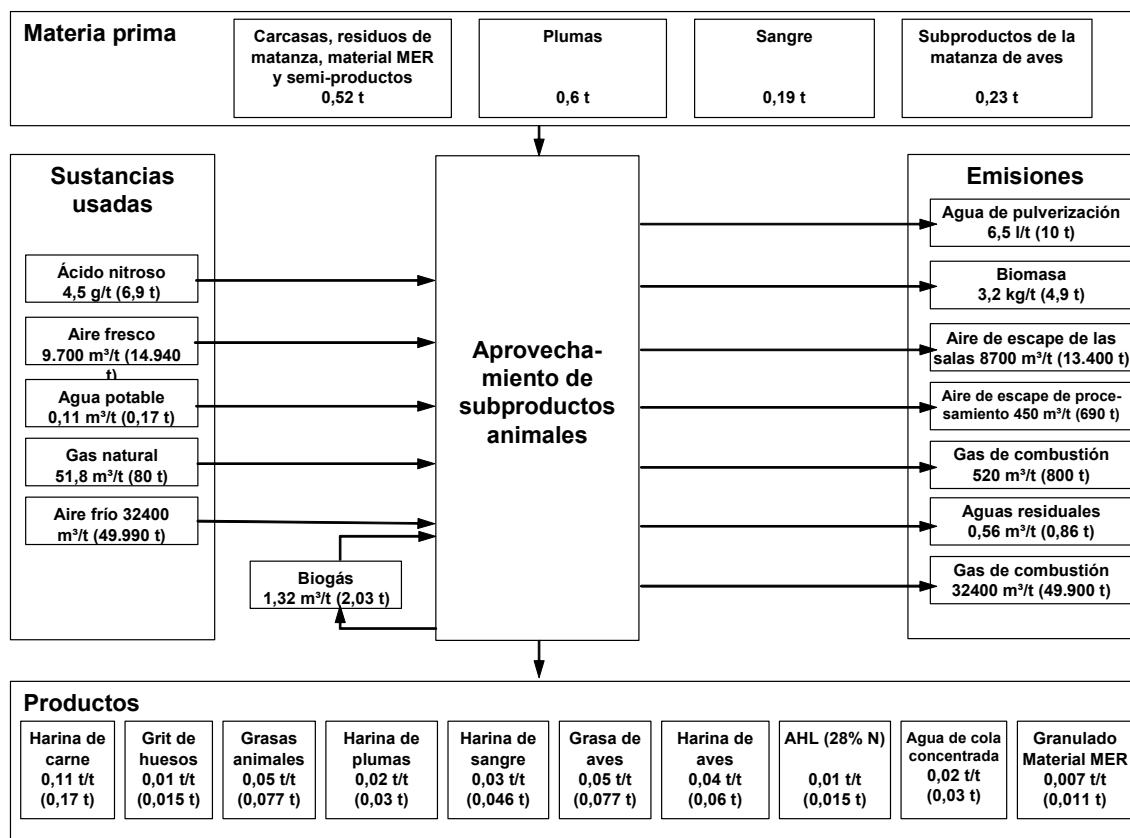


Figura 3.3: Valores de consumo y emisión para una planta de aprovechamiento de ejemplo [354, Grupo de Trabajo alemán, 2003]

Todo POR TONELADA de canal de ave de subproducto aprovechado SECO NO ESPECIFICADO	Agua cons. (l) (4, 28)	Agua residual (l) (4, 7, 28)	Energía cons. (kWh) (4, 23)	Emisión DBO (kg)	Emisión DQO (kg) (4)	Emisión sólidos suspensión (kg)	Emisión nitrógeno (g) (4)	Emisión fósforo (g)	Emisión olores (4)	Emis. ruidos	Detergentes	Emis. CO ₂ (kg)	Emis. SO ₂ (kg)	Emis. NO _x (kg)
Descarga + lavado vehículos		50 - 200												
Almacenaje / refrigeración														
Filtrado / separación														
Mezcla / alimentación														
Cocción		600												
Secado														
Molienda y trituración														
Separación														
Deposición de grasa														
Filtrado de grasa														
Envasado de harina														
Condensación														
Calderas														
Limpieza														
Tratamiento del aire														
Tratam. efluentes líquidos														
Tratamiento residuos sólidos														
Almacenaje subproductos														
Almacenaje residuos para eliminación														
Total (incluidos procesos individuales sin datos disponibles)	100 – 1600	100 – 1600	400 – 650		5		600		10 ⁸ – 10 ¹⁰⁽¹⁾					
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades														
⁽¹⁾ unidades de olor danesas Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados Referencias: (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]; (23) [144, Det Norske Veritas, 2001], (28) [353, Clitavi - DMRI, 2003]														

Tabla 3.31: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento en seco - materia prima orgánica sin especificar

Todo POR TONELADA de SANGRE aprovechada	Agua cons. (l) (4)	Agua residual (l) (4, 28)	Energía cons. (kWh) (4)	Emisión DBO (kg) (4, 7)	Emisión DQO (kg) (4, 7)	Sólidos en suspensión (kg) (7)	Emisión nitrógeno (g) (4, 7)	Emisión fósforo (g) (4, 7)	Olor (24)	Ruido	Detergentes	CO ₂ (kg)	SO ₂ (kg)	NO _x (kg)
Descarga + lavado vehículos									Sí					
Almacenaje / refrigeración														
Filtrado / separación														
Mezcla / alimentación														
Cocción		700 – 800												
Secado														
Molienda y trituración														
Separación														
Deposición de grasa														
Filtrado de grasa														
Envasado de harina														
Condensación	600 – 700													
Calderas	200 – 250													
Limpieza														
Tratamiento del aire														
Tratam. efluentes líquidos														
Tratamiento residuos sólidos														
Almacenaje subproductos														
Almacenaje residuos para eliminación														
Total (incluidos procesos individuales sin datos disponibles)	2.000 – 2.300	2.000 – 2.300	120 + 60 kg fuel oil	0,3 – 6	0,5 – 90	1,3 – 2,2	100 – 9000	< 100 – 250						
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades														
Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados														
Referencias: (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]; (24) [168, Sweeney L., 2001], (28) [353, Clittravi - DMRI, 2003]														

Tabla 3.32: Datos de emisión y consumo para el aprovechamiento de la sangre

3.2.2.1 Aprovechamiento de cadáveres y residuos

El agua residual del procesado de la sangre puede contener grandes concentraciones de fósforo.

La Tabla 3.33 muestra algunos valores de emisión conseguidos en las EDAR de seis plantas de aprovechamiento alemanas, tras un tratamiento biológico sin especificar de agua residual, incluyendo eliminación de nitrógeno. Las cargas iniciales no se especificaron.

Parámetro	Valores individuales		Valores medios	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
DQO homogeneizada (mg/l)	30	125	42	65
DQO ₅ homogeneizada (mg/l)	1	20	3,1	6
NH ₄ -N (mg/l)	0,3	39	< 0,9	12
NO ₃ -N (mg/l)	< 0,1	52 ¹⁾	< 0,5	26
NO ₂ -N (mg/l)	0,01	4,0	0,03	1,8
N inorgánico total (mg/l)	0,5	62,1 ²⁾	3,6	34
P total (mg/l)	0,05	33 ³⁾	0,15	11,9 ¹⁾
AOX (mg/l)	< 0,01	0,03	0,015	0,02
G _F - (toxicidad piscícola)	2	2	2	2
1 1 valor de 51 (= 2%)				
2 94,5% de todos los resultados < 50 mg/l				
3 Contiene planta con su propia unidad de procesado de sangre				
Resultados de exámenes oficiales en 6 plantas alemanas – cargas iniciales no especificadas				

Tabla 3.33: Datos de EDAR de 6 plantas de aprovechamiento, con eliminación de nitrógeno [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

3.2.2.2 Aprovechamiento de plumas y cerdas

La Tabla 3.34 muestra los datos de emisión y consumo para el aprovechamiento de plumas y cerdas.

Todo POR TONELADA de PLUMA / CERDA aprovechada	Agua cons. (l) (25)	Agua residual (l) (7, 28)	Energía cons. (kWh) (4, 25)	Emisión DBO (kg) (7, 25)	Emisión DQO (kg) (7, 25)	Emisión sólidos en suspensión (kg) (7, 25)	Emisión nitrógeno (g) (7)	Emisión fósforo (g) (7)	Emisión olores (4, 25)	Emis, ruido (dB(A)) (25)	Detergentes	CO ₂ (kg) (25)	SO ₂ (kg) (25)	NO _x (kg) (25)	CO (g) (25)
Descarga + lavado vehículos															
Almacenaje / refrigeración															
Filtrado / separación															
Mezcla / alimentación															
Cocción		400 – 700	165												
Secado			700 – 800												
Molienda y trituración															
Separación															
Deposición de grasa															
Filtrado de grasa															
Envasado de harina															
Condensación															
Calderas															
Limpieza															
Tratamiento del aire															
Tratam. efluentes líquidos															
Tratamiento residuos sólidos															
Almacenaje subproductos															
Almacenaje residuos para eliminación															
Total (incluidos procesos individuales sin datos disponibles)	1.590	1.590	814	0,2 – 8	0,33 – 12	0,83 – 2,2	100 – 2.700	< 100	1,5 millones *UO/m ³ § < 200 UO/ sist. tratam.	90 en la fuente		183	0,630	0,3	70
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades															
* unidades de olor danesas § ?? unidades de olor Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados Referencias: (4) [134, Países nórdicos, 2001]; (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]; (25) [191, Woodgate S., 2001], (28) [353, Clitravi - DMRI, 2003]															

Tabla 3.34: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento de plumas y cerdas

Las plumas y las cerdas están formadas en su mayor parte por queratina, una proteína con alto contenido de azufre. Para “abrirla” y hacerla digestible deben romperse varios enlaces de azufre en la queratina muy estables. Esto provoca la liberación de compuestos volátiles de azufre, como H_2S , mercaptanos y varios disulfuros orgánicos. Estos compuestos pueden hallarse en los gases no condensables de la hidrólisis y el secado. Además, se producirá la descomposición convencional de los productos de las proteínas, como amoníaco y aminas. Se han medido las emisiones de gases no condensables en valores de hasta 1,5 millones de unidades de olor por m^3 .

En una planta de aprovechamiento de plumas del RU, se realiza una vigilancia de las emisiones a la atmósfera de H_2S , mercaptanos, aminas, amidas y cloruros como el HCl.

Se aprovecha alrededor de 1,0 kg/cerdo de las cerdas producidas [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

3.2.3 Producción de aceite y harina de pescado

La Tabla 3.35 muestra los niveles de emisión y consumo comunicados para la producción de harina y aceite de pescado.

Todo POR TONELADA de pescado tratado	Agua fresca consum. (l) (26)	Agua de mar consum. (l) (26)	Energía consumida (kWh)			Emis. DBO (kg)	Emis. N total (g)	Emis. P total (g)	CO ₂ (kg)		Emis. SO ₂ (kg) (26)	Emisión sólidos en suspensión (kg) (26)	Emisión NO _x (kg)		Emisión DMA* (g) (26)	Emisión TMA* (g) (26)	Emisión dioxinas (ng/m³) – emisión máxima calculada para 700.000 t de pescado/año (26)	Emisión olores para 250 toneladas de pescado/h (26)	Emis. ruidos
			Energía consum. (kWh) (TOTAL) (26)	Electric. cons. (kWh) (26)	Calor (gas natural) (kWh) (26)				Electric. cons. (26)	Gas natural cons. (26)			Electric. cons. (26)	Comb. cons. (26)					
Descarga			4	4															
Almacenaje en silo de reserva																			
Cocción			138,2	0,2	138														
Prensado			1,9	1,9															
Decantación			42,7	0,7	42														
Centrifugado			1,1	1,1															
Evaporación			45,0	5,0	40														
Secado			158,5	10,5	148														
Refriger. harina			1,2	1,2															
Molienda																			
Almacenaje harina																			
Almacenaje aceite																			
Bombeo agua mar			3,0	3,0															
Bombeo agua residual			1,1	1,1															
Otro bombeo			1,0	1,0															
Producción vapor			52,6	4,6	46														
Incineración			0,5	0,5															
Ventilación salas			0,2	0,2															
Aire comprimido			1,2	1,2															
Succión aire de maquinaria			0,5	0,5															
Lavado (químico)			0,5	0,5															
Granulación harina de pescado			4,2	4,2															
Residuos			5,8	5,8															
Total (incluidos procesos individuales sin datos disponibles)	290	14.888	464,8	50,8	414				0,0181	0,0849	0,0279	0,014	0,1698	0,426	0,6 – 3	10 - 25	0,003	555.000 UO/s	
Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados																			
*DMA = dimetilamina **TMA = Trimetilamina																			
Referencias: (26) [212. Nielsen E.W., 2001]																			

Tabla 3.35: Datos de consumo y emisión comunicados de plantas de producción de harina y aceite de pescado

La Tabla 3.36 muestra las emisiones por tonelada de materia prima procesada en una factoría de harina de pescado danesa. Se observan grandes variaciones en las emisiones, como resultado de producto perdido, como agua de cola, agua de cola evaporada y harina. Se muestran los valores mínimos y máximos, junto con los valores medios.

	DBO (kg/t)	P total (kg P/t)	N volátil (kg N/t)	N Kjeldahl (kg N/t)
Media	2,1	0,023	0,45	0,59
Máximo	8,9	0,241	1,15	1,75
Mínimo	0,5	0,000	0,21	0,25
Los resultados se basan en medidas de emisiones medias por hora durante un total de 61 horas. En la práctica la emisión de N Kjeldahl es equivalente a la emisión de nitrógeno total.				

Tabla 3.36: Emisiones por tonelada de materia prima procesada en una factoría de harina de pescado danesa

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

Aire

Las emisiones a la atmósfera contienen dimetilamina, trimetilamina y algo de sulfuro de hidrógeno.

Agua

El consumo de agua fresca o potable y su vertido subsiguiente se ha considerado que tiene un papel tan pequeño que la cuestión sólo se ha investigado recientemente, a causa de la introducción de ecotasas. Un examen mostró que el consumo de agua fresca para su uso en la caldera era considerable en una factoría, mientras que en otra se utilizaba una cantidad considerable de agua fresca para la refrigeración de los elementos hidráulicos. También se usa una gran cantidad de agua fresca para la limpieza del equipo de procesado, aunque para tal fin también se acostumbra a usar condensado impuro del proceso de producción de harina de pescado. Por ejemplo, el condensado impuro se puede utilizar para el aclarado en la limpieza *in situ* (LIS) automática de los evaporadores de capas delgadas [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997].

El agua de mar se utiliza como refrigerante en los lavadores y evaporadores para el lavado del aire antes de la incineración.

El agua residual contiene materia orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno, fósforo, dimetilamina y trimetilamina. Como detergentes se utilizan el hidróxido de sodio y el ácido sulfúrico.

Residuos sólidos

El filtro-prensa de carbono utilizado para eliminar dioxinas del aceite de pescado en el proceso de purificación/acabado del aceite se elimina por incineración como residuo peligroso.

Energía

Se usa energía en la descarga, la refrigeración, la conservación, la separación, la evaporación y el secado.

Las plantas de harina de pescado no refrigeran las materias primas, pero los pescadores añaden hielo directamente al pescado cuando aún está a bordo, y las plantas también reciben subproductos pesqueros como productos congelados o helados de la industria de fileteado.

Olores

El aire maloliente se genera durante la descarga, el secado y de las salas de producción. Está causado por amoníaco y aminas en el aire y el agua.

Ruidos

La descarga es una operación ruidosa, debido al uso de bombas. La utilización de bombas sumergidas para descarga de pescados genera menos ruido. Éstas presentan la ventaja adicional de ser menos dañinas para el pescado; su desventaja es que necesitan mucha agua, que debe ser considerada agua residual [267, IFFO, 2002].

3.2.4 Procesado de sangre

En la Tabla 3.37 se ofrecen los datos de consumo y emisión para el procesado de la sangre.

Niveles de emisión y consumo	Descarga y lavado de vehículos	Almacenaje / refrigeración	Centrifugado / separación	Concentr.	Secado	Envasado	Tratam. del aire	Tratam. de efluentes
Agua cons. (l)	min	n/a	min	min	n/a	n/a	no	n/a
Energía cons. (kWh)	min	min	min	min	min	min	no	min
Olores	min	n/a	n/a	n/a	min	n/a	no	no
Ruidos							no	
Detergentes (especific. incluyendo concentr. y cantidad)	LIS	LIS	LIS	LIS	no	no	no	no
Polvo (mg/m ³)	n/a	n/a	n/a	n/a	< 150 mg/Nm ³	n/a	n/a	n/a
Sólidos en suspensión en el agua residual (mg/l)	min	n/a	min	min	n/a	n/a	n/a	< 60 mg/l
Calor emitido (°C)	n/a	n/a	n/a	n/a	90	n/a	35	n/a
DBO (mg/l)*	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	< 25 mg/l
DQO (mg/l)*	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	< 125 mg/l
Fósforo (mg/l) ⁽¹⁾	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		< 2 mg/l
SO ₂ (mg/l)*	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		n/a
CO ₂ (ppm)*	n/a	n/a	n/a	n/a	< 500 ppm	n/a		n/a
NO ₂ (ppm)*	n/a	n/a	n/a	n/a	< 300 ppm	n/a	n/a	n/a
⁽¹⁾ parámetros sujetos a límites según normativas no = sin impacto LIS = limpieza <i>in situ</i> min = impacto mínimo n/a = no aplicable								

Tabla 3.37: Datos de consumo y emisión comunicados para plantas de procesado de sangre [190, EAPA, 2001]

Se ha informado de niveles de olor de 8 millones de unidades de olor (RU) dentro de tanques de sangre [241, RU, 2002].

Se ha informado de que el aire producido como consecuencia del procesado de la sangre en la instalación se libera a la atmósfera con una temperatura de 80 °C.

El tratamiento calorífico de las proteínas lleva a la formación de varios compuestos malolientes (amoníaco, aminas, compuestos de azufre, etc.). El secado por pulverización y la molienda pueden generar polvo de sangre [134, Países nórdicos, 2001].

3.2.5 Procesado de huesos

En la Tabla 3.38 se presentan los datos de consumo y emisión para el procesado de huesos.

Todo POR TONELADA de hueso tratado	Consumo de agua (l)	Agua residual (l) (7)	Consumo de energía (kWh)	Emisión DBO (kg) (7)	Emisión DQO (kg) (7)	Emisión sólidos en suspensión (g) (7)	Emisión nitrógeno (g) (7)	Emisión fósforo (g) (7)
Descarga + lavado vehículos								
Almacenaje / refrigeración								
Filtrado / separación								
Mezcla / alimentación								
Cocción		350 – 500						
Secado								
Molienda y trituración								
Separación								
Deposición de grasa								
Filtrado de grasa								
Envasado de harina								
Limpieza								
Tratamiento del aire								
Tratamiento de efluentes líquidos								
Tratamiento residuos sólidos								
Almacenaje subproductos								
Almacenaje de residuos para su eliminación								
Total (incluidos procesos individuales sin datos disponibles)				0,3 – 5	0,5 – 10	1.300 – 2.200	100 – 2.600	< 100
Técnicas que ofrecen o derivan beneficios a/procedentes de otras actividades								
Intervalos recibidos - condiciones de funcionamiento, tratamientos y métodos de muestreo no descritos ni comunicados Referencias: (7) [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]								

Tabla 3.38: Datos de consumo y emisión para el procesado de huesos

3.2.6 Elaboración de gelatinas

Entrega de la cal

Se informa que en una planta de elaboración de gelatinas se lleva a cabo la vigilancia continua de las pilas y los silos. Se informa también que las emisiones de polvo son nulas, excepto durante la carga, que alcanzan un valor de 20 – 40 mg/m³.

Pre-tratamiento de los huesos

El proceso de secado consume mucha energía. Una gran cantidad de calor se emite del recipiente de aprovechamiento, que según parece no se puede aislar debido a la expansión y contracción causadas por las temperaturas alcanzadas. Los secadores de harina utilizan y emiten calor y están aislados. Pueden hallarse técnicas disponibles para recuperar las grandes pérdidas de calor de este proceso.

El desengrasado es un proceso que necesita mucha energía y que emite suficiente calor como para hacer que las barandillas de metal de la sala de procesado estén demasiado calientes al tacto.

El fósforo puede representar un problema en el agua residual.

Pueden aparecer problemas de olores del almacenaje de cueros y/o pieles de pescado.

Desmineralización

Cada día se pueden usar miles de metros cúbicos de agua para cargar los huesos, pieles y cueros desengrasados, según la producción de la planta individual y el grado de reciclaje que se lleve a cabo. Este agua debe tratarse antes de que la EDAR pueda verterla.

Hidrólisis

Los procesos de hidrólisis alcalina y ácida generan soluciones contaminadas ácidas y alcalinas, respectivamente. La hidrólisis de la cal produce una solución de cal jabonosa. Tras ambos procesos se realiza un lavado completo, que utiliza miles de metros cúbicos de agua que luego deben tratarse en la EDAR.

Secado

El consumo de energía es alto durante el secado de la gelatina.

Fosfato dicálcico

Para reducir las emisiones de polvo en los silos de fosfato dicálcico se utilizan filtros. Puede haber emisiones de polvo del secador de fosfato dicálcico y del silo y pila de cal.

Tratamiento de las aguas residuales

El agua residual de la elaboración de gelatina tiene una alta DBO. Si una planta dispone de su propia EDAR, es necesario un tratamiento biológico con nitrificación y desnitrificación, a causa de los altos niveles de proteínas. También se puede tratar en EDAR municipales. El contenido en cloruros del agua residual es alto debido a su contenido en sal.

La Tabla 3.39 muestra los límites de vertidos para varias instalaciones de fabricantes de gelatina con EDAR en el emplazamiento y vertido directo al agua receptora.

	Límites de emisión máximos individuales para elaboradores de gelatina				
	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	SS (mg/l)	N total (mg/l)	P total (mg/l)
Bélgica – factoría A	600	100		100	10
Bélgica – factoría B	200	30	100	130	3
Alemania – factoría A	110	25		30	2
España – factoría A	140		50		20
Francia – factoría A	125	30	35	60	10
Francia – factoría B	125	30	35	50	2
Italia – factoría A	150	40		40	10
Suecia – factoría A	70			60	1
Los límites sólo son válidos para las factorías con una descarga directa.					

Tabla 3.39: Límites de emisión de aguas residuales para factorías de gelatina individuales [345, GME, 2003]

3.2.7 Incineración especializada de canales, partes de canales y harina de huesos y carne

La incineración tiene un impacto potencial ambiental a escala local y global.

La incineración de sustancias que se deben eliminar como residuos es una alternativa a los vertederos. Cuando la incineración se combina con recuperación de energía puede reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones asociadas a su combustión. Hay oportunidades para la recuperación de energía en forma de calor y de electricidad y constituye un requisito legal allí donde se aplica la Directiva del Consejo 2000/76/CE [195, CE, 2000].

La Directiva del Consejo 2000/76/CE [195, CE, 2000] sobre incineración de residuos exige el control y supervisión de emisiones de sustancias determinadas procedentes de plantas de incineración y establece valores límite de emisión (VLE) y métodos para asegurar la supervisión de su cumplimiento.

El olor puede proceder de la manipulación de la materia prima, de las emisiones de gases de combustión y lavado (si la combustión es deficiente y hay poca dispersión, especialmente si hay un penacho de vapor condensado) y de la manipulación de cenizas y de las EDAR.

Comparados con los incineradores que no están especializados en materia prima orgánica, los incineradores de subproductos animales y especialmente los utilizados para combustión de harina animal, en lugar de materia prima, tienen la ventaja de poder controlar estrechamente la composición y velocidad de alimentación de su materia prima orgánica y, por tanto, las condiciones de combustión. Un mejor control de la combustión puede reducir los requisitos del tratamiento de los gases de combustión [293, Smith T., 2002].

3.2.7.1 Incineración especializada de canales y partes de canales

El cloro presente en la sal de los cadáveres implica una potencial formación de dioxinas y puede provocar la formación de HCl. Es posible la liberación de partículas en suspensión de una combustión incompleta.

Se ha informado de los niveles de emisión de la Tabla 3.40 para incineradores de cadáveres animales en funcionamiento en 1996 [65, EA, 1996], es decir, antes de la aprobación de la Directiva del Consejo 2000/76/CE sobre incineración de residuos.

Sustancia	Emisión (mg/m ³)
NO _x	350 (emisión media)
Polvo	14 – 180 mg/m ³ (lavado limitado)
SO ₂	50 mg/m ³ (lavado limitado)
HCl	30 mg/m ³ máximo (mínimo no comunicado, lavado limitado)

Tabla 3.40: Niveles de emisión alcanzados en la incineración de cadáveres antes de la Directiva del Consejo 2000/76/CE
[65, EA, 1996]

La Tabla 3.41 muestra algunas emisiones directas a la atmósfera comunicadas de un incinerador de cadáveres animales.

Parámetro	Nivel de emisión (kg de contaminante por tonelada de cadáver incinerado)
CO ₂	< 2.500
SO ₂	0,566
Polvo	1,5
HCl	2,25
NO _x	< 2,5
CO	< 2,5

Tabla 3.41: Emisiones directas a la atmósfera de un incinerador de cadáveres animales (sin recuperación de energía)
[144, Det Norske Veritas, 2001]

El escape y mezcla de líquidos puede representar un problema durante la combustión de canales o partes de canales. Es menos probable que sea un problema durante la combustión de harina animal, aunque puede suceder. Si no se toma en consideración durante el diseño, instalación, puesta a punto, funcionamiento y mantenimiento del incinerador, puede ser difícil conseguir una buena combustión. Esto es de especial importancia cuando se incineran materiales EET o sospechosos de serlo, porque puede no conseguirse el objetivo de destruir los priones, dando lugar a una posible contaminación y a riesgos sanitarios públicos. La combustión completa debe asegurar la reducción del riesgo microbiológico y la prevención de la formación de residuos orgánicos líquidos y acuosos.

3.2.7.2 Incineración especializada de harina animal

La harina animal tiene un valor energético aproximado de 14,4 MJ/kg [318, EPEA Internationale Umweltforschung GmbH, 2000].

Hay la posibilidad de que se produzcan emisiones dañinas. La prevención de la formación y emisión de dioxinas requiere una atención especial. Los contenidos de cloro habituales en la harina animal del RU se han determinado en el intervalo 0,4 – 0,6%. Estas cifras son lo bastante altas como para llevar a la formación o re-formación de dioxinas si no se mantienen las condiciones correctas de combustión y refrigeración. Por ello, las emisiones de dioxinas dependen básicamente del diseño y funcionamiento de la planta más que de la composición de la harina animal [293, Smith T., 2002]. Las dioxinas se supervisan regularmente y más frecuentemente en la etapa de puesta en marcha del incinerador [272, Woodgate S., 2002].

Se ha informado de que debido al alto contenido en grasa de la HCH, no se registraron emisiones de polvo en suspensión durante la descarga [164, Nottrodt A., 2001].

Entre las ventajas comunicadas de la incineración en lecho fluidificado está la gran eficiencia de combustión, con temperaturas uniformes, que aportan mayor fiabilidad a los cálculos del tiempo de residencia. Se informa que las temperaturas son lo bastante bajas para evitar emisiones elevadas de NO_x . El diseño del horno es simple y sin partes móviles. EL material del lecho fluidificado proporciona un desgaste continuo del material que se quema, eliminando la capa quemada y, por tanto, exponiendo el material fresco para su combustión. Esto ayuda a la velocidad de combustión y al quemado.

Las altas concentraciones de fósforo en la harina animal disminuyen el punto de fusión de la ceniza, lo que puede dar lugar a problemas. Se ha sugerido que el gran contenido en fósforo de la harina animal podría dificultar la desnitrificación catalítica [164, Nottrodt A., 2001].

La Tabla 3.42 muestra datos de emisiones en bruto para un incinerador de HCH con lecho fluidificado de burbujas (LFB).

Sustancia	Emisión antes de TGC (g/t HCH incinerada)	Emisión tras TGC (g/t HCH incinerada)	Emisión tras TGC (mg/Nm ³)	VLE de la Directiva del Consejo 2000/76/CE diarios (mg/Nm ³)	VLE de la Directiva del Consejo 2000/76/CE semihorario (97%) (mg/m ³)	VLE de la Directiva del Consejo 2000/76/CE Valor medio medido en 6 – 8 horas	Tratam. de gases de combustión necesario
COV	80	80	8	10	10	no aplicable	No
HCl	800	80	8	10	10	no aplicable	Sí
HF	sin info.	sin info.	sin info.	1	2	no aplicable	?
SO ₂	1.600	160	16	50	50	no aplicable	Sí
NO/NO _x	1.750	1.750	175	200	200	no aplicable	No
CO	250	250	25	no aplicable	no aplicable	no aplicable	No
Dioxinas + furanos	sin info.	sin info.	sin info.	no aplicable	no aplicable	0,1 ng/m ³	?

TGC: tratamiento de gases de combustión
 Los datos se presentan en unidades normales, es decir: mg/Nm³ a 0 °C, 11% O₂, gas seco
 Se usa la cifra habitual de 12.000 kg de gas de combustión seco por tonelada de HCH (corregida para 11% O₂)

Tabla 3.42: Datos de emisiones en bruto para la incineración de HCH en un incinerador de LFB [325, Smith T., 2002]

La Tabla 3.43 muestra los datos de consumo y emisión para una instalación que incinera 50.000 toneladas de HCH por año.

Parámetro	Valor
Agua consumida	365 kg/t HCH
Electricidad usada	166 kWh/t HCH
Calor / combustible usado	5 kWh/t HCH
DBO	0 g/t HCH
DQO	0 g/t HCH
Fósforo	desconocido
Olor	< 25 UO vía escape final
Ruidos	90 dB(A) máx. en fuente
Detergentes	identificar
SO ₂	240 g/t HCH
CO ₂	1,9 t/t HCH
NO _x	1,2 kg/t HCH
H ₂ S	despreciable
HCl	120 g/t HCH
COV	no medido
Polvo	40 g/t HCH
Condensado (efluente)	0 kg/t HCH
Gas no condensado	0 kg/t HCH
Sólidos en suspensión en efluente	0 kg/t HCH
MER	n/a
Otros	
Vapor producido	4.955 kg/t HCH
Prod. quím., tratam. gas de escape	30 kg/t HCH
Productos químicos, caldera	0,01 kg/t HCH
Aire tratado para control olores	9.679 kg/t HCH
Emisiones a la atm. de la caldera	10.509 kg/t HCH
CO	400 g/t HCH
Amoníaco efluente	0 g/t HCH
HCH / harina para vertedero	n/a
Residuos, controlado	100 g/t HCH
Residuos, filtro medio	n/a
Residuos, fango efluente	0 kg/t HCH
Residuos, efluente	0 kg/t HCH
Residuos, restos	40 g/t HCH
Aceite residual	n/a
Materia prima total manipulada	n/a
Dioxinas	
Nitratos	
Vapor de agua en gases de escape	
La harina contiene ~ 98,5% materia seca y se quema tal como se recibe	

Tabla 3.43: Datos de emisión y consumo para una instalación que incinera 50.000 t/año de HCH
[193, Woodgate S., 2001]

La Tabla 3.44 muestra algunas emisiones directas a la atmósfera comunicadas de un incinerador de HCH.

Parámetro	Valor de emisión (kg contaminante por tonelada de HCH incinerada)
CO ₂	?
SO ₂	1,5
Polvo	0,89
HCl	0,45
NO _x	10
CO	6,5

Tabla 3.44: Emisiones directas a la atmósfera de incineración de HCH (sin recuperación de energía)
[144, Det Norske Veritas, 2001]

La Tabla 3.45 muestra los intervalos de residuos de aminoácidos en cenizas volantes procedentes de incineradores de HCH.

	nmol aminoácido/ g muestra	µg aminoácido/ g muestra	mg aminonitrógeno/ 100 g muestra	mg proteína/ 100 g muestra
Total	44,04 – 222,55	6,15 – 30,54	0,06 – 0,33	0,36 – 2,09

Tabla 3.45: Residuos totales de aminoácidos comunicados en cenizas volantes procedentes de incineradores de HCH con LFB

[199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000; 250, James R., 2002]

3.2.8 Cremación de sebo

Durante la carga y descarga del sebo se pueden crear problemas de olores [168, Sweeney L., 2001].

La Tabla 3.46 muestra algunos datos de emisión para la cremación de sebo en un quemador de fueloil pesado y la Tabla 3.47 presenta un análisis de la grasa animal quemada.

Cremación de sebo (de una planta de aprovechamiento) en caldera de aceite pesado (5,6 MW, sin técnicas de reducción)				
	UNIDAD			
Capacidad de la caldera	MW	1,95	2,5	3,19
Combustible		Sebo	Sebo	Sebo
Temperatura, gas de combustión	°C	206	217,9	244,5
Caudal, gas de combustión	m ³ /s	1,63	2,02	2,81
Caudal, gas de combustión (seco)	Nm ³ /s	0,83	1,04	1,32
Concentr. vapor en gas de combustión	%	9,7	10,1	10,2
Coefficiente de aire		1,43	1,38	1,36
Eficiencia de la caldera	%	89,2	88,8	87,4
Gas de combustión (seco)				
O ₂	%	6,3	5,7	5,5
CO ₂	%	10,2	10,5	10,8
CO	%	0,0001	0,0002	0,0003
CO	ppm	0,8	2,2	2,9
Concentración CO	mg/Nm ³	1	2,7	3,6
CO, reducido a concentr. de O ₂ 3%	mg/Nm ³	1,3	3,2	4,2
Emisión CO	mg/MJ	0,4	0,9	1,2
Emisión CO	g/s	0,001	0,003	0,005
SO ₂	ppm	7,5	7	6,8
SO ₂	mg/Nm ³	21,8	20,6	20
SO ₂ reducido a concentr. de O ₂ 3%	mg/Nm ³	26,7	24,3	23,2
Emisión SO ₂	mg/MJ	7,7	7	6,7
Emisión SO ₂	g/s	0,018	0,021	0,026
SO ₂ (como S)	g/s	0,009	0,011	0,013
NO _x	ppm	214,8	223,3	197,5
NO _x (como NO ₂)	mg/Nm ³	440,4	457,8	404,9
NO _x , reducido a concentr. de O ₂ 3%	mg/Nm ³	539,9	539,1	470,6
Emisión NO _x	mg/MJ	155,1	154,9	135,2
Emisión NO _x	g/s	0,367	0,476	0,535
Polvo	mg/Nm ³	35		29
Polvo, reducido a concentr. de O ₂ 3%	mg/Nm ³	44		34
Emisión de polvo	mg/MJ	12,6		9,8
Emisión de polvo	g/s	0,029		0,038

Tabla 3.46: Datos de emisión de la cremación de grasa animal en una caldera de aceite pesado
[166, Nykänen K., 2001]

Se informa que se han conseguido emisiones que no superan los 200 mg/m³ para NO_x y los 10 mg/m³ en total para la cremación de sebo [244, Alemania, 2002].

Análisis de la grasa animal		
	Unidad	Cantidad
H ₂ O	%	< 0,2
Valor calórico	MJ/kg	36 – 39,8
Viscosidad	mm ² /s	12,4
Punto de inflamación	°C	> 250
Azufre (S)	mg/kg	110
Densidad (50 °C)	kg/m ³	890,1
Ceniza	%	0,05
Al	mg/kg	< 1
Ba	mg/kg	2
Ca	mg/kg	17
Cr	mg/kg	< 1
Cu	mg/kg	2
Fe	mg/kg	26
Mg	mg/kg	5
Mn	mg/kg	1
Na	mg/kg	31
Ni	mg/kg	1
P	mg/kg	110
Pb	mg/kg	< 1
Si	mg/kg	8
V	mg/kg	2
Zn	mg/kg	3

Tabla 3.47: Análisis de la grasa animal
Adaptado de [166, Nykänen K., 2001]

3.2.9 Producción de biogás

Aire

Existe el riesgo de una liberación accidental de CH₄, que es un gas con efecto invernadero.

Agua

Las ventajas asociadas con la producción de biogás a partir de subproductos de mataderos son: reducción de la concentración de impurezas en el agua residual, poca producción de fango en exceso y producción de un lodo biológicamente estable que se puede usar como fertilizante [239, Dinamarca, 2002].

Suelo

Los residuos sólidos de la producción de biogás a partir de subproductos animales se pueden utilizar para el compostaje. El uso de este compost está sometido a restricciones especificadas en el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Energía

Por cada unidad de electricidad generada a partir del biogás se pueden producir 1,5 unidades caloríficas en forma de agua caliente por encima de 80 °C. El gas de alto contenido energético puede usarse, por ejemplo, en la matanza o elaboración de subproductos animales, como sustituto de las fuentes de energía primarias. Según parece el biogás no contribuye al efecto invernadero [207, Linköping Gas AB, 1997].

Olores

Pueden aparecer problemas de olores en el almacenaje y manipulación y en el procesado de las materias primas, así como en la EDAR, si existe.

Ruidos

Los equipos mecánicos grandes, como los compresores, utilizados para airear el fluido de procesado y la planta de filtrado, pueden ser fuentes potenciales de contaminación acústica [144, Det Norske Veritas, 2001].

3.2.10 Compostaje**Aire**

En el caso del compostaje en pilas, las concentraciones de polvo y bioaerosoles, como células y esporas de bacterias y hongos, dependerán del grado de humedad mantenido en el material durante el proceso. Las concentraciones pueden aumentar cuando se produce agitación del material orgánico (como durante el giro, filtrado o la trituración). La recirculación de lixiviados también puede liberar microorganismos. A causa de su tamaño microscópico, los bioaerosoles pueden permanecer en suspensión durante largos periodos de tiempo. Su pequeño tamaño ($< 3 \mu\text{m}$) les permite penetrar fácilmente en los pulmones, donde pueden producir reacciones alérgicas o patógenas. Los residuos orgánicos de origen animal, como residuos de estiércol, pueden contener patógenos humanos [210, Environment Agency, 2001].

El compostaje inactiva los microorganismos patógenos hasta cierto punto, pero no todos los virus [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]. La inactivación de patógenos se basa en un buen control del proceso, especialmente por lo que respecta a alcanzar y mantener las condiciones de temperatura adecuadas [350, EFPRA, 2003]. El Reglamento ABP 1774/2002/CE prohíbe el compostaje de material de categoría 1; el de categoría 2 y categoría 3 se puede compostar, pero la mayoría de material de categoría 2 debe esterilizarse previamente en condiciones específicas de temperatura, tiempo, presión y tamaño.

Durante el compostaje, las emisiones de CH_4 a la atmósfera, el suelo y el agua [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001] y de NH_3 a la atmósfera [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992] pueden representar un problema, especialmente en el compostaje en pilas. Por ello se está popularizando el compostaje en reactores [148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001].

Durante el compostaje se pueden producir COV cuando los microorganismos rompen moléculas orgánicas de cadena larga en moléculas más pequeñas que se evaporan con mayor facilidad. La mayoría de estas moléculas son consumidas por microorganismos, pero algunas se liberan a la atmósfera. El compostaje de fango de depuración puede liberar concentraciones altas de COV [176, The Composting Association, 2001]. También se ha informado de que las fuentes principales de COV son los motores [210, Environment Agency, 2001].

Agua

Si no se evitan las fugas y la producción de lixiviados se puede producir contaminación de los cursos de agua y de los acuíferos. El lixiviado se puede haber formado durante el transporte.

Olores

Durante la recepción y almacenaje de la materia prima se pueden producir problemas de olores, especialmente si aquella se ha almacenado algún tiempo antes de la entrega. La preparación de la materia prima (trituración) y los gases de escape de los procesos cerrados de descomposición (como los sistemas en cubas y condiciones anaeróbicas en pilas de compostaje) pueden liberar sustancias malolientes. Durante el compostaje se puede expulsar amoníaco desde las áreas de compostaje al aire libre, y durante la formación de las pilas y las operaciones de giro se pueden generar olores, especialmente si se ha permitido el desarrollo de condiciones anaeróbicas en las

pilas. Los olores también se pueden producir en las áreas de descomposición en seco o húmedas, en el recorrido de los vehículos y el lixiviado que se pueda haber formado en el vehículo de entrega o en el propio proceso de compostaje [210, Environment Agency, 2001].

Un cociente C:N bajo, por debajo de 20:1 permite utilizar totalmente el carbono sin estabilizar el nitrógeno, que se puede perder en forma de NH_3 o N_2O . Esto puede provocar problemas de olores [210, Environment Agency, 2001].

Ruidos

Las máquinas de trituración, giro, filtrado y ensacado pueden producir ruido, así como las bombas para los silos y biofiltros y el tráfico del emplazamiento [210, Environment Agency, 2001].

Parásitos

Las plagas de parásitos, insectos o carroñeros pueden provocar molestias, según el tipo de residuos que se composten. Los residuos putrescibles pueden constituir una fuente de alimento y el retraso en el uso del nuevo material entregado atrae a los parásitos. Las plagas también pueden convertirse en vectores de enfermedades. Se puede cubrir el nuevo material con compost maduro para que actúe como barrera. Las altas temperaturas en las pilas de compostaje también reducen los problemas de plagas [210, Environment Agency, 2001].

Patógenos

Si no se mantienen temperaturas de 55 °C o superiores hasta 15 días, según el tipo de tecnología de compostaje, puede que no se destruyan todos los patógenos. Una temperatura superior a 60 °C también puede causar una menor eficiencia del compostaje.

3.2.11 Plantas de tratamiento de aguas residuales de instalaciones de subproductos animales

Agua

Una característica del agua residual de subproductos animales es su contenido en compuestos orgánicos y de amoníaco, a veces en concentraciones altas. Éstos se pueden descomponer en una planta biológica de aguas residuales.

Las altas temperaturas asociadas con el agua residual de instalaciones de subproductos animales afectan a la solubilidad de diversos contaminantes y a su velocidad de descomposición microbiana. En general, los procesos biológicos se producen más rápidamente a mayor temperatura, pero ello puede dificultar la eliminación de grasas.

Olores

Pueden surgir problemas de olores, por ejemplo allí donde se hayan tratado materias primas malolientes y durante el tratamiento del fango.

Ruidos

Los aireadores asociados con las plantas de tratamiento de efluentes, que funcionan de forma continua, pueden provocar un impacto acústico significativo, especialmente a causa de cajas de engranajes con un mantenimiento deficiente y especialmente de noche [12, WS Atkins-EA, 2000]. El ruido de los ventiladores extractores de aire maloliente de las EDAR también puede representar un problema.

3.2.12 Técnicas y procesos combinados

Matanza con incineración de subproductos animales no tratados

La combinación de la matanza y la incineración de los cadáveres animales en el mismo emplazamiento puede reducir los niveles globales de emisión de ambos procesos. La energía de la incineración se puede recuperar para uso interno, por ejemplo para la producción de vapor o agua caliente en el matadero. La reducción del intervalo de tiempo entre la matanza y la incineración implica subproductos más frescos y una posible reducción de los problemas de olores. También se puede conseguir una rápida destrucción de los casos de EET confirmados, sospechosos o seleccionados, de los animales muertos a su llegada y de los animales condenados *ante mortem*.

Aprovechamiento con incineración de harina animal

La Figura 3.4 resume los datos de consumo y emisión para el aprovechamiento, cremación de HCH y cremación de sebo.

Para comparar directamente las cifras de energía recuperada para el metano producido a partir de subproductos animales, el CH₄ generado debe convertirse en electricidad mediante un motor de gas, teniendo en cuenta la eficiencia del motor. La salida de energía indicada para el biogás es similar a la producida con el aprovechamiento mediante combustión *in situ* de la HCH y el sebo [144, Det Norske Veritas, 2001].

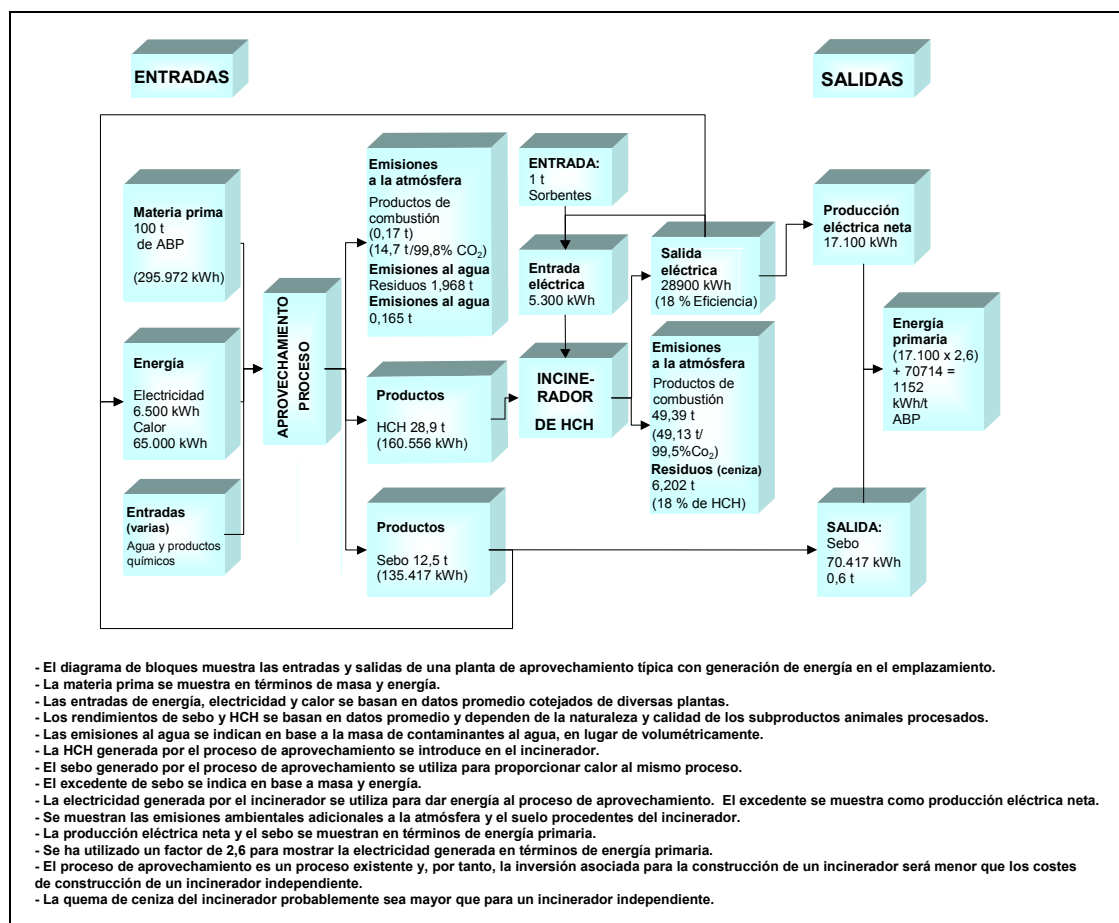


Figura 3.4: Datos de consumo y emisión para aprovechamiento con generación de energía *in situ* [144, Det Norske Veritas, 2001]

Producción de biogás con compostaje

El compostaje de residuos sólidos procedentes de la producción de biogás puede minimizar los requisitos para capturar y tratar el aire expulsado con el objetivo de eliminar olores adquiridos como resultado de la manipulación abierta de subproductos y compost. Se la producción de biogás se acompaña de separación mecánica (como prensado) parece haber ventajas en cuanto a reducción de masa y volumen en la planta de biogás. Se ha informado de que, teniendo en cuenta los costes para la eliminación de residuos sólidos de mataderos, es fácil conseguir la viabilidad económica de una planta anaeróbica junto con el compostaje, incluso sin la comercialización del compost [206, Tritt W. P. y Schuchardt F., 1992].

4 TÉCNICAS QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA PARA DETERMINAR LAS MTD

Este capítulo describe las técnicas que se consideran como las más relevantes para la determinación de las MTD. Este capítulo debe verse como el que contiene la información básica para las conclusiones en la determinación de las MTD que se presentan en el capítulo 5. Además, en él no se incluyen todas las técnicas aplicadas en los mataderos y en las industrias de subproductos animales, aunque la técnica se haya descrito en el capítulo 2. No están incluidas las técnicas que generalmente se consideran obsoletas.

Este capítulo cubre las técnicas de “procesos integrados” tales como la prevención, el control, la minimización de consumo y los procedimientos de reutilización y reciclaje. También se incluyen las técnicas “de final de línea” aplicadas al tratamiento de aguas residuales, a la contaminación del aire y al control de olores.

Cada técnica se presenta en el formato de la Tabla 4.1. Si la información no corresponde a ninguna de estas categorías, se han omitido los epígrafes pertinentes.

Epígrafes	Tipo de información incluida
Descripción	Breve descripción de las características técnicas del proceso.
Beneficios ambientales logrados	Los principales impactos ambientales considerados
Efectos cruzados	Efectos colaterales y desventajas a otros medios causados por la puesta en práctica.
Cuestiones operativas	Datos de funcionamiento en niveles de emisiones y de consumo, incluyendo la información de plantas ejemplo. Cualquier otra información útil sobre operación, mantenimiento y control.
Aplicabilidad	Consideración de la aplicabilidad en mataderos e industrias de subproductos animales, en plantas nuevas o existentes, el tamaño de la planta si es relevante y factores implicados en la reconversión, p. ej. disponibilidad de espacio.
Aspectos económicos	Información de inversión y costes operativos y de cualquier ahorro, p. ej. el asociado con la reducción en el consumo de materia prima o el coste de los residuos. Los valores en monedas distintas al EUR se han convertido a éste si proceden de países que utilizan el euro, en caso contrario se señala la moneda original y el año.
Motivación para la puesta en práctica	Condiciones locales o requerimientos que han llevado a la puesta en práctica. Información de razones para la puesta en práctica distintas de las ambientales, p. ej. mejora en la calidad del producto, reducción de costes, legislación de salud pública o seguridad laboral.
Plantas de ejemplo	Referencias a plantas que operan con la técnica en Europa y en el resto del mundo.
Referencias	Fuente(s) de información del BREF.

Tabla 4.1: Formato de la información sobre las técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las MTD

4.1 Técnicas generales aplicables a mataderos y a instalaciones de subproductos animales

El anexo IV de la Directiva IPPC contiene las consideraciones a tener en cuenta a la hora de determinar las mejores técnicas disponibles. En este documento se consideran las vías posibles para la recuperación y el reciclaje de subproductos y residuos. En años recientes, la regulación de estas vías se ha ido incrementando, en gran parte debido a la EEB, culminando en el Reglamento ABP 1774/2002/CE [287, CE, 2002], que desarrolla y consolida el nivel de

regulación. Bajo este Reglamento, algunos subproductos animales, tales como el MER, deben desecharse como residuos.

La naturaleza biodegradable de los subproductos animales del matadero tiene una influencia directa sobre si pueden recuperarse o reciclarse y en el impacto global de sus emisiones al medio ambiente. Cuando los subproductos son frescos hay más posibilidades para su recuperación o reciclaje.

Algunos subproductos animales frescos, como la sangre, tienen un olor característico que pueden ocasionar problemas o quejas si no se manipulan adecuadamente. Se puede prevenir las emisiones procedentes de subproductos si los materiales se almacenan, manipulan, procesan y transfieren a un edificio adecuado, en tanques de contención, utilizando líneas de transporte y de transferencia por encima del suelo, aplicando protección de rebosado en los tanques de almacenamiento a granel y previniendo la entrada de lluvia y que el viento quede atrapado [3, EPA, 1996].

El almacenaje de subproductos animales durante períodos prolongados a temperatura ambiente y al aire libre incrementa el riesgo de contaminación directa por olor y filtración. Al aumentar la degradación, también lo hace la probabilidad de que los subproductos tengan que desecharse como residuos ya que su utilidad disminuye significativamente. Se pueden hacer disminuir los impactos ambientales del almacenaje de los subproductos, tales como el olor y la necesidad de desecharlos como residuos, mediante almacenaje en unidades de frío o en frigoríficos. Esto, no obstante, conllevará el uso de energía y el riesgo de fugas de refrigerante. La transferencia inmediata de los subproductos a una instalación, en el recinto o fuera de él, de subproductos animales para un procesado rápido, podría minimizar su impacto

GESTIÓN DE MATADEROS Y DE INSTALACIONES DE SUBPRODUCTOS ANIMALES

Para el rendimiento óptimo de cada técnica, es necesario que todo el personal esté comprometido con su funcionamiento correcto; desde el director, los gerentes, supervisores y trabajadores de planta, hasta el contratista de transportes que reparte los animales. Esto requiere de información, formación y demostraciones a todo el personal acerca de los resultados y consecuencias económicas derivadas de una buena o mala puesta en práctica de las técnicas. El “factor humano” afecta a todas las técnicas. En algunas técnicas más que en otras, el éxito en la minimización del consumo y de los niveles de emisión depende de la acción responsable de algunos individuos. Todos los empleados deben aprender qué se exige de ellos y del proceso. La motivación del personal es, pues, importante, puesto que se retroalimenta de los resultados conseguidos por sus acciones [134, Países nórdicos, 2001]. Se puede asignar una responsabilidad específica a individuos competentes y monitorizar su rendimiento.

Si se usan con moderación recursos tales como el agua y la energía, su consumo se minimizará. La contaminación debida a las aguas residuales puede minimizarse si se retira cualquier desecho lo más cerca de la fuente como sea posible. Si no se quieren tratar conjuntamente subproductos tales como la sangre, trozos de carne, estiércol, contenidos estomacales e intestinales, éstos se pueden guardar separadamente unos de otros y no mezclarlos deliberadamente con el agua. El volumen de residuos se puede minimizar con medidas tales como p. ej. la reutilización de los subproductos cuando sea posible. Se pueden medir los niveles de consumo y de emisión, se pueden identificar las técnicas para reducirlos, los resultados pueden compartirse y las técnicas se pueden probar y testear. Se puede anotar y supervisar los planes de acción fijando individuos responsables y estableciendo escalas temporales. Una actitud positiva para el empleo de las MTD se puede alentar con la motivación y la implicación del personal, así como con la formación y la promoción de una comprensión más amplia del proceso [134, Países nórdicos, 2001].

Por ejemplo, para controlar la minimización del uso de agua y energía, es necesario supervisar su consumo y registrarlo de forma continua, no sólo en total sino también para operaciones unitarias individuales, procesos y departamentos. Para lograr esto, hay que instalar medidores en todos los lugares significativos de consumo. Deben leerse regularmente y los resultados deben analizarse y utilizarse como retroalimentación en un continuo esfuerzo de mejora [134, Países nórdicos, 2001]. Puede que se requieran medidas directas para ciertos propósitos reguladores. También se pueden obtener de antemano estimaciones útiles sobre el consumo y los niveles de emisión o, en algunos casos, en vez de las medidas directas. Las estimaciones se pueden obtener a partir de cálculos basados en datos de entradas y salidas, p. ej. por peso de canal producida, el peso de subproductos animales que habrá que tratar y la cantidad de agua y energía usadas. Las estimaciones por balance de masa o energía requerirán un seguimiento de la utilización del material y de la producción de subproductos y residuos. Las inconsistencias en estos datos pueden introducir inexactitudes en las estimaciones pero, como mínimo, permitirán identificar aquellas áreas donde se requiere una acción prioritaria para reducir los niveles de emisión y consumo. También deben abarcarse las actividades infrecuentes, no rutinarias y no planificadas, incluidos los accidentes.

En las medidas directas, sólo se podrá registrar el consumo durante la producción, la limpieza y los periodos de reposo separadamente, si los medidores se leen suficientemente a menudo. Las lecturas manuales y los informes ahorran costes de capital frente a los sistemas automáticos pero consumen mano de obra. Algunas compañías encuentran útil la instalación de equipos para la supervisión automática y el registro del consumo [134, Países nórdicos, 2001]. Más información acerca de la medida del consumo y de los niveles de emisión se encuentra en el *Documento de Referencia sobre los Principios Generales de la Monitorización* [278, CE, 2002].

Hay que examinar todos los procesos y máquinas y plantearse las siguientes preguntas: ¿Cuánta agua/energía se utiliza? ¿Para qué se usa? ¿Cuánto se requiere para lograr el resultado deseado sin deteriorar la calidad o la higiene? Las respuestas a estas preguntas pueden servir para identificar dónde llevar a cabo ahorros en el agua o la energía. En muchos casos resultará que hay un gran desperdicio de agua debido a que el agua realmente utilizada no forma parte del proceso. Un ejemplo típico es el agua utilizada para rociar un producto que realmente no impacta sobre el mismo o el equipo que hay que limpiar. Estas situaciones de malversación deben rectificarse [134, Países nórdicos, 2001].

El mantenimiento, incluido el mantenimiento preventivo, es importante, p. ej. el examen regular de las instalaciones de almacenamiento de sangre para asegurar la prevención de fugas [134, Países nórdicos, 2001]. Las partes que se aproximan al fin de su vida útil esperada deben ser reemplazadas de forma rutinaria en los lugares donde una avería podría provocar una interrupción significativa del proceso. Para minimizar las interrupciones y los tiempos de inactividad hay que contar con recambios adecuados para todas las partes reemplazables tanto para los procesos como para los equipos de tratamiento/reducción [49, VDI, 1996].

En las instalaciones donde se lleva a cabo más de una tarea, es posible una gestión global de los niveles de emisión y consumo en beneficio de una, o más, de dichas tareas. Esto puede lograrse, p. ej. usando en una tarea el vapor producido en otra.

Las características controlables de la materia prima orgánica de cualquiera de los procesos pueden afectar al rendimiento ambiental de una instalación. En tal caso, el operador de la instalación puede establecer como una condición del contrato que la materia prima sea suministrada en las condiciones adecuadas, tanto para la obtención de la calidad como para el rendimiento ambiental.

4.1.1 Herramientas de gestión ambiental

Descripción

El mejor rendimiento ambiental suele conseguirse mediante la instalación de la mejor tecnología y su operación del modo más efectivo y eficiente posible. Esto es reconocido por la definición de “técnicas” de la Directiva IPPC como *“tanto la tecnología usada como el modo en el que la instalación se diseña, se construye, se mantiene, funciona y se desmantela”*.

Para las instalaciones IPPC, un sistema de gestión ambiental (SGA) es una herramienta que los operarios pueden usar para las cuestiones de diseño, construcción, mantenimiento, funcionamiento y desmantelamiento en una forma sistemática y demostrable. Un SGA incluye la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y recursos para el desarrollo, la puesta en práctica, el mantenimiento, la revisión y la supervisión de la política ambiental. Los sistemas de gestión ambiental son más efectivos y eficientes cuando constituyen una parte inherente de la gestión global y del funcionamiento de una instalación.

En la Unión Europea, muchas organizaciones han decidido poner en práctica voluntariamente sistemas de gestión ambiental basados en el EN ISO 14001:1996 o en el esquema de auditoría y eco-gestión EMAS de la UE. El EMAS incluye los requisitos de sistemas de gestión de EN ISO 14001, pero añade un énfasis adicional en la conformidad legal, el rendimiento ambiental y la implicación de los empleados; también requiere la verificación externa del sistema de gestión y la validación de una declaración ambiental pública (la auto-declaración EN ISO 14001 es una alternativa a la verificación externa). También hay muchas organizaciones que han decidido poner en práctica SGA no estandarizados.

Mientras que tanto los sistemas estandarizados (EN ISO 14001:1996 y EMAS) como los sistemas no-estandarizados (“adaptados”) consideran en principio a la organización como la entidad, este documento sigue una aproximación más estrecha y no incluye a todas las actividades de la organización, p. ej. con respecto a sus productos y servicios, debido a que la entidad regulada por la Directiva IPPC es la instalación (como se define en el artículo 2).

Un sistema de gestión ambiental (SGA) para una instalación IPPC puede contener los siguientes componentes:

- (a) definición de una política ambiental
- (b) planificación y establecimiento de objetivos
- (c) procedimientos de puesta en práctica y funcionamiento
- (d) acciones de comprobación y corrección
- (e) revisión de la gestión
- (f) preparación de una declaración ambiental regular
- (g) validación por un cuerpo de certificación o un verificador externo de SGA
- (h) consideraciones de diseño para el desmantelamiento al final de la vida útil de la planta
- (i) desarrollo de tecnologías más limpias
- (j) análisis comparativo

Estas características se explican con algo más de detalle a continuación. Para una información detallada de los componentes de la (a) a la (g), los cuales están todos incluidos en los EMAS, se emplaza al lector a las referencias indicadas más adelante.

(a) Definición de una política ambiental

Los directores generales son los responsables de definir una política ambiental para una instalación y de asegurar que:

- es apropiada a la naturaleza, escala e impactos ambientales de las actividades,
- incluye un compromiso de control y prevención de la contaminación,

- incluye un compromiso de cumplimiento con toda la legislación y las regulaciones ambientales relevantes aplicables y con todos los demás requisitos que la organización suscribe,
- proporciona el marco para fijar y revisar los objetivos ambientales,
- está documentado y se comunica a todos los empleados,
- está disponible al público y a todas las partes interesadas.

(b) Planificación, es decir:

- procedimientos para identificar aspectos ambientales de la instalación, a fin de determinar aquellas actividades que tienen o pueden tener impactos significativos en el medio ambiente, y mantener actualizada esta información,
- procedimientos para identificar y tener acceso a requisitos legales y de otro tipo que la organización suscribe y que son aplicables a los aspectos ambientales de sus actividades,
- establecimiento y revisión de objetivos ambientales, tomando en consideración los requisitos legales y de otro tipo y las opiniones de los grupos interesados,
- establecimiento y puesta al día de forma regular de un programa de gestión ambiental, incluyendo la designación de la responsabilidad para la consecución de los objetivos en cada función y nivel relevantes así como los medios y el espacio de tiempo en los que tienen que lograrse.

(c) Procedimientos de puesta en práctica y funcionamiento

Es importante tener sistemas a punto para asegurar que los procedimientos se conocen, se comprenden y se cumplen; por lo tanto, una gestión ambiental efectiva incluye:

(i) Estructura y responsabilidad

- definición, documentación y comunicación de los roles, responsabilidades y autoridades, lo cual incluye el nombramiento de un representante de gestión específico,
- disposición de recursos esenciales para la puesta en práctica y el control del sistema de gestión ambiental, incluyendo los recursos humanos y las habilidades especializadas, la tecnología y los recursos financieros.

(ii) Formación, conciencia y competencia

- identificación de las necesidades de formación para asegurar que todo el personal cuyo trabajo pueda afectar significativamente a los impactos ambientales de la actividad, ha recibido una formación apropiada.

(iii) Comunicación

- establecimiento y mantenimiento de procedimientos para la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la instalación, así como de procedimientos que fomenten el diálogo con partes externas interesadas, y de procedimientos para la recepción, documentación y, cuando sea razonable, respuesta a comunicaciones relevantes de partes externas interesadas.

(iv) Implicación de los empleados

- implicación de empleados en el proceso para lograr un alto nivel de rendimiento ambiental mediante la aplicación de formas de participación apropiadas, tales como el sistema del libro de sugerencias, grupos de trabajo basados en el proyecto o comités ambientales.

(v) Documentación

- establecimiento y mantenimiento de información actualizada en papel o en formato electrónico, para describir los elementos esenciales del sistema de gestión y su interacción y para proporcionar la ubicación de documentación relacionada.

(vi) Control de proceso eficiente

- control adecuado de procesos bajo todos los modos de funcionamiento, es decir, preparación, inicio, operación rutinaria, paro y condiciones anormales,
- identificación de los indicadores de funcionamiento claves y de métodos para la medida y el control de estos parámetros (p. ej. flujo, presión, temperatura, composición y cantidad),
- documentación y análisis de condiciones de funcionamiento anormales para identificar las causas primeras y después reconducirlas para asegurar que los sucesos no sean recurrentes (esto puede facilitarse mediante una cultura de “no-culpa” en la que la identificación de las causas sea más importante que el juzgar qué parte de culpa tiene cada individuo).

(vii) Programa de mantenimiento

- establecimiento de un programa de mantenimiento estructurado basado en descripciones técnicas del equipo, normas, etc. así como de cualquier fallo del equipo y de sus consecuencias,
- soporte al programa de mantenimiento mediante sistemas de conservación de registros y pruebas de diagnóstico,
- asignación clara de la responsabilidad para la planificación y ejecución del mantenimiento.

(viii) Preparación y respuesta ante las emergencias

- establecimiento y mantenimiento de procedimientos para identificar el riesgo y la respuesta a los accidentes y a las situaciones de emergencia, y para prevenir y mitigar los impactos ambientales que pueden estar asociados los mismos.

(d) Chequeo y acción correctiva, es decir:

(i) Supervisión y medida

- establecimiento y mantenimiento de procedimientos documentados para supervisar y medir regularmente las características claves de las operaciones y actividades que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluido el registro de información para la realización del seguimiento, los controles operativos relevantes y la conformidad con los objetivos ambientales de la instalación (*véase también el Documento de Referencia sobre la Supervisión de Emisiones*),
- establecimiento y mantenimiento de un procedimiento documentado para la evaluación periódica del cumplimiento de la legislación y las regulaciones ambientales relevantes.

(ii) Acciones correctivas y preventivas

- establecimiento y mantenimiento de procedimientos para definir la responsabilidad y la autoridad para controlar e investigar la no conformidad con las condiciones del permiso, con otros requerimientos legales así como con los objetivos, toma de medidas destinadas a mitigar cualquier impacto causado y para iniciar y completar las acciones correctivas y preventivas que sean apropiadas a la magnitud del problema y sean dimensionadas de acuerdo con el impacto ambiental encontrado.

(iii) Registros

- establecimiento y mantenimiento de procedimientos para la identificación, conservación y disposición de registros ambientales que puedan seguirse y sean legibles e identificables, incluidos los registros de prácticas y los resultados de auditorías y revisiones.

(iv) Auditoría

- establecimiento y mantenimiento de (un) programa(s) y procedimientos para auditorías del sistema de gestión ambiental en que se incluyan discusiones con el personal, inspección de las condiciones de funcionamiento y del equipo y revisión de

registros y documentación y que dé lugar a un informe escrito llevado a cabo de forma imparcial y objetiva por los empleados (auditorías internas) o por grupos externos (auditorías externas), abarcando el ámbito de la auditoría, la frecuencia y la metodología, así como las responsabilidades y requisitos para la realización de auditorías y de informes de resultados, a fin de determinar si el sistema de gestión ambiental se adecua o no a los acuerdos planificados y si se ha puesto en práctica y mantenido correctamente,

- conclusión de la auditoría o ciclo de auditorías, según sea apropiado, a intervalos no mayores de tres años, dependiendo de la naturaleza, escala y complejidad de las actividades, el significado de los impactos ambientales asociados, la importancia y urgencia de los problemas detectados por auditorías previas y la historia de los problemas ambientales (las actividades más complejas con un impacto ambiental más significativo se someten a auditorías con mayor frecuencia),
- disponer de mecanismos apropiados para asegurar que se sigan los resultados de la auditoría.

(v) Evaluación periódica de la conformidad legal

- revisión de la conformidad a la legislación ambiental aplicable y de las condiciones de permiso(s) ambientales de la instalación,
- documentación de la evaluación.

(e) Revisión de la gestión, es decir:

- revisión, por los directores generales, a intervalos determinados por ellos, del sistema de gestión ambiental para asegurar su continua conveniencia, adecuación y efectividad,
- asegurarse de que la información necesaria es recogida para permitir a los directivos autorizados llevar a cabo dicha evaluación,
- documentación de la revisión.

(f) Preparación de una declaración ambiental regular:

- preparación de una declaración ambiental que ponga particular atención a los resultados conseguidos por la instalación ante sus objetivos ambientales. Se produce regularmente, desde una vez al año a menos frecuentemente según la importancia de las emisiones, generación de residuos etc. Tiene en cuenta las necesidades de información de los grupos relevantes interesados y su accesibilidad pública (p. ej. en publicaciones electrónicas, bibliotecas, etc.).

Cuando se produce una declaración, el operador puede utilizar indicadores existentes y relevantes de rendimiento ambiental, asegurándose de que los indicadores elegidos:

- i. den una apreciación precisa del funcionamiento de la instalación,
- ii. sean comprensibles y sin ambigüedades,
- iii. permitan la comparación durante un año para evaluar el desarrollo del rendimiento ambiental de la instalación,
- iv. permitan la comparación con los puntos de referencia del sector, nacionales o regionales según sea apropiado,
- v. permitan la comparación con los requisitos reguladores según sea apropiado.

(g) Validación por un organismo de certificación o un verificador de SGA externo:

- el contar con el sistema de gestión, los procedimientos de auditoría y la declaración ambiental examinados y validados por un organismo de certificación acreditado o por un verificador de SGA externo, puede, si se lleva a cabo correctamente, mejorar la credibilidad del sistema.

(h) Consideraciones de diseño para el desmantelamiento al final de la vida útil de la planta:

- la consideración del impacto ambiental del desmantelamiento final de la unidad a la hora de diseñar una planta nueva, como previsión, hace que éste sea más fácil, más limpio y más barato,
- el desmantelamiento conlleva riesgos ambientales de contaminación de suelos (y aguas subterráneas) y genera grandes cantidades de residuos sólidos. Las técnicas preventivas son específicas de los procesos pero las consideraciones generales incluirían:
 - i. evitar las estructuras subterráneas
 - ii. incorporar las características que faciliten el desmantelamiento
 - iii. elección de acabados de superficie que se descontaminen fácilmente
 - iv. uso de una configuración de equipo que minimice los productos químicos atrapados y facilite el drenaje o el lavado
 - v. diseño de unidades flexibles, auto-contenidas que permitan el aislamiento en fases
 - vi. uso de materiales biodegradables y reciclables cuando sea posible.

(i) Desarrollo de tecnologías más limpias:

- la protección ambiental debería ser una característica inherente en cualquier diseño de proceso de las actividades llevadas a cabo por el titular, ya que las técnicas que se incorporan cuanto antes en la etapa de diseño son más efectivas y más baratas. La consideración del desarrollo de tecnologías más limpias puede, por ejemplo, hacerse en las actividades de I+D o en estudios. Como alternativa a las actividades internas, se puede llegar a acuerdos para mantenerse al corriente – y donde sea apropiado – del trabajo de comisiones compuestas por otros titulares o institutos de investigación activos en el área relevante.

(j) Análisis comparativo, es decir:

- llevar a cabo comparaciones sistemáticas y regulares con los puntos de referencia del sector, nacionales o regionales, incluidas las actividades de conservación de energía y eficiencia energética, la elección de los materiales de entrada, emisiones a la atmósfera y vertidos al agua (utilizando por ejemplo el Registro Europeo de Emisiones de Contaminantes, *European Pollutant Emission Register*, EPER), el consumo de agua y la generación de residuos.

SGA estandarizadas y no estandarizadas

Un SGA puede tener la forma de un sistema estandarizado o no-estandarizado (“adaptado”). La puesta en práctica y adherencia a un sistema estandarizado internacionalmente aceptado como el EN ISO 14001:1996 puede dar una mayor credibilidad a los SGA, especialmente si están sujetos a una verificación externa realizada correctamente. El EMAS proporciona una credibilidad adicional debido a la interacción con el público a través de la declaración ambiental y el mecanismo para asegurar la conformidad a la legislación ambiental aplicable. Sin embargo, los sistemas no-estandarizados pueden en principio ser igualmente eficientes siempre que sean correctamente diseñados y puestos en práctica.

Beneficios ambientales logrados

La puesta en práctica y adherencia a un SGA centra la atención del titular en el rendimiento ambiental de la instalación. En concreto, el mantenimiento y la conformidad de procedimientos claros de funcionamiento, tanto para situaciones normales como anormales, y las líneas de responsabilidad asociadas deberían asegurar que las condiciones para la licencia de la instalación y los demás objetivos ambientales confluyan siempre.

Los sistemas de gestión ambiental suelen asegurar la continua mejora del rendimiento ambiental de la instalación. Cuanto más bajo sea el punto de partida, más mejoras significativas se pueden

esperar a corto plazo. Si la instalación ya tiene un buen rendimiento ambiental global, el sistema ayuda al titular a mantener el alto nivel de rendimiento.

Efectos cruzados

Las técnicas de gestión ambiental se diseñan para dirigirse al impacto ambiental global, lo cual es consistente con la aproximación integrada de la Directiva IPPC.

Cuestiones operativas

No se aporta información específica.

Aplicabilidad

Los componentes descritos anteriormente se pueden aplicar típicamente a todas las instalaciones. El ámbito (p. ej. nivel de detalle) y naturaleza del SGA (p. ej. estandarizado o no-estandarizado) generalmente estará relacionado con la naturaleza, escala y complejidad de la instalación, y con el rango de impactos ambientales que pueda haber.

Aspectos económicos

Resulta difícil determinar de forma precisa los costes y beneficios económicos de la introducción y mantenimiento de un buen SGA. A continuación se presentan numerosos estudios. Sin embargo, son sólo ejemplos y sus resultados no son enteramente coherentes. Podrían no ser representativos para todos los sectores a lo largo de la UE y por tanto deberían tratarse con prudencia.

Un estudio sueco realizado en 1999 comprendió todas las 369 empresas suecas con certificado ISO y EMAS registradas. Con una tasa de respuesta de 50%, concluyó entre otros hechos que:

- los gastos para la introducción y funcionamiento del SGA son altos, pero no lo son irrazonablemente, salvo en el caso de empresas muy pequeñas. Es de esperar que los gastos disminuyan en el futuro;
- un grado más alto de coordinación e integración de un SGA con otros sistemas de gestión son una posible vía para disminuir costes;
- la mitad de todos los objetivos ambientales tienen un periodo de recuperación de la inversión de un año mediante ahorro en costes y/o incremento de ingresos;
- los mayores ahorros de costes se produjeron a través de la disminución del gasto en energía, tratamiento de residuos y materias primas;
- la mayoría de las empresas cree que su posición en el mercado se ha fortalecido mediante el SGA. Un tercio de las empresas informa de un aumento en los ingresos debido al SGA.

En algunos Estados miembros se aplican tarifas de supervisión reducidas si la instalación cuenta con certificación.

Diversos estudios¹ muestran que hay una relación inversa entre el tamaño de la compañía y el coste de puesta en práctica de un SGA. Una relación inversa similar existe para el periodo de recuperación del capital invertido. Ambos elementos implican una relación coste-beneficio menos favorable para la puesta en práctica de un SGA en PYME en comparación con compañías mayores.

Según un estudio suizo, el coste medio para construir y operar ISO 14001 puede variar:

- para una empresa con un número de empleados entre 1 y 49: 64.000 CHF (44.000 EUR) para construir el SGA y 16.000 CHF (11.000 EUR) por año de funcionamiento,

¹ (E.g. Dyllick and Hamschmidt (2000, 73) quoted in Klemisch H. and R. Holger, *Umweltmanagementsysteme in kleinen und mittleren Unternehmen – Befunde bisheriger Umsetzung*, KNI Papers 01/02, January 2002, p 15; Clausen J., M. Keil and M. Jungwirth, *The State of EMAS in the EU. Eco-Management as a Tool for Sustainable Development – Literature Study*, Institute for Ecological Economy Research (Berlin) and Ecologic – Institute for International and European Environmental Policy (Berlin), 2002, p 15).

- para una planta industrial con más de 250 empleados: 367.000 CHF (252.000 EUR) para construir el SGA y 155.000 CHF (106.000 EUR) por año de funcionamiento.

Estos datos promedios no representan necesariamente el coste real para un recinto industrial debido a que este coste también depende en gran medida del número de puntos significativos (contaminantes, consumo de energía, etc.) y de la complejidad de los problemas a estudiar.

Un estudio alemán reciente (Schaltegger, Stefan y Wagner, Marcus, *Umweltmanagement in deutschen Unternehmen - der aktuelle Stand der Praxis*, febrero 2002, p. 106) muestra los siguientes costes para EMAS en distintas ramas. Puede observarse que estos datos son mucho más bajos que los del estudio suizo mencionado anteriormente. Esto es una confirmación de la dificultad de determinar los costes de un SGA.

Costes para la construcción (EUR):

mínimo	- 18.750
máximo	- 75.000
promedio	- 50.000

Costes para la validación (EUR):

mínimo	- 5.000
máximo	- 12.500
promedio	- 6.000

Un estudio para el Instituto Alemán de Emprendedores (Unternehmerinstitut / Arbeitsgemeinschaft Selbständiger Unternehmer UNI/ASU, 1997, *Umweltmanagementbefragung - Öko-Audit in der mittelständischen Praxis - Evaluierung und Ansätze für eine Effizienzsteigerung von Umweltmanagementsystemen in der Praxis*, Bonn) proporciona información acerca del ahorro promedio alcanzado por un EMAS por año y el tiempo promedio de recuperación de la inversión. Por ejemplo, para unos costes de puesta en práctica de 80.000 EUR resultó un ahorro promedio de 50.000 EUR por año, correspondiente a un tiempo de recuperación de la inversión de cerca de un año y medio.

Se pueden estimar los costes externos relativos a la verificación del sistema mediante la guía que proporciona el Foro de Acreditación Internacional (*International Accreditation Forum*, <http://www.iaf.nu>).

Motivaciones para la puesta en práctica

Los sistemas de gestión ambiental pueden proporcionar numerosas ventajas, como por ejemplo:

- percepción mejorada de los aspectos ambientales de la empresa
- mejora de la base para la toma de decisiones
- mejora en la motivación del personal
- posibilidades adicionales para la reducción de los costes operativos y mejora en la calidad del producto
- rendimiento ambiental mejorado
- mejora en la imagen de la empresa
- reducción en los costes de responsabilidad, seguro y conformidad
- aumento del atractivo para los empleados, clientes e inversores
- aumento en la confianza de los reguladores, que podría llevar a inadvertencias de la regulación reducidas
- mejora en la relación con grupos ambientales.

Plantas de ejemplo

Las características descritas anteriormente bajo los puntos (a) a (e) son elementos de EN ISO 14001:1996 y el esquema de eco-gestión y auditorías de la Comunidad Europea (EMAS), mientras que las características (f) y (g) son específicas de EMAS. Estos dos sistemas

estandarizados se aplican a numerosas instalaciones IPPC. A modo de ejemplo, hay dos plantas registradas EMAS de harina de pescado y aceite de pescado en Dinamarca y un matadero de pavos y una planta procesadora registrada EMAS en el Reino Unido.

En el Reino Unido, la Agencia Ambiental de Inglaterra y Gales llevó a cabo un estudio entre instalaciones reguladas por el IPC (el precursor de IPPC) en el 2001. Mostró que el 32% de los demandados tenían el certificado ISO 14001 (correspondiente al 21% de todas las instalaciones IPC) y que el 7% estaban registrados en la EMAS. Todas las fábricas de cemento en el RU (cerca de 20) tienen el certificado ISO 14001 y la mayoría están registrados en la EMAS. En Irlanda, donde se requiere el establecimiento de un SGA (no necesariamente de tipo estandarizado) para las licencias IPC, se estima que 100 de entre aproximadamente 500 instalaciones con licencia han establecido un SGA acorde con la ISO 14001, mientras que las 400 instalaciones restantes han optado por un SGA no estandarizado.

Referencias

El Reglamento 761/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo que permite la participación voluntaria de organismos en una eco-gestión comunitaria y un esquema de auditoría (EMAS), OJ L 114, 24/4/2001, http://europa.eu.int/comm/environment/emas/index_en.htm

EN ISO 14001:1996, <http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso14000/iso14000index.html>; <http://www.tc207.org>

4.1.2 Disposición de formación

Descripción

Proporcionar a los empleados de todos los niveles, desde los directivos hasta los trabajadores de planta, la formación necesaria e instruirlos en sus obligaciones puede servir para mejorar el control de procesos y minimizar los niveles de emisión y consumo y el riesgo de accidentes. Esto puede realizarse por medio de consejeros ambientales de la casa o externos, aunque no se debería depender de ellos para la gestión ambiental del proceso en curso. Se deberían abarcar todos los problemas que puedan surgir durante el inicio, el paro, mantenimiento, condiciones anormales y trabajo no rutinario. La valoración de los riesgos en curso de los procesos y áreas de trabajo y la monitorización de la conformidad a los estándares identificados y prácticas operativas pueden, entonces, ser asumidas por los directivos en colaboración con los empleados de planta.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en los niveles de emisión y consumo y reducción en el riesgo de accidentes en toda la planta.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Requiere de una inversión de tiempo por parte de todo el personal para procurar la información, instrucción, formación y supervisión y la utilización de un programa de asesoramiento para identificar las necesidades de formación y su efectividad.

Aplicabilidad

Aplicable en todas las instalaciones.

Motivación para la puesta en práctica

La consideración rutinaria del impacto ambiental puede ayudar a concentrar los esfuerzos en conseguir menor consumo y niveles de emisión, dando lugar a un ahorro en costes y al incremento de la confianza de la autoridad reguladora.

Plantas de ejemplo

Muchos mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Referencias

[47, DoE SO y WO, 1997]

4.1.3 Utilización de un programa de mantenimiento planificado

Descripción

La utilización de un programa de mantenimiento planificado, el cual incluye el cambio de partes y el chequeo rutinario de la función del equipamiento, puede reducir significativamente los niveles de emisión y consumo. Esto puede implicar la designación de un individuo competente con responsabilidad para el mantenimiento de la gestión en cooperación con los directivos de operaciones. La labor del director de mantenimiento también puede supervisarse. Se pueden usar los registros de inspecciones, planos, permisos y otras informaciones relevantes para supervisar las mejoras y anticiparse a las acciones requeridas, tales como el reemplazo de partes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en los niveles de emisión y consumo y reducción en el riesgo de accidentes en toda la planta.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El tener actualizados los planes de los sistemas de drenaje en los mataderos puede ayudar al mantenimiento y a la operación del tratamiento de aguas residuales aplicado. La dirección tiene que asegurar que hay programas de inspección regulares en el recinto para analizar la contención de los tanques, la integridad de los tanques subterráneos y del drenaje y las canalizaciones sobre el suelo. Los desagües de agua superficial localizados cerca de contenedores de MER y otros residuos animales pueden conectarse al sistema de drenaje de vertidos. Se puede utilizar un programa de detección de fugas y de reparación para ahorrar agua caliente y fría. Algunos ejemplos de las causas comunes de fugas son las conexiones de tuberías dañadas, bridas y recambios, válvulas gastadas, inundaciones en tanques de agua, válvulas de cisterna y tuberías y tanques corroídos.

Para un matadero que sacrifica 18.000 pavos al día, igual a 38 aves por minuto, se ha comunicado el siguiente ahorro potencial en agua: 1.000 m³/año con un ahorro financiero de 625 GBP/año, por la reparación de una válvula de bola en un tanque de escaldado; 4.000 m³/año con un ahorro financiero de 2.495 GBP/año, por la reparación de una válvula de bola en una cadena de lavado y 1.000 m³/año con un ahorro financiero de 625 GBP/año por la reparación de una válvula de bola en un limpiador a presión (costes de 1999).

Si los gerentes aseguran que los equipos tales como las calderas se mantienen adecuadamente para funcionar a su máxima eficiencia de combustión, entonces disminuirán las emisiones a la atmósfera. En general, las calderas deberían dar un color de humo menor o igual al número 1 de la tabla Ringelmann, excepto durante los períodos de inicio. Tales períodos de puesta en marcha no deberían superar los 30 minutos en cualquier período de 24 horas. Además, si se sigue una política de elección de combustibles con el mínimo potencial contaminador, se reducirá aún más las emisiones. Un ejemplo lo constituye la utilización de fueloil con poco contenido de azufre, es decir, que contiene menos del 1% en peso de azufre.

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del tiempo de inactividad debido a averías y accidentes. La consideración rutinaria del impacto ambiental puede ayudar a concentrar los esfuerzos en conseguir menores niveles de emisión y consumo, dando lugar a ahorro en costes y al incremento de la confianza de la autoridad reguladora.

Plantas de ejemplo

Como mínimo un matadero avícola en el RU.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 63, ETBPP, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 214, AVEC, 2001]

4.1.4 Medida específica del consumo de agua

Descripción

Si se utilizan medidores específicos, el consumo de agua puede medirse a nivel de una operación unitaria específica en vez de sólo a nivel de la instalación. Se pueden identificar las áreas de sobreconsumo debido a razones técnicas u operativas y entonces tomarse acciones para optimizar el consumo. Se ha sugerido que deben tomarse lecturas frecuentes en operaciones unitarias submedidas y anotarlas una vez cada 10 minutos. La utilidad de tales medidas frecuentes depende de la complejidad de los procesos reales y de las operaciones unitarias y del tamaño y frecuencia de los cambios en el consumo de agua.

Beneficios ambientales logrados

En un recinto, la comparación del consumo real de agua con los valores recomendados llevó a una reducción en el consumo del 13%. Como consecuencia, el volumen de aguas residuales, que habría tenido que tratarse también se redujo. Además, dado que un 45% del agua se calentaba a 60 °C, el consumo de energía también disminuyó.

Efectos cruzados

No se espera ninguno.

Cuestiones operativas

Un caso de una planta de estudio preparó un mapa de su uso de agua. Se instalaron medidores y se modificaron algunas tuberías para permitir la medida individual del consumo de agua en cada área. Se midió el consumo de agua caliente y fría separadamente. El mapa permitió resaltar las áreas en las que las mejoras se podían hacer inmediatamente, por ejemplo, detener el lavado del área de estabulación con agua caliente.

Se estableció un objetivo para tasas de consumo. Se preguntó a los proveedores de equipamiento cuánta agua debería utilizar en condiciones óptimas cada pieza de los equipos. Se instalaron caudalímetros y se dieron instrucciones a los empleados de mantener la presión entre unos límites de ajuste previo mínimo y máximo.

Al consultar con los proveedores de equipamiento, resultaron evidentes potenciales de ahorro inmediato, p. ej. se descubrió que cierto equipo se había dotado de tuberías de 5 cm de diámetro de admisión para cubrir la rara ocasión en que la presión del agua cayera súbitamente, pero para el funcionamiento normal del día a día las tuberías con 2,5 cm de diámetro de admisión ya resultaban adecuadas.

El programa de formación para nuevos empleados se actualizó para abarcar los métodos de minimización de consumo de agua. Esto incluyó informes de fugas, derrames y válvulas defectuosas y una formación sobre la tarea en el uso de medidores de flujo en línea.

Aplicabilidad

Aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

En el caso de la instalación de estudio, en 1999 caudalímetros costaban 200 – 300 GBP cada uno. La modificación de tuberías y la instalación de 20 metros de ellas tuvo un coste total de 30.000 GBP. Esto condujo a una reducción de cerca de 23.000 GBP/año en el agua de la empresa y en la factura de vertido. No se dispone de información sobre los ahorros de energía asociados.

En 2002, se informó de que habían submedidores disponibles a un coste de aproximadamente 30 EUR cada uno.

Motivación para la puesta en práctica

Reducir el consumo de agua y, por tanto, ahorrar dinero.

Plantas de ejemplo

Como mínimo un matadero de ganado bovino y ovino y un matadero de cerdos en el RU.

Referencias

[52, DoE, 1994; 63, ETBPP, 2000; 307, RU, 2002]

4.1.5 Separación del agua tratada y no tratada

Descripción

Se puede diseñar el sistema de drenaje/alcantarillado para separar las aguas residuales en diferentes categorías, para recoger tantos residuos como sea posible y para tratar los residuos correctamente. Esta técnica debería complementar a otras que minimizan la cantidad de materiales que entran a las aguas residuales y así puede servir para optimizar la reutilización del agua.

El agua de lluvia y el agua fría del sistema de refrigeración se pueden verter en el mismo sistema, puesto que no suelen estar contaminadas.

Las aguas residuales de estabulación y de la limpieza de camiones se pueden recoger en un segundo sistema, ya que suele contener estiércol. El material filtrado de este sistema se puede usar para la producción de biogás o para compostaje.

Las aguas residuales de la producción y del departamento de tripas de embutidos se podrían canalizar separadamente. El tratamiento al que debería someterse el material arrastrado dependerá de la categoría que se le asigne según el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en la contaminación del agua al mantener el agua limpia separada del agua sucia y, como consecuencia, también una reducción en el consumo de energía asociado al tratamiento de aguas residuales.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Sólo es aplicable en mataderos nuevos y en ya existentes y suficientemente modificados.

Aspectos económicos

Alto coste de capital; no obstante, esto puede compensarse mediante los costes reducidos asociados al menor gasto en tratamiento de aguas residuales, ya sea *in situ*, en EDAR municipales o en una combinación de ambos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los gastos a largo plazo para el tratamiento de aguas residuales y el desecho de residuos animales.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de subproductos animales en Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 244, Alemania, 2002]

4.1.6 Utilización de agua para enfriar y de agua de bombas de vacío

Descripción

El agua para los sistemas de enfriamiento que no ha estado previamente en contacto con los productos, subproductos u otras sustancias, y que tiene una calidad del agua potable, se puede usar en algunas aplicaciones.

Beneficios ambientales logrados

Consumo de agua reducido.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El agua procedente de fuentes tales como bombas de vacío puede haber sido tratada con productos químicos para evitar la corrosión o la formación de depósitos.

Aplicabilidad

Se requerirá de la aprobación veterinaria antes de su utilización en mataderos, donde el agua tiene que ser potable. Entonces podría utilizarse para lavar patios y estabulaciones.

Plantas de ejemplo

Un pequeño matadero avícola danés utiliza agua de refrigeración previa al faenado para mantener el nivel de agua en el tanque de escaldado

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 238, UECBV, 2002; 349, Miembros del Grupo de Trabajo del GME, 2003]

4.1.7 Sustitución de mangueras de agua corriente y reparación de grifos y retretes que gotean

Descripción

Sustitución de mangueras de agua y reparación de grifos y retretes que gotean.

Beneficios ambientales logrados

Se puede ahorrar las pérdidas de agua mostradas en la Tabla 4.2.

Tipo y condición	Pérdida (l/h)	Pérdida (m ³ /año)
<i>Grifo con fugas</i>		
- 10 gotas en 10 segundos	0,7	6,1
- 30 gotas en 10 segundos	2,1	18,4
- 1 mm de recorrido	9,0	79
- 1,5 mm de recorrido	18,0	158
<i>Manguera de agua</i>		
- funcionando totalmente abierta (8 horas durante 250 días)	3.000	6.000
- ½ pulgada (12,7 mm)	5.100	10.000
- ¾ pulgada (19 mm)		
<i>Retrete</i>		
- funcionando, de modo que sólo puede verse mediante atenta observación		99
- funcionado y puede verse claramente		195
- sin reposo en la superficie		495
- vertiendo		3.000

Tabla 4.2: Pérdidas de agua de grifos con fugas, mangueras en funcionamiento y retretes

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Una manguera de agua de ¾ de pulgada (19 mm) da lugar a un consumo añadido de 195 l/t durante el período en el que el agua circula y con un ritmo de sacrificio de 350 cerdos por hora. A un ritmo de matanza menor, el valor aumenta proporcionalmente.

Si el matadero dispone de 50 posiciones de suministro de agua, incluidos los lavabos con grifos goteando y 10 retretes con agua corriente, el consumo extra de agua puede fácilmente llegar a 5.000 – 6.000 m³ anualmente. Esto equivale a 75.000 – 90.000 DKK (2001) que va a parar directamente al alcantarillado.

Aplicabilidad

Aplicable a todas las instalaciones.

Aspectos económicos

Ésta es una medida de ahorro de costes.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorrar agua.

Plantas de ejemplo

Un matadero de cerdos en Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.1.8 Utilización de limpieza a presión en toda la instalación

Descripción

A pesar de los efectos de, p. ej., la temperatura y los agentes limpiadores, la efectividad de la limpieza mediante el uso de mangueras depende del flujo de agua y de la presión aplicada. Se ha constatado que una presión de 1,5 MPa y un flujo de 60 l/min por pulverizador da un buen resultado en la limpieza de camiones comparado con los 0,3 MPa (3 bar) y 250 l/min; es decir, es posible un ahorro del 75% de agua con el mismo resultado de limpieza.

Beneficios ambientales logrados

Se puede alcanzar una reducción del 75% en el consumo de agua. Como consecuencia, el volumen de aguas residuales que hay que tratar también se reduce. Además, si el agua usada es calentada, entonces hay además un ahorro energético.

Efectos cruzados

Ninguno previsto.

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

El beneficio económico directo depende del precio del agua. Es necesaria una inversión de 50 – 250 EUR por pulverizador. Si las bombas existentes y las cañerías de agua no se adaptan a la presión deseada, entonces su reemplazo hará aumentar los costes de inversión.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorro de agua y, por tanto, de dinero.

Referencias

[3, EPA, 1996; 240, Países Bajos, 2002]

4.1.9 Acople de mangueras de limpieza con disparadores manuales

Descripción

El cierre por control de disparador se puede adaptar a las mangueras de limpieza sin ninguna otra modificación, si se emplea un calentador de agua para proporcionar el agua caliente. Si se utiliza una válvula mezcladora de vapor y agua para proporcionar el agua caliente, será necesario instalar válvulas de chequeo para prevenir que el vapor o el agua entren en la línea errónea. Las válvulas de cierre automático a menudo se venden con pulverizadores incorporados. Los pulverizadores aumentan el impacto del agua y disminuyen el flujo.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y energía.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El ahorro de energía se calculó empleando una manguera que se había dotado con una válvula de cierre automática y un pulverizador, utilizando agua a una temperatura de 71 °C. El caudal antes de la instalación era de 76 l/min y después de la instalación fue de 57 l/min. El tiempo de funcionamiento de la manguera fue de 8 h/d antes de la instalación y de 4 h/d después de ella. Para un coste de agua de 0,21 USD/m³, se calculó un ahorro de coste de agua anual de 4.987 USD (precios de 2000). También se ha calculado un ahorro de energía anual de 919 GJ.

En un matadero que sacrifica 18.000 pavos al día, es decir 38 aves por minuto, se ha informado de un ahorro potencial en agua de 9.000 m³/año con un ahorro financiero de 5.620 GBP/año. El coste de inversión citado por manguera fue de 70 GBP (precios de 1999).

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Si los pulverizadores se instalan sin cierres automáticos, los costes del equipamiento son menores de 10 USD. Un cierre controlado con un disparador automático en un pulverizador

cuesta aproximadamente 90 USD (precios de 2000). Se ha constatado que la recuperación de la inversión es inmediata.

Motivación para la puesta en práctica

Menores costes de agua y energía.

Plantas de ejemplo

Un matadero de pavos en el RU.

Referencias

[3, EPA, 1996; 214, AVEC, 2001; 268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.1.10 Suministro de agua a presión controlada y con pulverizadores

Descripción

Donde sea esencial el suministro de agua, p. ej. en una línea de matanza, ésta puede suministrarse a través de pulverizadores diseñados y situados para cada operación unitaria individual y para cada operación de limpieza. En las operaciones de limpieza, el agua se puede suministrar a una serie de mangueras, p. ej. un conducto en anillo. El flujo de agua en cada pulverizador puede ser establecido por el gerente para cada aplicación individual. La presión del agua se puede ajustar de acuerdo con la operación unitaria/operación de limpieza que requiera la presión más alta y se puede instalar en cada una de las otras operaciones unitarias/estaciones de limpieza que requieran agua, un regulador de presión adecuado.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua. Cuando se utiliza agua calentada, el consumo global de energía puede reducirse.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

La presión del agua para el proceso general puede ajustarse al proceso que requiere la presión más alta, p. ej. en el equipo de matanza se ha citado una presión de 17 atmósferas (1,72 MPa). En los demás procesos se puede instalar un regulador de presión adecuado.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, de acuerdo con las necesidades en línea, operativas generales y de limpieza.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.1.11 Adaptación y utilización de desagües en el suelo con filtros y/o rejillas para evitar que pase material sólido a las aguas residuales

Descripción

El filtrado inicial de las aguas residuales puede conseguirse colocando rejillas con telas metálicas de pequeño tamaño, o una combinación de puente y filtro, sobre los desagües del suelo.

Beneficios ambientales logrados

El arrastre reducido de sólidos en las aguas residuales y, como consecuencia, la reducción en la carga de DQO, la DBO y SST en la EDAR. Según la categoría del material en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, los sólidos pueden utilizarse o desecharse en varios modos y puede requerirse un filtro con una malla de tamaño que no exceda los 6 mm.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En muchos mataderos e instalaciones de subproductos animales, es una práctica común de los empleados en las operaciones de limpieza, el retirar las rejillas en los desagües del suelo y echar los materiales sólidos, tales como trozos sobrantes y pedazos de carne directamente al desagüe. Puede que esto se haga sin pensar o creyendo que un filtro o depósito de recogida posterior atraparán todos los sólidos. No obstante, cuando los sólidos entran en la corriente de aguas residuales están sometidos a turbulencia, bombeo y filtrado mecánico, lo cual provoca su división y la liberación de sustancias con alta DQO en la solución, junto con coloides, grasas y sólidos en suspensión. El posterior tratamiento de las aguas residuales y el vertido de los vertidos a la EDAR municipal pueden resultar caros.

Para reducir la carga de los vertidos, primeramente se han realizado esfuerzos para mantener a los sólidos fuera del flujo de las aguas residuales. Por ejemplo, puede examinarse detenidamente la preparación de canales para que se pueda interceptar los materiales sólidos antes de que entren en los desagües. De forma similar, se puede animar a los empleados de limpieza a que vacíen las fosas sépticas de los desagües en un cubo de residuos y que los reemplacen en el punto del desagüe antes de utilizar agua para limpiar un área. Esto presenta la ventaja adicional de que los sólidos se recogen secos, de forma que el peso es menor y, por tanto, más barato su transporte y no se requiere energía para retirar el exceso de agua.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Sin coste.

Motivación para la puesta en práctica

Carga reducida en la EDAR y ahorros de coste, así como el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Plantas de ejemplo

La mayoría, pero no todos, de los mataderos e instalaciones de subproductos animales tienen desagües provistos de filtros o rejillas.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

4.1.12 Limpieza en seco de las instalaciones y transporte en seco de subproductos

Descripción

Los subproductos y residuos del matadero y los procesos de tratamiento de subproductos animales pueden transportarse lo más secos como sea posible y se pueden limpiar todos los derrames barriendo o usando un enjuagador antes de la limpieza en seco. Esto reduce la entrada de materia orgánica en el agua, la cual consecuentemente tendría que tratarse bien en el mismo recinto o en una planta de tratamiento de residuos municipal.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y del volumen de aguas residuales. Reducción de la entrada de materiales en las aguas residuales y, por tanto, niveles de DQO y DBO menores. Incremento en el potencial para la recuperación y el reciclaje de sustancias generadas en el proceso. Menor uso de la energía necesaria para calentar el agua. Empleo reducido de detergentes.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Algunos ejemplos de métodos de transporte en seco son la transferencia de plumas mediante un transportador de tornillo y la transferencia de menudos no destinados al consumo humano mediante vacío o aire comprimido. El transporte en agua generalmente es apropiado para subproductos destinados al consumo humano, en parte debido al efecto de enfriamiento, aunque esto todavía debe evaluarse caso por caso, ya que, alternativamente, el despacho frecuente de lotes a áreas refrigeradas puede suprimir la necesidad de tal consumo de agua y de la contaminación asociada.

Véase también la sección 4.1.31.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Menor uso de energía y agua, reducción en la necesidad de tratamiento de aguas residuales y un menor uso de detergente y gastos menores.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 244, Alemania, 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

4.1.13 Protección de rebosado en tanques de almacenamiento a granel, p. ej. que contienen sangre o sebo

Descripción

Se pueden acoplar dispositivos de detección de nivel que detectarán automáticamente el nivel de líquido en un recipiente y emitirán una señal audible y visible, primero para alertar de que la capacidad está próxima al completo y luego, si no se toman medidas, para detener realmente el llenado del tanque, p. ej. parando la bomba o desviando el flujo.

Beneficios ambientales logrados

Riesgo reducido de rebosado accidental que, de otro modo, podría conducir, p. ej. en el caso de la sangre, a un incremento masivo en la DQO de las aguas residuales y a una potencial indisponibilidad de la EDAR municipal o del emplazamiento, o bien, si el agua del patio se va absorbiendo sin ser tratada, a una importante contaminación local de los cursos de agua locales.

Efectos cruzados

No se ha informado de ninguno.

Cuestiones operativas

La protección de rebosado puede cortar automáticamente el aporte de más líquidos, o bien puede comprender un sistema de alarmas audibles y visuales a las que los operarios responden. La elección depende generalmente del peligro asociado a la sustancia que se almacena. Allí

donde la sustancia es peligrosa para el medio ambiente y/o el personal, generalmente hay y se mantienen sistemas automatizados. Esto reduce los elementos de riesgo asociados a errores humanos.

Por ejemplo, el derrame accidental de sangre es uno de los accidentes potencialmente más perjudiciales para el medio ambiente que pueden ocurrir en un matadero. La sangre puede escapar a cursos de agua locales o causar problemas en una EDAR del mismo emplazamiento, debido a la carga de choque. Se puede reducir este riesgo instalando una alarma de nivel alto en el tanque de sangre, ligada a un dispositivo automático de corte para las bombas de sangre. Por ejemplo, se puede emplear un mecanismo que utilice un flotador de cisterna. El flotador contacta con un interruptor eléctrico el cual acciona un solenoide que activa una válvula, la cual impide más llenado.

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales donde se almacenan líquidos a granel, los cuales, si se liberan al medio ambiente podrían causar una contaminación importante.

Aspectos económicos

No resulta caro.

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de la liberación accidental de líquidos nocivos para el medio ambiente.

Plantas de ejemplo

La protección al rebosado en tanques de almacenamiento a granel es de uso extendido en la industria química y en las industrias donde se usan líquidos nocivos para el medio ambiente, incluidos los seres humanos, p. ej. en el proceso o la limpieza.

Referencias

[4, EPA, 1996; 148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001; 244, Alemania, 2002; 288, Durkan J., 2002; 295, HSE, 1998]

4.1.14 Contención de tanques de almacenamiento a granel que contienen p. ej. sangre o sebo

Descripción

Se puede proporcionar un muro de contención capaz de contener como mínimo el 110% del volumen del mayor tanque de almacenamiento y de una resistencia e integridad adecuadas para contener el líquido almacenado. Esto normalmente se considera suficiente para albergar los contenidos en caso de un fallo catastrófico. Se puede contar con una contención de menor capacidad si el líquido puede dirigirse a un área de recolección separada. En este caso, paredes de desvío de una altura mínima de 0,5 metros pueden evitar el rebosado del muro de contención.

Beneficios ambientales logrados

Riesgo reducido de fuga y derrame accidentales que, de otro modo, podría conducir, p. ej. en el caso de la sangre, a un incremento masivo en la DQO de las aguas residuales y a una potencial indisponibilidad de la EDAR municipal o del mismo emplazamiento, o bien, si el agua del patio se va absorbiendo sin tratamiento, el rebosado podría conllevar una importante contaminación de los cursos de agua locales y de la tierra. Un tanque de sangre típico podría albergar 13.600 litros.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

Un muro de contención debería incorporar un método para retirar el agua de lluvia y esta necesidad debería evaluarse regularmente y, en particular, siempre después de la lluvia. El agua de lluvia se tendría que retirar para asegurar que la capacidad de la contención es siempre suficiente para albergar los contenidos del tanque, en caso de que se requiera. Debería chequearse la integridad de la contención de forma regular.

Si los muros de la contención exceden los 0,6 metros de altura puede que se requiera una atención particular para asegurar su resistencia y pueden requerirse medidas de escape fijas. Los muros de contención suelen situarse como mínimo a 1 metro de distancia de un tanque con capacidad de hasta 100 m³ y a 2 metros en el caso de tanques mayores. El daño a las contenciones se puede evitar mediante protecciones de impactos, como barreras para accidentes o bolardos y mediante una buena gestión del tráfico.

Aplicabilidad

Aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales donde se almacenan líquidos a granel, que si se liberan al medio ambiente podrían causar una contaminación importante.

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de la liberación accidental de líquidos nocivos para el medio ambiente.

Plantas de ejemplo

La aplicación de contención en tanques de almacenamiento a granel es de uso extendido en la industria química y en las industrias donde se utilizan líquidos nocivos para el medio ambiente, incluidos los seres humanos, p. ej. en el proceso o la limpieza.

Referencias

[4, EPA, 1996; 295, HSE, 1998]

4.1.15 Protección de doble forro en tanques de almacenamiento a granel, p. ej. que contienen sangre o sebo

Descripción

Una pared de doble forro en los tanques de almacenamiento a granel proporciona cierta protección frente a la liberación de líquidos debido a la corrosión, deterioro o daños catastróficos.

Beneficios ambientales logrados

Menor riesgo de fuga y derrame accidentales que, de otro modo, podría conducir, p. ej. en el caso de la sangre, a un incremento masivo en la DQO de las aguas residuales y a una potencial indisponibilidad de la EDAR municipal o del mismo emplazamiento o bien, si el agua del patio se va absorbiendo sin tratamiento, el rebosado podría conllevar una importante contaminación de los cursos de agua locales. Se puede conseguir un pequeño grado de aislamiento del calor lo cual puede reducir en parte el ritmo de fermentación de la sangre y, por tanto, disminuir la velocidad de formación de gases malolientes. Un tanque de sangre típico podría albergar 13.600 litros.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Los fallos internos pueden permanecer sin detectar por lo que deberían programarse y llevarse a cabo inspecciones periódicas. El sistema de monitorización puede utilizar o bien vacío o bien presión para proporcionar una alarma en el caso de que uno de estos forros falle.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales donde se almacenan líquidos a granel, que si se liberan al medio ambiente, podrían causar una contaminación importante.

Motivación para la puesta en práctica

Riesgo reducido de derrame.

Plantas de ejemplo

La utilización de tanques de sangre con doble forro es una práctica común.

Referencias

[295, HSE, 1998]

4.1.16 Puesta en práctica de sistemas de gestión energética

Descripción

La mejora de la eficiencia energética puede llevar a importantes ahorros financieros.

Beneficios ambientales logrados

Uso reducido de energía y reducciones potenciales de otros niveles de emisión y consumo asociados con algunas operaciones unitarias. Por ejemplo, el menor consumo de agua caliente puede implicar un menor consumo tanto de energía como de agua. La adopción de una aproximación formal para evaluar el consumo e identificar las áreas de mejora potencial puede servir para identificar las áreas que de otro modo se pasarían por alto; p. ej. en los mataderos, una proporción significativa del consumo global de energía es para la refrigeración en los períodos en que no se sacrifica.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se dispone de métodos formales que proporcionan una aproximación estructurada para valorar la situación actual e introducir sistemas mejorados para la gestión de las mejoras en curso. Uno de estos métodos se resume en la Tabla 4.3. Proporciona un sistema de puntuación basado en 6 criterios de realización que al analizarse se pueden utilizar para identificar los puntos fuertes y débiles de las organizaciones y cuáles son las prioridades para la mejora. Incluye referencias a los costes y ahorros financieros, por lo que pueden captar la atención de la alta dirección para quienes el rendimiento de la organización suele tener una alta prioridad. La puntuación obtenida indica la mejora potencial para cada criterio y puede utilizarse para planificar y priorizar las mejoras. El sistema de puntuación puede repetirse periódicamente para supervisar cualquier mejora.

Las mejoras en cualquier criterio de realización pueden conllevar el facilitamiento de información, instrucción y formación para motivar el cambio en todos los niveles de la organización.

Nivel	Criterios de rendimiento					
	Política energética	Organización	Motivación	Sistemas de información	Marketing	Inversión
4	Política energética, plan de acción y revisión regular con el compromiso de los altos directivos	Gestión energética plenamente integrada en las estructuras de gestión. Delegación clara de responsabilidad	Canales formales e informales de comunicación explotados regularmente	Sistema completo que establece objetivos, supervisa el consumo, identifica los fallos, cuantifica ahorros y proporciona un seguimiento del presupuesto	Marketing de la eficiencia energética y la realización de la gestión de la energía ambas en la organización y fuera de ella	Discriminación positiva a favor de esquemas verdes con evaluación detallada de las inversiones en todas las nuevas construcciones y oportunidades de reformas
3	Política energética formal pero sin un compromiso activo de los altos directivos	Gestor de energía que rinde cuentas al comité de energía representativo de todos los usuarios, presidido por un miembro del consejo de dirección	Comité de energía utilizado como el principal canal junto con el contacto directo con los usuarios importantes	Informes de monitorización y fijación de motivos para locales individuales basados en submediciones, pero los ahorros no se han comunicado de forma efectiva a los usuarios	Programa de concienciación de la plantilla y campañas de publicidad regulares	Los mismos criterios de retorno de la inversión utilizados en las demás inversiones
2	Política energética sin adoptar fijada por el gerente de energía o el gerente senior departamental	Gestor de energía en su puesto, informando al comité ad-hoc, pero la gestión de la línea y la autoridad no son claras	Contacto con los usuarios importantes a través de un comité presidido por el gerente senior departamental	Informes de monitorización y fijación de objetivos basados en los datos suministrados por los medidores. La unidad energética tiene una implicación ad-hoc en la fijación del presupuesto	Cierta conciencia de formación de personal ad-hoc	Inversión utilizando sólo criterios de retorno de la inversión a corto plazo
1	Un conjunto no escrito de pautas	Gestión de la energía con una responsabilidad parcial de alguien con sólo autoridad o influencia limitadas	Contactos informales entre ingenieros y unos pocos usuarios	Informes de costes basados en datos de facturación. Los ingenieros elaboran informes para uso interno en el departamento técnico	Contactos informados utilizados para promover la eficiencia energética	Sólo se toman medidas de bajo coste
0	No hay una política explícita	No hay una gestión de la energía o una delegación formal de la responsabilidad	No hay contacto entre los gestores de la energía y los usuarios	No hay sistema de información. No hay responsabilidad en el consumo de energía	No hay promoción de la eficiencia energética	No hay inversión para el aumento de la eficiencia energética en los locales

Nota - 0 = deficiente y 4 = bueno

Tabla 4.3: Matriz de gestión energética

Aplicabilidad

Es aplicable a mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Se ha constatado que la gestión mejorada de la energía podría reducir la cantidad de dinero gastado en energía a nivel nacional en el Reino Unido en un 20%. El dinero ahorrado podría entonces utilizarse para financiar actividades centrales, bajar los costes de operación/aumentar los beneficios, mejorar los productos o servicios o para mejorar las condiciones de trabajo para reducir el impacto de las organizaciones en el medio ambiente.

Motivación para la puesta en práctica

Consumo reducido de energía y de los costes consecuentes.

Referencias

[300, ETSU, 1998]

4.1.17 Gestión energética en una planta de carne roja

Esta “técnica” se resume en el informe de un caso de estudio de un proyecto de ahorro de energía y agua llevado a cabo en una instalación donde se sacrifica ganado bovino y ovino. En este recinto también se llevan a cabo ciertos deshuesados de la carne y aprovechamiento de los subproductos. El proyecto incorporó varias técnicas generales cuya aplicación puede ser considerada en mataderos e instalaciones de subproductos animales. Se describirán algunas de las técnicas individuales bajo apartados separados. Se presenta el proyecto global por tres razones: 1) ilustra el método utilizado para identificar aquellas operaciones unitarias que eran grandes consumidoras y/o grandes emisoras, donde se podían realizar mejoras; 2) muestra la importancia del compromiso de la gestión ante tal iniciativa, asegurando que se ponga en práctica con éxito; 3) también muestra que para que exista este compromiso, los gerentes deben comprender las cuestiones y los potenciales beneficios derivados de la investigación en la prevención de la contaminación y en las técnicas de control. Nótese, no obstante, que no se calcularon para cada técnica individual presentada todos los beneficios ambientales y financieros.

Descripción

Se llevó a cabo una estrategia de ahorro energético en una planta de carne roja mediante la utilización de un sistema informático “Monitoring and Targeting”. El sistema monitoriza continuamente el aceite, la electricidad, el agua caliente y fría, las temperaturas en cámaras de refrigeración y áreas de trabajo frías, si la planta más fría está en funcionamiento o no, si la caldera está encendida o apagada y las temperaturas en la planta de grasa y en la planta de subproductos. También se utiliza para obtener datos en el consumo de combustible y agua en áreas específicas de la instalación.

El vapor, el agua caliente, el agua fría y la electricidad se miden individualmente en las salas de matanza, en las salas de deshuesado, el bloque de oficinas, la planta de grasa y la planta de subproductos. Los objetivos de utilización están fijados. Se ha constatado que esto es particularmente exitoso para el uso de agua caliente. Este éxito parece deberse a que el uso de agua caliente es el servicio más personalmente atribuible y se ha observado que ha conducido a un espíritu competitivo entre los trabajadores, a nivel departamental.

El consumo de electricidad, combustible, aceite y agua estaban ligados a los niveles de producción mediante un programa informático de hoja de cálculo. Como resultado, la alta dirección se interesó mucho por la reducción energética. Se invirtió en medidas de ahorro energético. El éxito del proyecto estuvo asegurado por el entusiasmo generado en los trabajadores de planta. La técnica sirvió para probar la efectividad de las medidas de ahorro energético introducidas y, por ello, alentó más acciones. La supervisión continua de consumo de combustible y agua permitió la investigación y redirección de lecturas anómalas y, por tanto, se evitaron los costes excesivos.

Las principales mejoras técnicas realizadas fueron las siguientes. Se instalaron tanques de esterilización para los cuchillos empleados en el sacrificio y el deshuesado. Se instalaron cubas para la limpieza de manos y delanteros. Se racionalizaron y aislaron las tuberías de vapor, agua y aire comprimido. Se instalaron paneles de control eléctrico selectivo. Se instalaron controles de tiempo en la planta de refrigeración para tener en cuenta los requerimientos reales de los procesos. Se instalaron válvulas de aislamiento controladas informáticamente para los suministros de agua caliente y vapor. Se introdujo un sistema informático para desconectar las

alarmas cuando las puertas de la sala de refrigeración y las puertas de carga exteriores se dejaban abiertas y para medir durante cuánto tiempo se dejaban abiertas.

Entre otras acciones adicionales de ahorro energético que se podrían haber tomado está el aislamiento de paredes y techos frente al calentamiento y el enfriamiento. Cerca del 25 – 40% del calor se pierde a través de las paredes exteriores debido a que el edificio está poco aislado. Un buen aislamiento puede reducir esta pérdida hasta un 75%.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía y agua.

Efectos cruzados

No se constataron impactos ambientales negativos.

Cuestiones operativas

Se constató en la instalación descrita en el caso de estudio que el uso reducido de combustible, aceite y electricidad ahorró 6.914 GJ y 820 GJ, respectivamente, por año. La reducción en las emisiones a consecuencia del uso reducido de combustible en la instalación fue de aproximadamente 561 t de CO₂ y de 9,7 t de SO₂ por año, y debido al menor uso de electricidad, hubo una reducción de aproximadamente 164 t de CO₂ y 2,8 t de SO₂ en la central eléctrica. Se comunicó una reducción en el uso de agua de entre 116.000 m³ y 95.000 m³, es decir, 21.000 m³ por año. Esto también quedó reflejado en una reducción en la descarga de efluentes, si bien esto no se puede cuantificar ya que precedió a la instalación de un medidor para la supervisión de los vertidos, que se instaló después de haber hecho las medidas del caso de estudio y después de que se instalara una nueva planta de vertidos. La nueva planta de vertidos resultó tener una reducción de la DQO y de sólidos en suspensión en la descarga

Aplicabilidad

Aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, ahorros anuales reales en energía y agua, ahorros financieros reales y tiempo de retorno de la inversión se muestran en la Tabla 4.4.

	Fecha	Ahorro energético (GJ)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorros financieros (GBP)				Coste de puesta en práctica (GBP)	Período de recuperación de la inversión (años)
				Energía	Agua	Vertidos	Total		
Tanques de esterilización de cuchillos	Sep 91	2.518	6.435	5.213	3.185	1.840	10.238	6.000	0,6
Conversión de la tarifa eléctrica a tarifas de alto voltaje y masivas	Oct 91 + Abr 93	-	-	53.823	-	-	53.823	43.900	0,8
Lavado de manos y delantales	Oct 91 - Mar 92	2.035	11.700	4.213	5.792	3.346	13.351	17.000	1,3
Racionalización y aislamiento de tuberías de vapor, agua y aire	Jul 92	474	-	982	-	-	982	1.100	1,1
Paneles de control selectivo	Ag 92	325	-	3.612	-	-	3.612	13.000	3,6
Control de tiempo de la planta de refrigeración	Abr 93	269	-	3.563	-	-	3.563	-	-
Aislamiento de servicios de vapor y agua	Abr 93	1.891	2.700	3.914	1.335	770	6.019	15.000 ⁽²⁾	2,5
Sistema informático M&T	Abr 93	-	-	-	-	-	-	60.000 ⁽¹⁾	-
Microinterruptores de control para el cierre de la puerta del cuarto de enfriamiento	Oct 91 + Jul 93	226	-	3.000	-	-	3.000	4.100	1,4
Totales		7.738	20.835	78.320	10.312	5.956	94.588	160.100	1,7
⁽¹⁾ El coste total del sistema M&T global y del aislamiento de los servicios de vapor y agua fue de 7500 GBP; se contabilizó 15.000 GBP para el aislamiento de los servicios de vapor y agua, el resto es el coste del sistema informático M&T. ⁽²⁾ Incluido en los costes del sistema informático M&T. Datos económicos de 1993									

Tabla 4.4: Resumen de costes y ahorros asociados con las mejoras ambientales

Motivación para la puesta en práctica

Al aumentar los costes energéticos de la compañía, se buscó e identificó un método para reducirlos sistemáticamente. El método era atractivo, ya que la reducción en los costes energéticos se podía medir y, además, relacionar con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de ganado bovino y ovino en el Reino Unido.

Referencias

[52, DoE, 1994; 159, CE, 2001; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003]

4.1.18 Puesta en práctica de sistemas de gestión de la refrigeración

Descripción

Se ha constatado que la mayoría de plantas de refrigeración se pueden mejorar para ahorrar hasta un 20% de su consumo energético. El estudio de la planta puede conducir a la identificación de las posibilidades técnicas y operativas para mejorar la eficiencia energética y ahorrar dinero.

Una planta puede ser fiable y aun así ser ineficiente. Una planta diseñada y operada para ser eficiente, sin embargo, inevitablemente es más fiable; por ejemplo, el compresor no tiene que

trabajar tan intensamente en una planta eficiente, lo cual lo hace menos propenso a la avería y, por tanto, más fiable.

Según nuestras fuentes, el incremento en la eficiencia energética puede mejorarse mediante una combinación del estudio de la planta, de la adopción de buenas medidas de cuidado y administración y de la realización de monitorización, mantenimiento y control apropiados.

Se dispone de información adicional en *EN 378:2000 Sistemas de refrigeración y bombas de calor – Requisitos ambientales y de seguridad. Parte 2: Diseño, construcción, testeo, marcación y documentación; Parte 3: Emplazamiento de la instalación y protección del personal y Parte 4: Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.*

Beneficios ambientales logrados

Menor uso de energía. Reducción en las emisiones de refrigerantes, generalmente de pequeñas fugas y accidentes importantes.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Estudio de la planta

Cada componente de la planta puede investigarse separadamente para medir/estimar su consumo energético y los costes operativos asociados. También puede ser útil para identificar qué es lo que se enfría exactamente.

Los costes de operación se pueden medir/estimar para cada elemento de la planta bien mediante la intensidad de la corriente en todos los medidores y consumidores de potencia o bien, con unos resultados menos precisos, midiendo los tiempos de funcionamiento y combinándolos con la información de potencia facilitada por el fabricante. Pueden incluirse otros costes tales como el mantenimiento, el relleno de refrigerante, labores rutinarias y el tratamiento del agua. Esto permite poner como objetivo y supervisar tanto la energía como el ahorro en los costes

Se pueden distinguir dos tipos de carga para refrigerar: 1) cargas de producto, es decir, lo que hay que enfriar, y 2) cargas parásitas, es decir aquellas no relacionadas directamente con el producto, como calor generado por luces o motores en espacios fríos. Esta distinción es útil porque las acciones que deben realizarse para minimizar los dos tipos de carga son distintas.

Buen cuidado y administración

El buen cuidado y administración por parte de personal formado y concienciado puede conllevar un ahorro significativo de costes. Algunos ejemplos de práctica de buen cuidado y administración alrededor de la planta de refrigeración y en salas frías incluyen lo siguiente:

Alrededor de la planta de refrigeración

Si los condensadores no se mantienen limpios, la temperatura de condensación aumenta. Un aumento de 1 °C en la temperatura de condensación puede incrementar los costes de funcionamiento en un 2 - 4%. La capacidad de enfriamiento también disminuye si no puede alcanzarse la temperatura requerida. Cuanto más cálido sea el aire que entra en el condensador, más alta será la temperatura de condensación. Si es necesario, los condensadores pueden resguardarse de la luz y evitar la recirculación del aire cálido. Se puede retirar cualquier obstáculo al flujo de aire.

La presencia de burbujas de refrigerante en la mirilla suelen implicar que hay una fuga en el sistema. Esto no solamente es ilegal y dañino para el medio ambiente, sino que también incrementa el coste de funcionamiento del sistema, y el refrigerante debe entonces reemplazarse. Además, el sistema puede que no sea capaz de proporcionar el enfriamiento requerido. Por tanto, hay que encontrar las fugas y repararlas antes de que el sistema sea recargado con refrigerante.

El nivel de aceite en la(s) mirilla(s) del compresor puede comprobarse regularmente, puesto que es probable que el compresor falle si el nivel de aceite es demasiado bajo o demasiado alto. Ni el refrigerante ni el aceite se gastan durante el funcionamiento normal de la planta; el refrigerante sólo puede perderse a causa de una fuga, mientras que los niveles de aceite pueden variar debido a una fuga o a que el aceite esté atrapado en alguna parte del sistema.

Si las tuberías vibran es probable que se fracturen y provoquen una fuga importante de refrigerante. Esto puede evitarse si se cuenta con montajes antivibratorios de tuberías o tuberías flexibles.

Si la planta funciona con más calor del necesario puede disminuir la fiabilidad y su realización. El espacio de la planta puede ventilarse, p. ej. con un extractor que se conecta cuando la temperatura es demasiado alta.

Se puede animar al personal a mantener unas condiciones operativas eficientes asegurando que la fijación de controles para la planta son los óptimos.

En salas refrigeradas

De acuerdo con las informaciones, una puerta abierta cuesta 6 GBP/h para un almacén frigorífico y 3 GBP/h para un almacén refrigerado, debido a la pérdida de energía. La presencia de hielo alrededor de una puerta indica un sellado deficiente, lo cual también repercute en un incremento consecuente de la carga de calor. Esto puede significar que la capacidad del sistema no pueda soportar la carga incrementada y la temperatura de almacenaje puede aumentar. Estos problemas pueden solucionarse asegurando que el producto no se deja en la entrada y reparando el sellado de la puerta. Si se tiene que utilizar una puerta regularmente, se puede equipar y mantener con cortinas de tiras.

Si se impide el flujo de aire sobre el almacén frío obstruyendo el flujo de aire del evaporador, se provoca un incremento de temperatura en el almacén y, consecuentemente, que el sistema consuma más potencia de la necesaria o, posiblemente, que no se llegue a la temperatura requerida.

Un sistema de descongelación a demanda, que inicia la descongelación cuando se necesita, en lugar de mediante temporizador, ha demostrado reducir el consumo de potencia en un 30%, en algunas aplicaciones. Los evaporadores que funcionan por debajo de 0 °C deberían descongelarse completamente antes de que el hielo empezara a cubrir las aletas. Esto puede ser cada pocas horas o cada pocos días. Cuando el evaporador se hiela, la temperatura de evaporación desciende. Un descenso de 1 °C en la temperatura de evaporación puede incrementar los costes de funcionamiento en un 2 – 4%. La capacidad también disminuye y la temperatura del almacén no puede descender al valor requerido. Si los elementos de descongelación no funcionan correctamente, entonces el aumento de la escarcha en el evaporador se agravará.

Otras fuentes de calor en el almacén frío, p. ej. luces, carretillas elevadoras, sus motores y dispositivos de carga, cuestan dinero por la electricidad que consumen y, de nuevo, por tener que eliminar el calor que producen en el sistema de refrigeración. El personal también desprende calor.

La formación de hielo en el suelo y las paredes de un almacén frío indican que entra mucho aire en la habitación, trayendo consigo humedad, que se condensa en el evaporador y en la estructura. Esto también indica un problema de descarchado.

Los almacenes fríos suelen llevarse a temperaturas inferiores a las necesarias debido a la preocupación por los fallos. Tener un almacén frío a una temperatura menor de la necesaria aumenta la posibilidad de que se produzca un fallo. Se ha constatado que una temperatura 1 °C más baja de la necesaria puede añadir un 2 – 4% al coste de funcionamiento de la planta.

En otras áreas

Los sistemas de refrigeración tienen que extraer calor de varias fuentes y no sólo del producto o espacio a enfriar. Se puede minimizar estas fuentes de calor. Algunos ejemplos habituales de fuentes de calor son: bombas y ventiladores que hacen circular aire frío, agua enfriada o solución anti-congelante. Estos dispositivos liberan la mayoría de potencia que consumen en forma de calor a la carga a enfriar, por lo que deben apagarse cuando no se necesiten.

Las tuberías de refrigerante frío entre el evaporador y el compresor, especialmente las mayores tuberías de la línea de succión, absorben calor de su entorno. Éstas pueden aislarse y hacer que no haya tramos que pasen por áreas calientes.

Supervisión

La supervisión permite detectar tendencias y fallos en desarrollo antes de que se conviertan en un problema importante y caro, p. ej. mediante la supervisión de fugas de refrigerante.

Supervisión en plantas muy pequeñas

Incluso en las plantas pequeñas y simples, la instalación de indicadores para registrar las presiones de aspiración y descarga, diariamente o, como mínimo, semanalmente, puede costar unas pocas GBP y ahorrar miles de GBP. Cualquier cambio, como una caída en la presión de succión, indica un problema, tal como una fuga de refrigerante. Si la presión de descarga aumenta y la temperatura ambiente no, entonces esto puede indicar el bloqueo de un condensador.

El mantenimiento de un registro de datos permite detectar tempranamente los problemas y sirve para que el contratista diagnostique los problemas.

Supervisión en la mayoría de las plantas

En la mayoría de las plantas, una supervisión más detallada puede resultar útil. En algunos casos, puede justificarse el uso de un sistema de supervisión informático.

Programas de mantenimiento

La labor de mantenimiento depende del tamaño y complejidad de la planta, así como de los componentes utilizados. Se ha constatado que como mínimo, debería chequearse lo siguiente:

Compresores	- nivel de aceite
	- presiones y temperaturas de aspiración y descarga
Condensadores	- los ventiladores y bombas funcionan
	- los seguros del ventilador están bien y son seguros
	- el condensador no está bloqueado; limpiar el condensador si es necesario
Dispositivos	- su precisión
Receptor	- si hay una mirilla de nivel de líquido o indicador; que contiene la cantidad correcta de refrigerante
Evaporador	- como en los condensadores y además el grado de escarcha producida
	- la línea de líquido en la mirilla para ver que contiene la cantidad correcta de refrigerante
Seguridad y eficiencia	- todos los controles de seguridad
	- interruptores de control para asegurar que no se han desplazado del punto establecido óptimo
	- supercalor de aspiración para confirmar que todas las válvulas de expansión funcionan correctamente
	- vasijas de presión, p. ej. receptores de líquido pueden necesitar por ley un programa escrito de inspección llevada a cabo por una persona competente (véase el cuadro en la página 18)
Otros	- ausencia de vibraciones desfavorables en todas las partes del sistema
	- aislamiento de la red de tuberías aún en buenas condiciones
	- fugas, p. ej. de sustancias que disminuyen la capa de ozono
	- aislamiento de daño, si se tiene un almacén frío o armario
	- seguros de puertas de almacenes fríos

En una planta de refrigeración de muestra, se alcanzaron altas presiones de condensación que condujeron a un incremento en la utilización de energía y a facturas más altas de combustible. Se procedió a limpiar el condensador, lo cual solucionó el problema y, por tanto, se abandonó el plan de sustitución del condensador.

Control

Se ha informado de que, si se mantienen los controles de forma simple y se fijan posiciones correctas, se logra un gran paso para hacer que una planta de refrigeración opere del modo más eficiente posible, fijando, por ejemplo, el termostato para que se alcance la mejor eficiencia energética para la planta sin comprometer la fiabilidad. El marcaje de las lecturas normales de los indicadores sirve para la pronta detección de una malfunction en el equipo. Hay numerosos controles de bajo coste que se pueden incorporar a una planta, los cuales dan buenos resultados según los informes recibidos. Los controles automáticos pueden utilizarse para desconectar la planta de refrigeración y/o las luces cuando no son necesarias. Se pueden acoplar interruptores automáticos o mecanismos de transmisión de velocidad variable a ventiladores y bombas que hacen circular aire frío, agua refrigerada y soluciones anticongelantes. Se ha observado que los periodos de recuperación de la inversión son de un año o inferiores. Para las plantas con condensadores múltiples o torres de refrigeración, éstos permiten obtener la mínima temperatura de condensación posible para la planta y ventajas de ahorro de costes en un tiempo atmosférico más frío.

Caso de estudio

El sistema de refrigeración en una pequeña empresa de alimentos congelados y refrigerados que eliminaba los CFC y donde se reemplazaron 9 unidades de refrigeración viejas con un único sistema integrado. Se incorporaron características de eficiencia energética. Éstas incluían intercambiadores de calor mayores, ventiladores evaporadores de baja potencia, compresores eficientes, instrumentación completa y recuperación de calor. Se mejoró el aislamiento térmico y se instalaron unidades de iluminación de baja energía.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos y a aquellas instalaciones de subproductos animales que tienen una planta de refrigeración.

Aspectos económicos

Se ha comunicado que una inversión para ahorrar hasta un 20% de energía normalmente tiene un tiempo de recuperación de la inversión inferior a dos años.

El ahorro logrado en la planta del caso de estudio se muestra en la Tabla 4.5. La inversión total fue de 30.000 GBP. El coste adicional para las características de ahorro energético fue de 4.000 GBP (1993). El periodo de recuperación de la inversión para el coste marginal de las características de ahorro energético fue de 9 meses.

Modificaciones	% ahorro	Ahorros anuales reales (GBP, 1999)	Ahorros energéticos anuales (kWh)
Mayores intercambiadores de calor evaporadores		1.500	25.200
Ventilador evaporador de baja potencia	66	3.400	57.400
Compresores eficientes	32	4.000	6.300
Iluminación de baja energía	56	380	
Uso de descongelante		440	
TOTAL en el recinto	23	Incompleto	Incompleto

Tabla 4.5: Resumen de las principales características de ahorro energético en un almacén frío modificado
[299, ETSU, 1999]

Motivación para la puesta en práctica

Menores costes energéticos.

Plantas de ejemplo

Una compañía de distribución de alimentos refrigerados en el Reino Unido.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 292, ETSU, 2000; 299, ETSU, 1999]

4.1.19 Control de los tiempos de funcionamiento de la planta de refrigeración

Descripción

Se hizo uso controles secuenciales y temporales para que las operaciones de refrigeración encajaran con los requerimientos del proceso.

Beneficios ambientales logrados

Menor uso de energía.

Efectos cruzados

No se informó de ningún impacto ambiental negativo.

Cuestiones operativas

Se constató un ahorro energético anual de 269 GJ en un matadero de ejemplo, de ganado bovino y ovino en el Reino Unido.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que tienen una planta de refrigeración.

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, el ahorro real en energía y agua, el ahorro financiero real y el tiempo de retorno de la inversión se muestran en la Tabla 4.4.

Motivación para la puesta en práctica

El incremento de los costes energéticos y la identificación de un método para reducirlos sistemáticamente de modo que puedan medirse a la vez que relacionarlos con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de ganado bovino y ovino en el Reino Unido.

Referencias

[52, DoE, 1994]

4.1.20 Uso de hielo binario como fluido de enfriamiento (refrigerante secundario)

Descripción

El hielo binario puede utilizarse como fluido refrigerante. El hielo binario se puede describir como un “hielo líquido”. Comprende cristales de hielo de 10 – 100 µm, en suspensión en agua que contiene anticongelante. El anticongelante o bien tiene una base de etanol con una sustancia anticorrosiva o bien, en el caso de que el hielo binario se utilice para la inmersión de alimentos, es sal común (cloruro sódico).

Se describen dos tecnologías para la producción de hielo binario. La primera, que se muestra en la Figura 4.1, permite una capacidad pequeña y media de hielo binario, de 100 a 1.000 kW. Los números en el texto que sigue se refieren a la Figura 4.1. El hielo binario se genera con un evaporador especial denominado generador de hielo binario (1), al cual se le aporta fluido por medio de una bomba (2) desde un recipiente de almacenamiento de hielo binario (3). Una planta de refrigeración convencional (4), con poca carga refrigerante, se conecta al generador de hielo binario. Pueden emplearse refrigerantes “naturales” como el agua (no para la congelación), el aire, el dióxido de carbono (todavía en desarrollo), el amoníaco y los hidrocarburos como alternativas a los clorofluorohidrocarburos. Una bomba secundaria (5) suministra hielo binario con una determinada concentración de hielo a la tubería de alimentación principal (6), donde bombas (7) (opcionales) suministran hielo binario a las cargas de enfriamiento (8). En el caso de “carga cero”, pero en reposo, el hielo binario se mantiene en circulación en el circuito secundario (6) y (10) pero pasa sobre una válvula (9) que se abre tan pronto como se liberan las cargas de enfriamiento. La tubería de retorno (10) transporta el fluido de hielo binario (con o sin cristales de hielo) de vuelta al recipiente de almacenamiento (3).

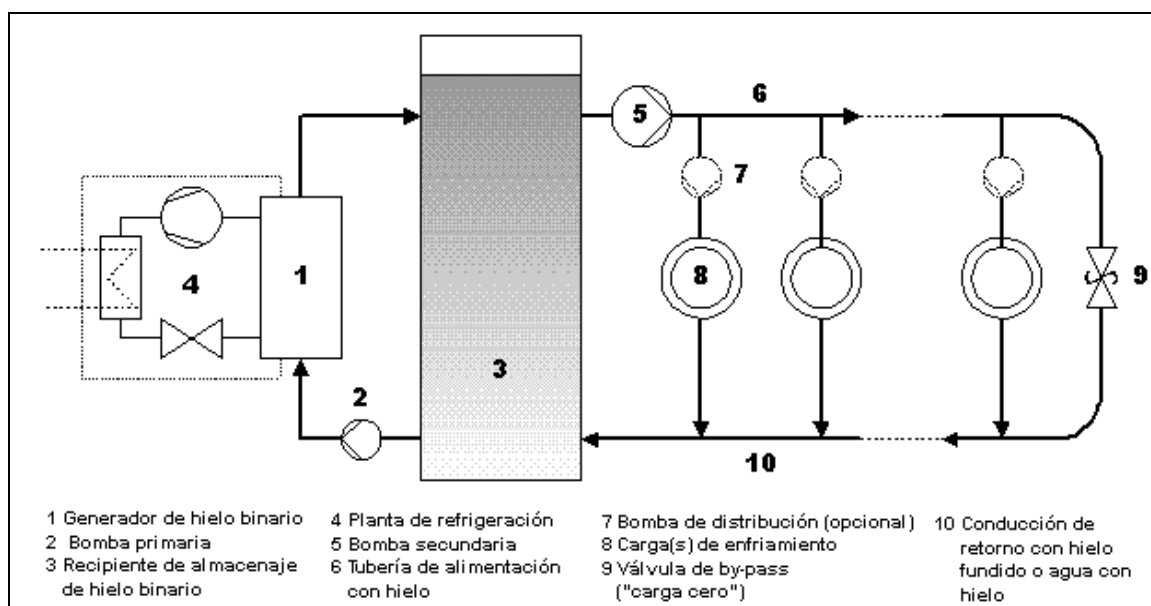


Figura 4.1: Sistema de hielo binario con una planta de refrigeración convencional

También pueden producirse capacidades medias y grandes de hielo binario, de 1.000 kW a 1 MW mediante un proceso de refrigeración con “agua como refrigerante”. La tecnología es muy similar a la mostrada en la Figura 4.1, con la excepción de que la planta de refrigeración convencional (4) no es necesaria. Un compresor de vapor de agua y condiciones de vacío adecuadas (para el hielo binario típicamente de 500 Pa, 5 mbar), provocan que el agua se evapore en un recipiente vacío (evaporador) y el compresor retira el vapor de agua, que finalmente se condensa.

Beneficios ambientales logrados

Bajo condiciones comparables, el rendimiento para el hielo binario es normalmente mejor que para las plantas de enfriamiento y congelación convencionales, es decir, se consume menos potencia. Se requieren unidades de refrigeración más pequeñas, de modo que se necesita un poco menos de material y, según los informes recibidos y debido a que no tienen que ser químicamente resistentes, pueden ser más simples y más adaptados al reciclaje. Al no estar la planta entera llena de refrigerantes potencialmente nocivos, se reduce la probabilidad y gravedad de un escape accidental. A diferencia de otros refrigerantes, el hielo binario hecho a partir de agua y alcohol puede normalmente liberarse a la EDAR, con el permiso del regulador. Las propiedades del cambio de fase rápido de un cristal de hielo según los informes recibidos aseguran una excelente transferencia de calor. La superficie puede, por tanto, reducirse o el hielo binario puede ser más cálido, lo cual implica una demanda de energía más baja y una menor congelación de la superficie. La pérdida de peso del producto es consecuentemente

menor y el descongelado puede ser incluso innecesario para máquinas refrigeradoras de aire. Los refrigeradores fluidos pueden también, según los informes recibidos, ser de tamaño entre un 20 y un 50% menor.

Efectos cruzados

No se ha informado de ninguno.

Cuestiones operativas

La Tabla 4.6 compara los volúmenes de refrigerantes salmuera e hielo binario necesarios para conseguir un descenso de temperatura de 3 °C.

Proceso de enfriamiento	Refrigerante	Comparación de la capacidad de enfriamiento, para una masa dada, para obtener un descenso de temperatura de 3 °C	Energía disponible para el enfriamiento (kJ/kg)
Enfriamiento	Salmuera	1	11
	Hielo binario con un 10% de cristales de hielo	3,0	33
	Hielo binario con un f 20% de cristales de hielo	6,0	66
Congelación	Salmuera	1	11
	Hielo binario con un 10% de cristales de hielo	3,7	33
	Hielo binario con un 20% de cristales de hielo	7,3	66

Tabla 4.6: Comparación entre los volúmenes de hielo binario y de salmuera requeridos para alcanzar un descenso de temperatura de 3 °C

Por ejemplo, si se utiliza salmuera como refrigerante, tiene que circular entre 4 y 7 veces más refrigerante que con el hielo binario. Se ha constatado que los diámetros de las tuberías pueden ser aproximadamente un 50% menores y la potencia de bombeo un 70% más baja para el hielo binario en comparación con la salmuera. También se ha comprobado que las plantas de hielo binario comúnmente funcionan durante 24 h/d, por lo que sólo se precisa de una pequeña máquina de fabricar hielo y un pequeño volumen de almacenamiento.

En un matadero y una planta de procesamiento de carne, como ejemplos, las canales de cerdo y el ganado bovino sacrificado se enfriaban antes de su posterior procesamiento. La siguiente planta con hielo binario, con una capacidad instalada total de 424 kW, proporcionó los siguientes requerimientos de enfriamiento:

Área total utilizada	3.800 m ²
Número de empleados	40
Producción por semana	500 bovinos y 2.000 cerdos
Refrigerante	Amoníaco
Sistema de hielo binario	Marca comercial
Número de plantas de refrigeración independientes	2
Compresores	Gram (oscilantes)
Características adicionales	Recuperación de calor
Trabajo de enfriamiento por día	5.500 kWh/d
Horas de operación a carga completa (máximo)	13 h/d
Capacidad refrigerante instalada (fabricación de hielo)	230 kW
Horas de operación de la planta de hielo binario (día de verano más caluroso)	24 h/d
Trabajo de almacenamiento de hielo binario	1.600 kWh

Volumen de almacenamiento de hielo binario	34 m ³
Inhibidor de corrosión del fluido de hielo binario	Marca comercial
Máxima concentración de hielo binario en el almacén de hielo	> 50%
Concentración de hielo binario en las tuberías	12%

Aplicabilidad

Es aplicable a mataderos.

Aspectos económicos

Para el matadero de ejemplo descrito antes, la vida de servicio fue de 15 años. Con una tasa de interés del 7% y un tiempo de depreciación de 10 años, los costes adicionales de inversión directa podrían, según los informes recibidos, recuperarse en 2,2 años y los costes de operación anuales de la planta de hielo binario, incluyendo la depreciación, podrían ser inmediatamente recuperables. Se estima que el tiempo de recuperación de la inversión sería de entre 10 y 15 años para mataderos daneses habituales.

Se ha informado de que las plantas de hielo binario suelen funcionar a una tarifa que no es la pico durante tiempos en los que hay una carga eléctrica global baja.

Motivación para la puesta en práctica

La retirada escalonada de los clorofluorohidrocarbonos que disminuyen la capa de ozono, de acuerdo con el Protocolo de Montreal y la esperada presión para reducir el uso de hidroclorofluorohidrocarbonos según el Protocolo de Kioto.

Plantas de ejemplo

Como mínimo un matadero en Alemania.

Referencias

[360, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003; 361, Pontoppidan O., 2003]

4.1.21 Microinterruptores para el cierre de puertas de cámaras refrigeradas

Descripción

En una planta de ejemplo, 14 puertas de cámaras de refrigeración y puertas de carga externas se dejaban abiertas con frecuencia, con lo que había un derroche considerable de electricidad. Inicialmente se instalaron 3 sirenas y se programaron para que sonaran cuando las puertas se dejaban abiertas durante más de un período permitido. Esto animó al personal a que cerrara las puertas. El siguiente paso fue acoplar microinterruptores para supervisar y registrar durante cuánto tiempo se dejaban las puertas abiertas.

Beneficios ambientales logrados

Hubo un ahorro de energía anual de 226 GJ.

Efectos cruzados

No se informó de ningún impacto ambiental negativo.

Aplicabilidad

Plenamente aplicable.

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, el ahorro real en energía y agua, el ahorro financiero real y el tiempo de recuperación de la inversión se muestran en la Tabla 4.4.

Motivación para la puesta en práctica

El incremento de los costes energéticos y la identificación de un método para reducirlos sistemáticamente, de modo que puedan medirse a la vez que relacionarse con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de ganado bovino y ovino en el Reino Unido.

Referencias

[52, DoE, 1994]

4.1.22 Recuperación del calor de plantas de refrigeración

Descripción

Existen posibilidades para la recuperación del calor de grandes instalaciones frigoríficas centrales, p. ej. del refrigerante comprimido y de la condensación del refrigerante.

Beneficios ambientales logrados

Consumo de energía reducido. El calor recuperado puede utilizarse para precalentar agua caliente. Un funcionamiento reducido del ventilador del condensador tiene como consecuencia menos ruido.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos.

Aspectos económicos

El tiempo de recuperación de la inversión es de 3 – 6 años.

Motivación para la puesta en práctica

Costes energéticos reducidos.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.1.23 Uso de válvulas mezcladoras para vapor y agua controladas con termostato

Descripción

Las válvulas mezcladoras de vapor y agua controladas con termostato que controlan automáticamente la temperatura del agua pueden eliminar el riesgo de que un operador poco formado o con un exceso de prudencia establezca unas temperaturas del agua demasiado altas y, como consecuencia, se usen cantidades excesivas de energía.

Beneficios ambientales logrados

Consumo de energía reducido. Las grasas en las aguas residuales son más fáciles de retirar a temperaturas más bajas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Si el agua caliente se suministra mezclando vapor con agua fría en el punto de utilización, la temperatura del agua se controla a menudo manualmente ajustando las válvulas mezcladoras de vapor y agua. La presión del vapor y la presión del agua pueden variar a lo largo del día, con lo que la temperatura también puede variar. Para asegurar que se alcanzan los requisitos mínimos de temperatura, no necesariamente requeridos por ley, en el agua de lavado o aclarado, un operario puede abrir lo suficiente las válvulas del vapor para que el agua siempre permanezca por encima de cierta temperatura. Esto conduce a temperaturas innecesariamente altas cuando la presión del vapor es alta o la presión del agua es baja. Si se utilizan válvulas mezcladoras para vapor y agua controladas con termostato, éstas pueden controlar automáticamente la temperatura del agua y liberar al operario de la responsabilidad de juzgar cuál es el ajuste correcto.

A continuación se muestra el cálculo de ahorro energético derivado de una disminución de la temperatura del agua de limpieza en un puesto mediante la instalación de una válvula mezcladora para vapor y agua controlada automáticamente.

Este cálculo presupone una temperatura inicial de 100 °C y un caudal de 83,3 l/min. La temperatura del punto de impacto del agua de limpieza es de 60 °C. Se utiliza gas en una caldera de vapor con un coste de 0,495 USD/termia (es decir, 4,67 USD/GJ). Se asume que la eficiencia del sistema es del 70% y que se utiliza la manguera durante 2 h/d, 250 d/año. El ahorro anual calculado es de 2.698 USD (costes de 2000). Otro ejemplo muestra el ahorro en energía y coste al utilizar agua con una temperatura de entrada de 16 °C y al bajar la temperatura a la que se calienta el agua de 71 °C a diversos valores más bajos. El ejemplo asume un uso de agua de 831 l/min, 6 h/d durante 250 d/año. La Tabla 4.7 muestra algunos ejemplos de ahorro.

Nuevo ajuste de temperatura (°C)	Ahorro energético (GJ/año)	Ahorro de costes utilizando gas natural (USD)
68,3	7.793	580
60	31.160	2.340
51,9	54.528	4.090
46,1	70.104	5.260
32,2	109.057	8.174
Coste del gas natural gas - 0,175 USD /m ³ en 2000		

Tabla 4.7: Ahorro anual en energía y coste por manguera al bajar la temperatura desde 71 °C

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Se sabe que las válvulas cuestan 450 – 700 USD (costes en 2000) y que el retorno de la inversión depende de los ajustes previos de temperatura del agua y de la variación de la temperatura por encima de estos valores.

Motivación para la puesta en práctica

Costes de energía reducidos.

Referencias

[268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.1.24 Racionalización y aislamiento de las tuberías de vapor y de agua

Descripción

El vapor, el agua y el aire comprimido se usan ampliamente en varias operaciones unitarias durante el sacrificio y el reciclaje y eliminación de subproductos animales. En un matadero

ejemplo con aprovechamiento en el emplazamiento se retiraron 80 metros de tuberías de vapor y 80 metros de tuberías de agua y de aire. La canalización de tuberías se dividió en zonas para que se pudiera mantener un área aislada sin que afectara a toda la instalación. Al mismo tiempo, se aislaron las tuberías de vapor y de agua.

Beneficios ambientales logrados

Hubo un ahorro energético anual de 474 GJ.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se pueden obtener beneficios adicionales si se eliminan las fugas, se regula el uso y se detiene el derroche, y si se establecen presiones correctas de suministro.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Consumo de energía y costes asociados reducidos.

Referencias

[52, DoE, 1994]

4.1.25 Aislamiento de servicios de vapor y agua

Descripción

Las válvulas de aislamiento instaladas en las tuberías para suministrar fluido en forma de vapor, agua caliente (a 42 °C y a 82 °C) y agua fría, ligadas a un control de tiempo informatizado en varias áreas, dio como resultado una reducción en las pérdidas de agua. El sistema facilitó identificar y detener las fugas y los grifos dejados abiertos en horas de no funcionamiento. La prevención del derroche de agua calentada también ahorró energía.

Beneficios ambientales logrados

Un ahorro anual de agua de 2.700 m³ y un ahorro de energía de 1.891 GJ.

Efectos cruzados

No se informó de ningún impacto ambiental negativo.

Aplicabilidad

Plenamente aplicable.

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, el ahorro real en energía y agua, el ahorro financiero real y el tiempo de recuperación de la inversión se muestran en la Tabla 4.4.

Motivación para la puesta en práctica

El incremento de los costes energéticos y la identificación de un método para reducirlos sistemáticamente, de modo que puedan medirse a la vez que relacionarse con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de ganado bovino y ovino en el Reino Unido. Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[52, DoE, 1994; 244, Alemania, 2002]

4.1.26 Puesta en práctica de sistemas de gestión de la iluminación

Descripción

Se puede redistribuir la disposición de las luces fluorescentes existentes en salas normalmente ocupadas que cuentan con reflectores inefectivos o con ninguno y que usan dos tubos fluorescentes. Se trata de incorporar un reflector y de utilizar un solo tubo fluorescente de ahorro de energía. Se puede ahorrar energía sin reducir la eficiencia en la iluminación.

En salas que no están ocupadas de forma regular, como el almacén de empaquetado de materiales y la sala de pieles la iluminación puede estar controlada con sensores.

Beneficios ambientales logrados

Consumo de energía y agua reducido.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

No se debe comprometer ningún requerimiento para la iluminación de emergencia, la salud y seguridad o las medidas antiincendio.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Consumo de energía y costes asociados reducidos.

Plantas de ejemplo

Como mínimo un gran matadero de ganado bovino danés y un matadero avícola en el Reino Unido han incorporado luces accionadas con sensores en salas que no se ocupan regularmente. Un matadero avícola en el RU ha instalado reflectores acoplados a tubos únicos de ahorro de energía.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 264, May G. E., 2001]

4.1.27 Almacenaje corto, y posiblemente en frío, de subproductos animales

Para una mayor información sobre el almacenaje de sangre, véase también la sección 4.2.1.8 y para información sobre la conservación de cueros/pieles, véanse las secciones 4.2.2.9.11 - 4.2.2.9.16.

Descripción

Los subproductos destinados al uso o a la eliminación se pueden almacenar en recipientes cerrados o en cámaras en mataderos e instalaciones de subproductos animales, durante el menor tiempo posible, antes de su tratamiento posterior. Dependiendo de la naturaleza de los subproductos, así como de sus características olorosas inherentes y de cuán rápidamente se biodegradan y crean olores molestos, puede ser prudente también refrigerarlos, en especial durante condiciones meteorológicas cálidas y en climas cálidos. Se ha constatado que es necesaria una temperatura no superior a los 5 °C para los sólidos y menor de 10 °C para la sangre para prevenir problemas de olor. Esto es aplicable tanto a los mataderos como a las instalaciones de subproductos animales. Aunque la IPPC no se refiere al transporte de

materiales entre instalaciones, es una buena práctica el control de las condiciones de transporte, puesto que pueden tener una influencia significativa en las emisiones de olores en la instalación de subproductos, por ejemplo. El Reglamento ABP 1774/2002/CE contiene algunos requisitos para la recogida y el transporte de subproductos animales *en nuevos envases sellados o en contenedores cubiertos a prueba de fugas o en vehículos* y para *el mantenimiento de una temperatura apropiada durante el transporte*.

Beneficios ambientales logrados

Descomposición biológica y/o térmica reducida, lo cual lleva como consecuencia a unos niveles de DQO y de nitrógeno más bajo en las aguas residuales de la instalación de subproductos animales. Se minimiza la formación y emisión de sustancias de olor intenso tanto en el matadero como en la instalación de subproductos animales. Donde se requiera refrigeración, si los tiempos de almacenaje también se mantienen lo más cortos posibles, la capacidad de refrigeración y el consumo de energía también pueden minimizarse.

Si los subproductos animales permanecen frescos debido a tiempos cortos de almacenaje o refrigeración, puede haber mayores posibilidades de recuperarlos o reciclarlos. Por ejemplo, la harina de sangre fabricada a partir de sangre refrigerada tiene un valor nutricional más alto que la sangre sin refrigerar y puede servir para alimentar a animales que no son de granja, como las mascotas.

También hay una reducción de la infestación por insectos, roedores y pájaros.

Efectos cruzados

Se puede requerir un consumo de energía para la refrigeración si los subproductos no pueden utilizarse o eliminarse antes de que produzcan sustancias malolientes, especialmente en verano y en climas templados.

El envío rápido de subproductos animales puede incrementar el número de viajes entre el matadero y las instalaciones de subproductos animales, transportando cargas menores y, por tanto, llevar a un incremento del daño ambiental debido al transporte.

Cuestiones operativas

Para optimizar la prevención de los problemas de olores, sin crear efectos cruzados tanto en el matadero como en la instalación de subproductos animales, se requiere de la cooperación de los titulares de ambos lugares. Si la manipulación y almacenaje de los subproductos en el matadero no se gestiona de modo que se minimicen los problemas de olor durante el tiempo de almacenaje real antes de su envío, las instalaciones de subproductos animales ciertamente tendrán problemas, incluso si tratan los subproductos animales inmediatamente. Los problemas de olor asociados con los subproductos animales no sólo surgen del almacenaje antes de su tratamiento. Los subproductos animales putrescibles y pútridos también producen más emisiones de gases y líquidos malolientes durante su procesado que la materia prima orgánica fresca. Como consecuencia, causan problemas de olor adicionales en las EDAR.

Puede haber acuerdos contractuales que afecten al precio pagado a los mataderos por los materiales crudos y que dependan de la calidad de la materia prima suministrada, si los subproductos animales se destinan a una utilización posterior. Si el material es para eliminar, el coste para afrontar los problemas, tales como el olor causado por el suministro de material no fresco, puede ser repercutido al matadero, por lo que la inversión en el envío temprano o en el almacenaje refrigerado puede ser rentable.

La Tabla 4.8 muestra la práctica del almacenaje de subproductos animales en la región flamenca de Bélgica.

Subproducto animal	Práctica de almacenaje
Residuo animal / material para destruir	Almacenaje protegido en una sala refrigerada en espera de la retirada diaria
Pelo de cerdo (para ser utilizado)	Almacenaje protegido en una sala refrigerada
Sangre	Almacenaje protegido y refrigerado
Cueros (después del tratamiento)	Almacenaje protegido en una sala refrigerada
Mucosa y grasa intestinales (para el tratamiento subsiguiente)	Almacenaje protegido en una sala refrigerada
Intestinos lavados (sin salar)	Almacenaje refrigerado
Intestinos lavados (salados)	Almacenaje protegido
Estiércol, contenidos de estómagos, intestinos y rúmenes	No hay estipulaciones con respecto al almacenaje protegido, almacenaje refrigerado o la frecuencia de retirada
Fango de rejilla de grasas	Almacenaje protegido (empaquetamiento hermético)

Tabla 4.8: Requisitos de almacenaje para subproductos animales en la región flamenca de Bélgica

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales. Puede haber limitaciones de espacio en los locales existentes, a menos que se use el espacio no refrigerado existente.

Aspectos económicos

Para un matadero que sacrifica 600 cerdos por hora, se ha constatado que el coste de un tanque para sangre y de un equipo de refrigeración es de cerca de 65.000 – 70.000 EUR (2001). También se ha comprobado que para los mataderos productores de subproductos animales sin valor comercial, la inversión en servicios de almacenaje no es una opción viable. Esto también puede suceder si los subproductos son tratados o retirados antes de que causen molestias debido al olor.

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de emisiones olorosas. En Dinamarca, se introdujo el enfriamiento de la sangre en los mataderos debido a una demanda de las autoridades reguladoras ambientales, para reducir las emisiones de olor durante la manipulación y el transporte de sangre.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania. En la región flamenca de Bélgica, prácticamente todos los subproductos animales almacenados se conservan con refrigeración.

Referencias

[49, VDI, 1996; 134, Países nórdicos, 2001; 238, UECBV, 2002; 244, Alemania, 2002]

4.1.28 Auditoría de olores

Descripción

Se identifican las fuentes individuales de olor y los factores que influyen en la tasa y el tipo de emisiones malolientes. Todas las operaciones unitarias y la planta y edificios asociados pueden valorarse como generadores potenciales de olor. Puede examinarse la recepción, manipulación, almacenaje, preparación y procesado del material bruto. La manipulación, almacenaje y envío de material procesado, incluida la separación en varios productos y residuos sólidos, líquidos y gaseosos, puede considerarse de forma separada. El impacto potencial de emisiones malolientes procedentes de la planta debería calibrarse según la naturaleza, tamaño y frecuencia de operación y la distancia de los vecinos de la planta. En los casos relatados, cualquier detección de olor en la valla de delimitación del emplazamiento no es aceptable. Puede evaluarse la efectividad y conveniencia del equipo de reducción de olores existente y la contención de las emisiones.

Después de identificar las fuentes de emisiones malolientes, éstas se pueden caracterizar aún más. Pueden requerirse medidas cuantitativas para determinar el volumen de emisión, el ritmo de flujo, la temperatura, la humedad, el análisis químico y el pH. Un estándar CEN *Cualidad del aire – Determinación de la concentración de olor por olfactometría dinámica* [311, CEN, 2001] ha estado disponible en las últimas etapas de preparación de este documento. Su accesibilidad puede llevar a un mayor consistencia en la medida de la concentración de olor, en y entre los EM. La mayor parte de los datos actualmente disponibles sobre concentración de olor son difíciles de comparar debido a la diversidad de técnicas de medida usadas para recopilar los datos.

Después de que las emisiones se hayan caracterizado completamente, el siguiente paso es determinar qué acción se requiere a continuación, si es el caso. Por ejemplo, es necesario contemplar vías de prevención de formación de sustancias malolientes y si esto no puede hacerse, valorar la mejor manera de contener y/o tratar apropiadamente las emisiones ofensivas, sin incurrir en efectos cruzados desproporcionados.

Cualquier equipo de reducción de olores debería seleccionarse según los requerimientos del proceso relevante y teniendo en cuenta los materiales que realmente manejará.

Después de que la instalación, la formación operativa y la puesta en servicio se hayan completado, debería supervisarse el rendimiento de la técnica, incluidos su funcionamiento y mantenimiento, y se puede tomar cualquier otra acción necesaria.

Beneficios ambientales logrados

Prevención y control de olores.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Para una planta ejemplo de aprovechamiento con una capacidad de 75.000 toneladas por año, se recogió la siguiente información de una auditoría de olores y se llevaron a cabo las siguientes acciones (resumen).

Fuentes de olores – área de entrada de menudos, planta principal, área de productos acabados, área de carga de camiones cisterna, desagüe de la caldera, salida del filtro de carbono, tanque de equilibrio y tanques de aireación.

Olfaetometría – las muestras se tomaron de desagües y áreas donde se identificó que podían surgir olores. Se midieron las concentraciones de olores (UO/m³) y el ritmo de emisión de olores para obtener un modelo de la dispersión de olores desde una fuente dada.

Obtención de un modelo de dispersión – las emisiones de fuentes puntuales, de un volumen o de una superficie se calcularon en terreno simple y complejo, teniendo en cuenta las técnicas de reducción existentes y los datos meteorológicos y la climatología local.

Valoración de necesidades adicionales para satisfacer las condiciones de una autorización IPPC, que requiere que no se produzca ninguna molestia por olores, debida al funcionamiento del emplazamiento, más allá de la valla delimitadora – los olores detectables más allá de la valla se detectaron en el área de entrada de menudos, el área de procesado, el área de productos acabados, la EDAR y en el filtro de carbono. Los olores detectables emanaban de áreas abiertas, puertas abiertas y un filtro de carbono que se renovaba regularmente pero que estaba por debajo de su especificación.

Acción adicional requerida – conducciones y ventilación de dimensiones adecuadas a toda la nueva planta de reducción; construcción de un edificio cerrado de entrega de presión negativa;

un biofiltro de turba sustentada en caparazones marinos capaz de tratar 60.000 m³/h de aire procedente de gases no condensables de los condensadores y de las áreas de prensar, de molienda y de refrigeración; y procesar aire del área de producción de secado y esterilización y aire del tanque de equilibrio cubierto; renovación del área de filtro de carbono para tratar el aire del área de recepción de material.

Supervisión después de las mejoras – las modificaciones llevaron a la conclusión de que no sería probable que los olores emitidos en el emplazamiento causaran una molestia a las personas de los alrededores.

Solicitud de una autorización para aumentar la capacidad de la planta de aprovechamiento a 125.000 toneladas de materia prima por año – se repitió la auditoría de olores y se tomó la decisión de prevenir emisiones de la producción adicional mediante la instalación de un oxidador para quemar los gases de todas las cocidas, prensados y esterilizaciones, así como las aguas residuales que se han vertido previamente en la tierra tras ser tratada en la EDAR.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Solicitud de una autorización IPPC.

Plantas de ejemplo

Como mínimo una planta de aprovechamiento en Irlanda.

Referencias

[309, Sweeney L., 2002]

4.1.29 Cerrar de forma hermética los subproductos animales durante el transporte, carga/descarga y almacenaje

Descripción

El Reglamento ABP 1774/2002/CE establece que *1. Los subproductos animales y los productos procesados deben recogerse y transportarse en paquetes nuevos precintados o en contenedores a prueba de fugas o en vehículos. 2. Los vehículos y contenedores reutilizables y todos los artículos de equipamiento o aparatos reutilizables que entran en contacto con subproductos animales o productos procesados, deben: a) limpiarse, lavarse y desinfectarse después de cada uso, b) conservarse en condiciones limpias y c) limpiarse y secarse antes de su uso. 3. Los contenedores reutilizables deben destinarse a llevar un producto particular de la forma necesaria para evitar la contaminación cruzada.*

El transporte de animales y subproductos animales fuera de las instalaciones cae fuera del alcance de la Directiva y, por tanto, su transporte fuera de los mataderos e instalaciones de subproductos animales está fuera del contenido de este documento. No obstante, mientras permanecen en vehículos, ya sea dentro o fuera de la instalación, los problemas asociados con el derramamiento o la fuga de cualquier material sólido o líquido, o con los olores, pueden mitigarse mediante un diseño, una construcción y una operación adecuados del vehículo. La recepción, descarga y almacenaje de animales y subproductos animales también pueden llevarse a cabo en áreas protegidas, en el caso de subproductos animales, funcionando con presión negativa, con una extracción conectada a una planta de reducción de olores adecuada. Si el material se vierte desde el vehículo de reparto, las tolvas de recepción se pueden cubrir y precintar después de su llenado.

Para la carga/descarga, una técnica que se ha aplicado es la construcción de un túnel o área cubierta lo suficientemente grande para albergar al mayor vehículo de entrega que sea probable que visite la instalación. Los olores se pueden contener si el túnel tiene puertas a cada extremo,

que constituyen un buen precintado junto con las paredes y que se pueden abrir y cerrar rápidamente con el mínimo esfuerzo e inconveniencia. Si las puertas son difíciles de manejar, hay una alta probabilidad de que caigan en desuso. En el mercado hay puertas corredizas de plástico que se abren a alta velocidad y que son menos susceptibles de dañarse que las puertas metálicas. Si se asegura la integridad del túnel, de la descarga, del almacenamiento y de las áreas de procesado y empaquetamiento, se puede minimizar la fuga de olores. Este tipo de túneles se pueden utilizar sin comprometer significativamente la presión negativa mantenida en el resto de la instalación. Para la descarga de animales, este cierre también puede reducir el riesgo de emisiones de ruido a zonas residenciales cercanas. Esto es importante ya que el ruido puede ser un problema importante, especialmente cuando se descargan cerdos.

Se puede asegurar el cierre de las puertas que dan a áreas donde los animales/subproductos animales se cargan/descargan, almacenan o tratan, y dichas puertas se pueden mantener cerradas excepto las que permiten el acceso de peatones o el movimiento de materiales. Se puede instalar puertas de auto-cierre para el personal y dotarlas de alarmas que se disparen si la puerta no se cierra en un período de tiempo razonable basado en los requerimientos de acceso.

Beneficios ambientales logrados

Se alcanza una reducción en la producción de olores y en la emisión durante la carga/descarga, almacenamiento y el subsiguiente tratamiento de los subproductos animales. El uso de contenedores precintados y a prueba de fugas también minimiza la contaminación del agua y del suelo por derrames y fugas y reduce el riesgo de infestación de insectos, roedores y pájaros. La protección también proporciona cierto control de la temperatura, p. ej. debido a la protección frente a la luz solar directa y que puede hacer disminuir la velocidad de descomposición de subproductos animales. También se pueden reducir las emisiones de ruido, por ejemplo durante la descarga de los cerdos en los mataderos.

Efectos cruzados

Se consume energía al proporcionar la ventilación para mantener una presión negativa y al extraer el aire maloliente hacia el equipo de reducción.

Cuestiones operativas

En un caso de estudio de un matadero que utilizaba un túnel con puertas corredizas, surgieron problemas que impidieron su uso, principalmente debido a la creciente longitud de los camiones de recogida de subproductos en el emplazamiento, lo que ha hecho que el túnel se haya quedado demasiado corto.

Los subproductos se pueden agrupar y almacenar en recipientes cubiertos. Las dificultades debidas al hecho de que la alimentación sea continua o intermitente se pueden solventar llevando el material con tolvas o bajantes, en vez de verterlo directamente en contenedores abiertos. Si los contenedores se emplazan en el exterior, para facilitar su reparto y recogida, se puede conseguir una prevención de olores y de problemas de parásitos conservando p. ej. cintas transportadoras y sellos, para minimizar tanto la necesidad de apertura del equipo como la cantidad de tiempo muerto al no estar disponible para el uso.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, si los subproductos animales son inherentemente malolientes o si lo pueden llegar a ser antes de que sean tratados o retirados de los locales.

Un túnel que permita la conducción a su través tiene ventajas desde el punto de vista de salud y seguridad, p. ej. elimina la necesidad de marcha atrás y es normalmente aplicable a los puntos de carga y descarga de mataderos e instalaciones de subproductos animales. Donde se requiera el vertido de camiones, puede haber más restricciones, especialmente en muchas instalaciones existentes donde puede haber una disponibilidad de espacio limitada. Se requiere el vertido lateral en tolvas construidas según la longitud equivalente de las unidades de remolques o volquetes individuales.

Motivación para la puesta en práctica

La motivación incluye el Reglamento ABP 1774/2002/CE, el control de olores, la reducción de ruido, la higiene y el riesgo de infección por subproductos animales que se ha confirmado que han sido infectados por, o se sospecha de ello, enfermedades transmisibles como la EET. El significado de esta motivación varía dependiendo del tipo de subproducto animal y de su uso asignado. Por ejemplo, la prevención de que los insectos, roedores y pájaros extiendan el material de riesgo de EEB a material destinado al consumo humano hará que la protección sea importante.

Plantas de ejemplo

Como mínimo un matadero de cerdos en Dinamarca tiene un área encerrada para la carga de subproductos animales.

Se ha comunicado que varias plantas de aprovechamiento en Alemania encierran los materiales durante el transporte y el almacenamiento y que se aseguran de que las puertas se mantienen cerradas.

Referencias

[49, VDI, 1996; 134, Países nórdicos, 2001; 168, Sweeney L., 2001; 241, RU, 2002; 244, Alemania, 2002; 287, CE, 2002]

4.1.30 Diseño y construcción de vehículos, equipamiento y locales para una limpieza fácil

Descripción

Todos los vehículos, equipo de manipulación y almacenaje y locales, pueden ser sin irregularidades superficiales, impermeables y diseñarse para no albergar sólidos y líquidos. Se puede aplicar un acabado químicamente resistente al suelo para prevenir el daño que puedan causar los productos químicos usados en la limpieza y desinfección. Se pueden hacer suelos en pendiente con hoyos de retención.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua y su contaminación por productos químicos de limpieza.

Cuestiones operativas

Se pueden diseñar los vehículos y equipos de modo que faciliten el movimiento y la retirada de materiales, p. ej. asegurando que las tolvas tengan laterales con pendiente hacia abajo, evitando ángulos en los que se puedan enganchar los materiales o ser difíciles de desalojar y asegurando que ningún equipo contiene “callejones sin salida”. Una manera de lograrlo es seguir los principios generales descritos en el estándar CEN *prEN 1672-2:1997 rev Maquinaria de procesado de alimentos – Conceptos básicos - Parte 2: Requerimientos de higiene* el cual pretende ayudar en el cumplimiento de la *Directiva 98/37/CE del Parlamento y del Consejo de 22 de junio de 1998 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas*.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos y locales de manipulación de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Facilidad de la operación, incluida la limpieza. Reducción en las emisiones de olores.

Referencias

[6, EA, 1997, 65, EA, 1996]

4.1.31 Limpieza frecuente de áreas de almacenaje de materiales - prevención de olores

Descripción

Las áreas donde se almacenan subproductos, materias primas y residuos, se pueden limpiar con frecuencia. El programa de limpieza puede cubrir todas las estructuras, equipamiento y superficies internas, contenedores de almacenaje de materiales, alcantarillado, patios y calzadas.

El Reglamento ABP 1774/2002/CE prescribe los requisitos mínimos en, p. ej. instalaciones de almacenaje, plantas de aprovechamiento, plantas de biogás y de compostaje, para el establecimiento y la documentación de los procedimientos de limpieza, para todas las partes de los locales, contenedores, receptáculos y vehículos.

Beneficios ambientales logrados

La adopción de una limpieza concienzuda y de un buen cuidado y administración, a modo de rutina, reduce las emisiones malolientes.

Efectos cruzados

Durante el proceso de limpieza se consume agua, aunque su cantidad depende de cuánta limpieza en seco se ha realizado antes de utilizar el agua. Puede haber posibilidades de reutilizar el agua de fuentes que no han estado en contacto con animales o subproductos animales y de la EDAR, según el grado de tratamiento de aguas residuales y del uso final del subproducto.

Cuestiones operativas

Si los contenedores de materias primas se vacían y lavan con frecuencia, p. ej. diariamente, los materiales en descomposición y malolientes no se acumularán durante largos períodos de tiempo. Los retrasos en el reparto de subproductos animales procedentes del matadero, junto con largas distancias de viaje sin control de temperatura, hacen que el tiempo sea suficiente para el deterioro del material, y si continúa el almacenaje, en particular el almacenaje mal controlado, en un emplazamiento, aunque sea brevemente, los problemas de olores se pueden exacerbar. Incluso las instalaciones con una rápida renovación de material limpio pueden generar problemas de olores si no se siguen buenas prácticas de higiene.

Véase también la sección 4.1.12.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 241, RU, 2002; 244, Alemania, 2002]

4.1.32 Transporte de sangre en contenedores aislados

Descripción

El transporte de sangre en contenedores aislados puede evitar que la temperatura aumente en más de 2 °C durante el transporte.

Beneficios ambientales logrados

Prevención de la formación de sustancias malolientes, al prevenir la corrupción. Si se evita que la sangre se pudra, ésta es probable que sea de una calidad lo suficientemente buena como para ser usada y, por tanto, no será necesario desecharla como residuo. Si ya ha estado destinada para

desecho, podrá causar menos problemas de olores durante su procesado y durante el subsiguiente tratamiento de aguas residuales.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En la práctica, la sangre líquida se almacena en un contenedor con una válvula de aire incorporada para expulsar cualquier gas que se haya podido producir internamente. La eliminación completa del oxígeno no es, por tanto, posible y, como consecuencia, si un contenedor de sangre cerrado, pero no sellado, no se ha refrigerado, la sangre fermentará al cabo de pocas horas de su recogida con lo que se producirán olores. Sin embargo, se ha constatado que la presencia o ausencia de oxígeno no conlleva diferencias y que el transporte/almacenaje a baja temperatura conserva la sangre y minimiza los problemas de olores.

Aplicabilidad

Aplicable durante el transporte de toda la sangre, ya sea para ser usada o desechada.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de la descomposición de la sangre fresca permitiendo que ésta permanezca utilizable para la producción de productos “altamente” preciados. De otro modo, la calidad sería tan baja que tendría que desecharse como residuo y con un coste asociado.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002; 271, Casanellas J., 2002]

4.1.33 Biofiltros

Descripción

Los biofiltros están formados por un sistema de distribución de aire y un medio portador, a menudo compuesto de un material orgánico que puede sostener el crecimiento de microorganismos que se alimentan de sustancias malolientes y, por tanto, eliminan olores del aire. Las sustancias malolientes se pueden atrapar en el portador de microorganismos, el cual, por tanto, debe tener una superficie suficientemente grande. Como los microorganismos también requieren agua, el aire debe mantenerse húmedo.

El biofiltro típicamente consiste en un medio de tratamiento sostenido por listones de hormigón sobre una base de hormigón. El aire extraído se hace pasar a través de un humidificador y un recipiente de goteo para retirar las partículas de materia retenidas. El aire es entonces conducido al espacio debajo del biofiltro. Este espacio hueco bajo el biofiltro se utiliza para que el aire extraído se distribuya uniformemente antes de pasar ascendentemente a través del biofiltro. No debe permitirse que el medio filtrante se compacte ya que esto provocaría una caída de presión a lo largo del lecho de filtración y una pérdida de eficiencia. Los medios típicos consisten en un compost de gusanos pasteurizado en que se inocula un cultivo seleccionado de *Pseudomonas*, astillas de madera, corteza de árboles, agregado de arcilla expandida ligera (LECA, *light expanded clay aggregate*), turba y heno sobre conchas marinas y tierra fija con un tamaño de partícula definido. No se ha aportado la suficiente información para determinar los rendimientos relativos de distintos medios para unas fuentes de olor y concentraciones dadas.

Sea cual sea el medio, lo importante es que los gases a tratar pasen a través del lecho a un ritmo de flujo óptimo. El tiempo de paso requerido para reducir el olor de forma efectiva depende de la fuerza del olor y de qué contaminantes están presentes en el gas. Para olores de baja

intensidad, se debería tender a un tiempo de paso de como mínimo 30 segundo, aumentando a 60 segundos para olores muy fuertes. Para mantener la bioeficiencia y para maximizar el rendimiento, es necesario controlar la humedad, el pH y el aporte de oxígeno y nutrientes. La temperatura también puede afectar al rendimiento global y al funcionamiento del biofiltro. El contenido de humedad se puede mantener mediante un sistema de irrigación. Un alto contenido de humedad en el aire extraído es beneficioso para la biofiltración porque reduce la cantidad de agua requerida para irrigar el sustrato.

La tecnología es simple y puede funcionar de forma continua sin una supervisión o atención constantes. Su mantenimiento es simple; generalmente sólo comprende una separación y una renovación del medio filtrante. Una inspección visual diaria del medio filtrante permite al operario la detección de cualquier compactación, del desarrollo de una canal preferente del gas efluente, o signos de erosión por el agua de irrigación, todo lo cual puede reducir la eficiencia de reducción de olores. Se pueden inspeccionar diariamente los muros de contención en busca de fugas y daños que pudieran comprometer la integridad hermética. Puede producirse la inundación del recinto impelente en el subsuelo debido a un drenaje inadecuado o a la afloración de las aguas freáticas; esto es debido generalmente a un diseño o a una instalación inapropiados.

Se ha informado de que los biofiltros son adecuados para la separación de sustancias malolientes resultantes de los componentes orgánicos y parcialmente inorgánicos en el aire extraído, tales como nitrógeno, fosfatos, etc.

En general, la planta consiste de una unidad preliminar en la que se pretrata el aire extraído.

La solución de percolación que se filtra a través del sistema de filtrado biológico requiere un tratamiento de aguas residuales.

Beneficios ambientales logrados

Menor emisión de olores. Hay cierto desacuerdo sobre la eficiencia promedio de los biofiltros. Generalmente la eficiencia está por encima del 90% para la eliminación de sustancias malolientes de los gases residuales de plantas de aprovechamiento. Esto, no obstante, depende de la composición de la materia prima orgánica, de la concentración del aire entrante, del ritmo de flujo, del número de horas en funcionamiento y del mantenimiento del biofiltro. El material de biofiltro utilizado puede a veces emplearse para mejora de abonos y en jardinería.

Efectos cruzados

Los biofiltros pueden ser fuentes de olores. Los biofiltros utilizados se pueden en ocasiones emplear como compost, pero la mayoría de las veces tienen que eliminarse como residuos, p. ej. por incineración como residuos químicos. Cualquier lixiviado producido puede contener residuos orgánicos del material que compone el filtro.

Se consume energía durante la transferencia del aire maloliente hacia y a través del biofiltro.

Se ha informado de que las emisiones de N_2O , que es un gas de efecto invernadero, pueden ser un problema.

Puede haber problemas debido al ruido de los ventiladores utilizados para transferir el aire maloliente al biofiltro.

Puede haber riesgos de salud ocupacional para el personal que entra en el área del biofiltro para inspeccionar visualmente el medio filtrante y para hidratarlo. Se pueden proporcionar sistemas de riego remotos.

Cuestiones operativas

Los datos en la Tabla 4.9 muestran las áreas superficiales requeridas para un biofiltro diseñado mediante cálculo. Resultaron estar de acuerdo con las superficies de biofiltros existentes

inespecíficos instalados en plantas de aprovechamiento, con una producción de materia prima variada, y que realmente controlaban los problemas de olores.

Producción de materia prima (t/h)	Área de filtración requerida (m ²)	Caudal (m ³ /h)
5	250	30.000
10	500	60.000
20	1.000	120.000
50	2.500	300.000

Tabla 4.9: Valores de referencia para el tamaño y la capacidad de biofiltros
[49, VDI, 1996]

Las cuestiones operativas para una planta de aprovechamiento que utiliza un medio biofiltro sin especificar se muestran en la Tabla 4.10.

Área operativa	Caudal de aire extraído (m ³ /h)	Concentración de olor en el gas bruto *(UO/m ³)	Concentración de olor en el gas limpio *(UO/m ³)	Disminución en la conc. de olor *(%)
Producción	58.000		226	
EDAR	1.430		159	
Producción	109.107		197	
EDAR	3.939		160	
Biofiltro 1	85.700	16.000	242	98,5
Biofiltro 2	75.800	21.500	236	98,9
Planta entera	16.000	60.000	35 – 100	99,8
*No se ha acordado una unidad consistente para la concentración de olor, estos datos se proporcionan para dar una indicación de la efectividad de un biofiltro.				

Tabla 4.10: Reducciones de emisión alcanzadas con la utilización de biofiltros inespecíficos en una planta de aprovechamiento alemana
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

En este caso, el número de UO representa el volumen de aire limpio/m³ requerido para diluir 1 m³ de aire maloliente, para hacer descender el olor hasta el umbral olfativo; p. ej. 80.000 UO requieren 80.000 m³ de aire limpio para diluir 1 m³ de aire maloliente al umbral olfativo.

Para **compost de gusanos pasteurizados en que se inocula un cultivo seleccionado de *Pseudomonae***, se han constatado emisiones de olor reducidas con una eficiencia de aproximadamente el 95 – 98,4%. Se ha informado de que este material filtrante es útil para la mayoría de tipos de aire de ventilación. Este medio se utiliza en una planta ejemplo de procesado de harina de pescado y aceite de pescado. Las emisiones malolientes se extraen de la planta de procesado, incluidos los lugares en que se producen los olores de mayor intensidad, tales como la caldera. El pescado se procesa a un ritmo de 15 t/h, produciendo un condensado a un ritmo de 0,258 t/t de pescado, es decir, 3,87 t/h de vapor extraído. El 60% va a parar a la EDAR y el 40% se evapora para producir 1,55 t/h de vapor extraído.

En la planta ejemplo, antes de que el aire se transfiera al biofiltro, se somete a cierta purificación inicial haciéndolo pasar a través de agua. Esto retira algo de grasas y de sólidos. El filtro aplicado tiene un área superficial de 800 m² y emplea el aire a un ritmo de 100.000 m³/h, con la consecuente superficie de carga de 125 m³/h por metro cuadrado y un tiempo operativo anual de 500 h/año. Funciona a plena carga durante el 60% del tiempo y a carga parcial durante el resto de tiempo. La altura del lecho del filtro es de aproximadamente 0,8 metros y el tiempo de paso del aire maloliente es de aproximadamente 15 - 20 s. Durante este tiempo, los componentes orgánicos malolientes del aire extraído son disgregados orgánicamente por microorganismos que incluyen bacterias y hongos. Los componentes individuales del aire

maloliente se han medido y se han detectado reducciones en el total de carbono, amoníaco y otros compuestos de nitrógeno.

En la Tabla 4.11 se muestran los datos de rendimiento resultantes de medidas tomadas durante un período de muestreo limitado en la planta ejemplo, durante varias horas de procesado bajo condiciones similares de temperatura y presión. También se utiliza un depurador para reducir más las emisiones y los vapores condensados se tratan en una EDAR.

Medida 1 (09:55 – 10:55)			Medida 2 (10:40 – 11:10)			Medida 3 (11:15 – 11:45)		
Antes del biofiltro (UO)	Tras el biofiltro (UO)	% de reducción de olor	Antes del biofiltro (UO)	Tras el biofiltro (UO)	% de reducción de olor	Antes del biofiltro (UO)	Tras el biofiltro (UO)	% de reducción de olor
89.334	1.969	97,8	94.646	2.481	97,4	103.213	1.656	98,4
Véase más arriba para la definición de UO en este caso								

Tabla 4.11: Datos de rendimiento para un biofiltro de compost de gusanos en una planta de procesado de harina de pescado y aceite de pescado

Las astillas de madera pueden utilizarse como medio filtrante y se ha informado de que este tipo de material de filtro, ya gastado en una planta de desengrasado de huesos, se utiliza como compost en jardines.

La corteza de árboles puede utilizarse como medio filtrante. Un suministrador de corteza como medio filtrante a una planta de fabricación de gelatina, recomienda reemplazar la corteza cada 3 o 4 años, aunque esto se realiza anualmente por un operario en la planta ejemplo.

Los agregados LECA se utilizan como medio filtrante en plantas de aprovechamiento. El suministrador de LECA recomienda que se esterilice periódicamente y se reinocule con microorganismos. Un usuario en 2 plantas ha informado de que esto ha sido innecesario y que se han conseguido eficiencias en la reducción de olores del 99%. También se han utilizado un biodepurador y una chimenea para la reducción de olores en, como mínimo, una de estas plantas.

La turba y el heno con conchas marinas también pueden utilizarse como medio filtrante. La turba y el heno proporcionan el medio de crecimiento donde se desarrollan los microorganismos. Las conchas proporcionan sostén al medio que, de otro modo, compactaría y, por tanto, libran de la necesidad de mezclar o de reestablecer el crecimiento de microorganismos periódicamente.

La tierra cocida de un tamaño de partícula definido es autosostenida, es decir, no compacta y no se biodegrada, y presenta un área superficial capaz de soportar la biodegradación y las emisiones malolientes.

Aplicabilidad

Aplicable a mataderos e instalaciones de subproductos animales. No es adecuado para el tratamiento de gases de combustión. Se ha informado de que los picos de gases malolientes no condensables no sólo pueden pasar a través del biofiltro sin una reducción significativa, sino que también pueden inhibir la actividad biológica en el medio. Los biofiltros son, por tanto, considerados adecuados sólo para corrientes de aire de gran volumen y baja intensidad, ya que no consiguen el 100% de destrucción de olores.

Los requisitos para una superficie grande pueden ser prohibitivos si la disponibilidad de espacio es limitada. Sin embargo, pueden usarse pequeños módulos estándar para gases de escape locales.

Aspectos económicos

Los costes iniciales de capital y los costes de funcionamiento son relativamente bajos. Se ha informado de una inversión de 5.000 - 20.000 EUR para un biofiltro que trata 1.000 Nm³/h.

Compost de gusanos pasteurizado en que se inocula un cultivo seleccionado de *Pseudomonae*. Para el caso estudiado anteriormente de procesado de harina de pescado y aceite de pescado, se han cuantificado los siguientes costes:

2 extractores de 58 kW, funcionando durante 3.000 h/año x 0,065 EUR/kWh = 22.620 EUR
 2 extractores de 23 kW, funcionando durante 2.000 h/año x 0,065 EUR/kWh = 5.980 EUR
 2 bombas de circulación para depurador = 4.875 EUR
 Tratamiento del 60% de los condensados en la EDAR = 39.000 EUR
 Cambio del material del filtro cada 4 años = 14.000 EUR/año
 Mantenimiento = 7.000 EUR/año

Coste anual global 93.475 EUR

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de las emisiones de olor.

Plantas de ejemplo

El compost de gusanos pasteurizado en que se inocula un cultivo seleccionado de *Pseudomonae* se utiliza en una planta productora de harina de pescado y aceite de pescado en Alemania, tal como se ha explicado anteriormente.

Las astillas de madera se utilizan como mínimo en una planta de desengrasado de huesos.

La corteza de árboles se utiliza como mínimo en una planta de fabricación de gelatina.

Los LECA se utilizan como mínimo en 2 plantas de aprovechamiento de Dinamarca.

Referencias

[49, VDI, 1996; 134, Países nórdicos, 2001; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 241, RU, 2002; 242, Bélgica, 2002; 243, Clitavi - DMRI, 2002; 244, Alemania, 2002]

4.1.34 Control de olores utilizando filtros de carbón activado

Descripción

Durante muchos años se ha utilizado el carbón activado para la eliminación de olores. El efecto se basa en una superficie específica de gran área, en forma de microporos, que enlazan las moléculas responsables del olor. Cuanto mayores son las moléculas, mejor es el enlace. Ni el amoníaco ni el peróxido de hidrógeno pueden ser unidos de forma efectiva. Sin embargo, la eficiencia de p. ej. el peróxido de hidrógeno, puede mejorarse utilizando carbón preparado especialmente. Cuando los poros se llenan, la eficiencia cae y se debe reemplazar o regenerar el carbón.

Beneficios ambientales logrados

Emisión reducida de olores

Cuestiones operativas

La eficiencia de las nuevas preparaciones de carbón es del 95 - 98%, pero cae con el tiempo, de modo que la eficiencia promedio durante el ciclo de vida del carbón activado es considerablemente más baja, posiblemente más cercana al 80%. El agua, el polvo y los aerosoles grasos pueden estropear un filtro de carbón activado. Por tanto, la humedad relativa no debe exceder el 80 - 90% y las partículas deben ser retiradas de forma efectiva a contracorriente del filtro.

Aplicabilidad

La técnica es aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, siempre que el aire sea seco y no contenga polvo o aerosoles.

Aspectos económicos

Puede ser caro de mantener y de reemplazar.

Motivación para la puesta en práctica

Emisiones de olores reducidas.

Plantas de ejemplo

Muchos mataderos y plantas de aprovechamiento daneses

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003]

4.1.35 Dilución de olores por captura en una o más chimeneas

Descripción

El aire maloliente procedente de varias fuentes se recoge hacia una o más chimeneas de emisión en pilares, a una altura suficiente para asegurar la suficiente dilución y dispersión del olor, teniendo en cuenta las condiciones climáticas predominantes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de los problemas en la percepción de olores en las vecindades del matadero o instalación de subproductos animales. No se producen subproductos adicionales.

Efectos cruzados

Se reduce la vista agradable debido a la presencia de la(s) chimenea(s). No se ha evitado la formación de la sustancia maloliente.

Cuestiones operativas

La determinación de la altura de los pilares para el control del olor es incierta y menos precisa que para otras descargas contaminantes, porque la característica crítica de la emisión es su cualidad olfatoria más que sus características químicas. La sensibilidad a los olores es variable y subjetiva. Se puede requerir alguna forma de pre-tratamiento antes de la liberación, en lugar de confiar únicamente en la dilución y dispersión de la emisión descargada. Una planta de aprovechamiento húmedo de Dinamarca emite un promedio de 333.000 UO danesas/s, desde una chimenea de 90 metros de altura. Se procesan 300.000 m³ de aire por hora. El personal de la planta informa de emisiones de 4.000 UO/m³. El aire se hace pasar a través de un biodepurador de lodo activado y de un biofiltro LECA antes de ser dirigido a la chimenea.

Aplicabilidad

Actualmente éste el método más común empleado en los mataderos. Normalmente se requiere un pre-tratamiento para el tipo de olores producidos en las plantas de aprovechamiento.

Aspectos económicos

Técnica de bajo coste.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de olores.

Plantas de ejemplo

Una planta de aprovechamiento húmedo en Dinamarca.

Referencias

[241, RU, 2002; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.1.36 Gestión de ruido

Descripción

Los niveles de ruido se pueden valorar y controlar para asegurar que no cause molestias a las personas de las inmediaciones. Esto puede llevarse a cabo en cooperación con las autoridades reguladoras.

Se pueden determinar las fuentes significativas de ruido, estacionarias y móviles, las condiciones de edificios y suelos que pueden influir en las emisiones de ruido y la duración de cada fuente de ruido.

Se pueden evaluar las consecuencias del ruido procedente de un incremento planificado de la producción, de un incremento del tráfico hacia y desde la planta, del aumento en los tiempos de operación para las fuentes existentes y de las nuevas fuentes de ruido estacionarias.

Se puede calcular el estrés por ruido en los alrededores de la planta.

Se puede preparar un plan para reducir el estrés de ruido en los alrededores de fuentes estacionarias y fuentes móviles.

Las reuniones con grupos de trabajo que incluyan la participación de los vecinos pueden ser seguidas de la subsiguiente puesta en práctica de actividades reductoras del ruido. Los grupos de trabajo pueden seguir reuniéndose y revisar las medidas de prevención y control de ruido.

Beneficios ambientales logrados

Emisiones de ruido reducidas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Las características del ruido, p. ej. el tono, su temporización, su duración y su intensidad, pueden todas ellas afectar al grado de molestia del ruido y se pueden evaluar para establecer qué controles se requieren.

La legislación de control de exposición al ruido en el lugar de trabajo establece que las exposiciones al ruido se controlen por medios distintos a los de la protección auditiva, en primera instancia. Como regla general, se requieren análisis de ruido ocupacional siempre que los niveles de ruido son tales que personas separadas 2 metros de distancia tengan que alzar sus voces para oírse. El control de los niveles de ruido en la fuente por razones ocupacionales puede, por tanto, reducir significativamente el ruido ambiental. Los niveles de ruido que molestan a los vecinos pueden, no obstante, para el oído de la persona que oye el ruido, estar por debajo de los niveles de acción ocupacional y/o puede haber niveles de ruido altos que no constituyen un riesgo ocupacional debido a la posición, tiempo o duración de la fuente del ruido.

En un matadero ejemplo, se tomó la siguiente acción para combatir el problema del ruido. Se cambió un extractor, se cerró una sala de máquinas ubicada en un lugar extraño, se cambió el control de frecuencia y la velocidad de los ventiladores (p. ej. en condensadores), se cambió el equipo de condensación, se amplió la recuperación de calor del sistema de enfriamiento y se apantallaron fuentes de ruido seleccionadas.

En cuanto a las fuentes móviles, se alteraron las rutas de tráfico y se erigieron pantallas acústicas.

Se pactó una dispensa que permitía un nivel de ruido incrementado de + 5 dB(A) para las mañanas de los lunes.

El ruido total emitido del matadero se redujo en 12 – 13 dB(A).

Se ha informado de que los ruidos de tráfico provienen de la forma en que se conduce el vehículo y que las medidas efectivas de reducción de ruido incluyen la reducción de la velocidad y una conducción uniforme. La buena planificación antes de construir la instalación puede reducir, mediante diseño, las emisiones de ruido. Esto puede incluir estructuras de construcción tales como terraplenes y muros y emplazando las carreteras de modo que queden más bajas que la tierra colindante. Se pueden aplicar a las carreteras superficies sonorreductoras, p. ej. un aglomerado asfáltico con virutas es, según los informes recibidos, 2 dB(A) menos ruidoso que una superficie asfáltica y 4 dB(A) más silencioso que una superficie de hormigón. Una capa de rodadura de asfalto de textura abierta, conocida como “asfalto susurrante”, puede, según nuestros informes, reducir los niveles de ruido en más de 3 dB(A), pero tiene un tiempo de vida mucho más corto que los demás materiales de superficies de carretera. Puede ser posible construir el acceso y las salidas laterales de forma que se alejen de, p. ej., las áreas residenciales. El vehículo también puede adaptarse mediante, p. ej. aislamiento de motores de transporte pesado.

El ruido de ventiladores se puede transmitir a largas distancias, con las frecuencias más altas tendiendo a desvanecerse más rápidamente. Un ventilador montado en el tejado puede, por tanto, modificarse para producir ruido de frecuencia más alta. Las conexiones entre ventiladores y conductos o bastidores se pueden hacer mediante uniones elásticas para minimizar el ruido asociado a las vibraciones.

Aplicabilidad

Aplicable a todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Buenas relaciones con los vecinos y salud y seguridad laborales.

Plantas de ejemplo

Un matadero de cerdos danés.

Referencias

[189, Pontoppidan O., 2001; 224, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2002: 296, EA, 2002; 297, EA, 2002]

4.1.37 Ruido reducido de extractores en el tejado – mantenimiento rutinario

Descripción

El mantenimiento rutinario de los ventiladores del tejado resultó, según los informes recibidos, en una reducción de 10 dB(A).

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de ruido, con lo que se benefició a los residentes locales, especialmente por la noche y en los fines de semana. En una instalación de ejemplo, el número de quejas por el ruido cayó de aproximadamente 6 por semana a 1 en 4 meses. Una ventaja adicional señalada fue la mejora en la salud y seguridad del ambiente de trabajo para los empleados.

Cuestiones operativas

Se llevó a cabo un estudio para determinar las causas de las quejas, para comparar los niveles con los estándares y para aconsejar soluciones prácticas para controlar las emisiones. Hay 3 instalaciones de procesamiento y una granja de crianza de aves en el emplazamiento. La

instalación funciona durante 24 horas, 7 días por semana. El estudio se llevó a cabo durante un período de 12 horas desde las 15:00 hasta las 03:00.

Las medidas se tomaron en posiciones específicas predeterminadas del recinto y en 3 ubicaciones fijadas de las áreas colindantes, según lo determinado por las quejas.

Se registraron los niveles de ruido y fueron comparados con BS4142.1997, *Métodos para la evaluación del ruido industrial que afecta áreas mixtas residenciales e industriales*. Las medidas se tomaron con un sonómetro CEL 573, colocado a una altura de 1,5 m y se tomaron muestras de duración variable. También se fijó un analizador de ruido ambiental CEL 162 en campos a 50 metros de distancia de las propiedades cuyos moradores se habían quejado.

El estudio indicó que las emisiones de ruido del recinto estaban 20 dB por encima del nivel de ruido de fondo existente en el área en la cual está situada la factoría.

El estudio también identificó fuentes específicas de emisiones de ruido. Después del análisis, los consultores pudieron recomendar métodos correctivos. Al igual que en los soplantes de la planta de efluentes, había emisiones de las salas de la planta de refrigeración, de los ventiladores del tejado y de los camiones y remolques. Los niveles eran mayores en el rango tonal de frecuencias de 250 a 500 Hz.

Aplicabilidad

Es aplicable en locales con ventiladores montados en los tejados.

Motivación para la puesta en práctica

En el caso del recinto estudiado, se han mantenido reuniones medioambientales regulares con representantes municipales y con el funcionario de regulación ambiental de la zona. Hay un registro de quejas donde se anotan todas las quejas entrantes y las acciones tomadas. A partir de estas reuniones y de las quejas registradas se decidió llevar a cabo un estudio de ruido para probar y localizar los niveles de molestia y reducirlos cuando se requiriera. El primer estudio para establecer los niveles de ruido fue emprendido en octubre de 1999. La mayoría de las quejas procedían de los vecinos que vivían cerca de la unidad de procesamiento más alejada y de aquéllos en línea directa con el recinto principal, y la mayoría de las quejas estaban relacionadas con los niveles de ruido durante el final de la tarde.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en el Reino Unido.

Referencias

[214, AVEC, 2001]

4.1.38 Ruido reducido en el soplante de la laguna de estabilización

Descripción

Se fijó un aislamiento acústico adicional en el edificio soplante de efluentes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de ruido.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En una planta de ejemplo, las emisiones de ruido se redujeron en cerca de 15 dB(A). Los beneficios pudieron ser notados por los residentes locales, especialmente por la noche y en los fines de semana. El número de quejas por el ruido bajó de aproximadamente 6 por semana a 1

en 4 meses. Una ventaja adicional señalada fue la mejora en la salud y seguridad del ambiente de trabajo para los empleados.

Las características tonales altas se redujeron de modo que no fueron más significativas y a aproximadamente 10 metros de los cobertizos de los soplantes, el ruido de éstos es casi inaudible frente al ruido de fondo del recinto.

Se llevó a cabo un estudio para determinar las causas de las quejas, para comparar los niveles con los estándares y para aconsejar soluciones prácticas para controlar las emisiones. Hay 3 instalaciones de procesado y una granja de crianza de aves en el recinto. La instalación funciona durante 24 horas, 7 días por semana. El estudio se llevó a cabo durante un período de 12 horas desde las 15:00 hasta las 03:00.

Las medidas se tomaron en posiciones específicas predeterminadas del recinto y en 3 ubicaciones fijadas de las áreas colindantes, según lo determinado por las quejas.

Se registraron los niveles de ruido y fueron comparados con BS4142.1997, *Métodos para la evaluación del ruido industrial que afecta áreas mixtas residenciales e industriales*. Las medidas se tomaron con un sonómetro CEL 573, colocado a una altura de 1,5 m y se tomaron muestras de duración variable. También se fijó un analizador de ruido ambiental CEL 162 en campos a 50 metros de distancia de las propiedades cuyos moradores se habían quejado.

El estudio indicó que las emisiones de ruido del recinto estaban 20 dB por encima del nivel de ruido de fondo existente en el área en la cual está situada la factoría.

El estudio también identificó fuentes específicas de emisiones de ruido. Después del análisis, los consultores pudieron recomendar métodos correctivos. Al igual que en los soplantes de la planta de vertidos, había emisiones de las salas de la planta de refrigeración, de los ventiladores del tejado y de los camiones y remolques. Los niveles eran mayores en el rango tonal de frecuencias de 250 a 500 Hz.

Aplicabilidad

Es aplicable en instalaciones que utilizan un soplante en laguna de estabilización.

Motivación para la puesta en práctica

En el caso del recinto estudiado, se han mantenido reuniones regulares sobre el medio ambiente con representantes del consejo local del distrito y el oficial regulador del área ambiental. Hay un registro de quejas donde se anotan todas las quejas entrantes y las acciones tomadas. A partir de estas reuniones y quejas registradas se decidió llevar a cabo un estudio de ruido para probar y localizar los niveles de molestia y reducirlos cuando se requiriera. El primer estudio para establecer los niveles de ruido fue emprendido en octubre de 1999. La mayoría de las quejas procedían de los vecinos que vivían cerca de la unidad de procesado más alejada y de aquéllos en línea directa con el recinto principal, y la mayoría de las quejas estaban relacionadas con los niveles de ruido durante el final de la tarde.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en el Reino Unido.

Referencias

[214, AVEC, 2001]

4.1.39 Reducción de ruido de plantas de refrigeración mediante el uso de puertas con aislamiento

Descripción

En un matadero de ejemplo, las grandes puertas basculantes de persiana enrollable de las cámaras de la planta de refrigeración se sustituyeron por puertas con diseño de aislamiento que ofrecen un aislamiento de 21 dB en el intervalo de frecuencias de 63 a 4.000 Hz. Siempre que es posible las puertas se mantienen cerradas durante la noche y también durante el día.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en la emisión de ruidos, logrando beneficios a los residentes locales, especialmente durante la noche y los fines de semana. El número de quejas por ruido disminuyó de aproximadamente 6 por semana a una en cuatro meses. Una ventaja adicional fue un mejor entorno desde el punto de vista de seguridad y sanitario.

También se ahorra energía, debido a la reducción en la pérdida de calor.

Cuestiones operativas

Durante el diseño y construcción de cámaras de plantas de refrigeración deben tenerse en cuenta requisitos de seguridad sobre ventilación.

Se llevó a cabo un estudio acústico para determinar la causa de las quejas, comparar niveles con los estándares y recomendar soluciones prácticas para controlar las emisiones. En el emplazamiento hay 3 lugares de procesado y una granja avícola. La instalación funciona 24 horas al día y 7 días por semana. El estudio se realizó a lo largo de un período de 12 horas, desde las 15:00 a las 03:00.

Las medidas se tomaron en puntos predeterminados y en 3 lugares fijos en las áreas circundantes, determinados en función de las quejas.

Se registraron los niveles acústicos y se compararon con BS4142.1997, *Métodos para valorar el ruido industrial que afecta a zonas mixtas residenciales e industriales*. Las medidas se tomaron con un sonómetro CEL 573 colocado a una altura de 1,5 m, con tiempos de recogida de datos diversos. Se colocó un analizador de ruidos ambientales CEL 162 en campos a menos de 50 metros de propiedades que habían presentado quejas.

El estudio indicó que las emisiones acústicas del emplazamiento se encontraban 20 dB por encima del nivel acústico de fondo en la zona donde se sitúa la factoría.

También indicó las fuentes de las emisiones acústicas. Tras una valoración los consultores pudieron recomendar métodos correctores. Además de los soplantes de efluentes había emisiones procedentes de las cámaras de la planta de refrigeración, los ventiladores del tejado y los camiones y tráilers. Los valores eran mayores en el intervalo tonal entre 250 y 500 Hz.

Aspectos económicos

Los costes se pueden compensar con el ahorro energético.

Motivación para la puesta en práctica

En el emplazamiento de estudio se celebran reuniones medioambientales regulares, con representantes municipales locales y de las autoridades ambientales regionales. Existe un registro de quejas en la que se registran todas las quejas nuevas y se toman acciones en consecuencia. A partir de estas reuniones y las quejas registradas se decidió realizar un estudio acústico para determinar los niveles molestos y reducirlos donde fuera necesario. El primer estudio para determinar niveles acústicos se realizó en octubre de 1999. La mayoría de quejas procedían de residentes cercanos a la unidad de procesado adicional y de los que estaban situados en una línea directa hasta el emplazamiento principal; la mayoría de quejas también estaban asociadas con los ruidos durante la tarde-noche.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en el RU.

Referencias

[214, AVEC, 2001]

4.1.40 Sustitución de fueloil con gas natural

Descripción

El fueloil está disponible en diversos tipos según la concentración de azufre ($< 1\%$, $< 2\%$, $< 3\%$ y $> 3\%$). El gas natural está básicamente libre de azufre. Si hay acceso a un suministro de gas natural, las calderas se pueden transformar para su uso con gas, por ejemplo, modificando el sistema de alimentación de combustible y reemplazando los quemadores. El uso de gas natural es de control relativamente fácil y no requiere instalaciones de almacenaje.

Beneficios ambientales logrados

Como el gas natural prácticamente no contiene azufre, se pueden lograr menores emisiones de SO_2 sin necesidad de técnicas de reducción. El contenido de nitrógeno del gas natural normalmente es negligible, por lo que las emisiones de NO_x son virtualmente nulas.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

El gas natural produce menos energía por unidad de masa que el fueloil.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las instalaciones con calderas que tengan acceso a un suministro de gas natural.

Aspectos económicos

Habrà un coste inicial para las modificaciones en el sistema de alimentación de combustible y en los quemadores. Los costes de funcionamiento con gas natural difícilmente serán superiores a los que había con fueloil, aunque el combustible puede ser más caro. El coste del combustible dependerá del mercado en cada EM y de cada momento determinado y puede ser superior o inferior a otros combustibles. Los costes de la técnica dependerán básicamente de los precios de combustible dominantes.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de las emisiones de SO_2 .

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 265, CE, 2001; 349, Miembros del Grupo de Trabajo de la GME, 2003]

4.1.41 Sustitución del combustible de calderas por sebo

Descripción

El fueloil está disponible en diversos tipos según la concentración de azufre ($< 1\%$, $< 2\%$, $< 3\%$ y $> 3\%$). El sebo está básicamente libre de azufre. Las calderas se pueden transformar para la cremación de sebo sustituyendo los quemadores. Los usos tradicionales del sebo han sido limitados, como consecuencia de la crisis de la EEB. Los usos y vías de eliminación permitidos están definidas en el Reglamento ABP 1774/2002/CE. En algunos casos (por ejemplo, donde no hay una salida fácilmente accesible para el sebo) puede ser conveniente o barato quemarlo en la misma instalación en que se produce, aunque esta técnica no está actualmente autorizada por el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Beneficios ambientales logrados

Se reduce la necesidad de consumir combustibles fósiles. Además, como el sebo prácticamente no contiene azufre, se pueden lograr emisiones menores de SO₂ y sin necesidad de técnicas de reducción (que, en cambio, son necesarias para combustibles con azufre). También se reduce la contaminación asociada con el transporte si el sebo se quema en el mismo sitio en que se produce.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

Las modificaciones necesarias para permitir que una caldera de fueloil utilice sebo son mínimas. Se ha informado de que hay disponibles quemadores que permiten quemar sebo, gas natural, diésel o aceite. Si no se dispone de un uso o vía de eliminación alternativo (p. ej. a causa de la calidad del sebo producido) o no se considera económicamente viable, la cremación del sebo en la caldera sería una opción simple y económica.

Aplicabilidad

En el momento de la redacción esta técnica no está permitida en la UE, ya que no se lista ni se ha autorizado en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el artículo 33(2), tras consulta con un comité científico apropiado.

Aspectos económicos

Habrà un coste inicial para las modificaciones en el sistema de alimentación de combustible y en los quemadores. Los costes de funcionamiento con gas natural difícilmente serán superiores a los que había con fueloil, aunque el combustible puede ser más caro. El coste del combustible dependerá del mercado en cada EM y en cada momento determinado y puede ser superior o inferior a otros combustibles. Los costes de la técnica dependerán básicamente de los precios de combustible dominantes.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de las emisiones de SO₂.

Plantas de ejemplo

Varios mataderos, plantas de aprovechamiento y otras instalaciones de subproductos animales (y no animales) en toda Europa.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 265, CE, 2001]

4.1.42 Limpieza de la instalación y los equipos

4.1.42.1 Gestión de la cantidad de agua y detergente consumidos

Descripción

Si se registran diariamente el consumo de agua, los detergentes y la limpieza es posible detectar desviaciones respecto al funcionamiento normal y, por tanto, supervisar y planificar esfuerzos en curso para reducir el consumo futuro de agua y detergentes sin comprometer la higiene.

Se pueden realizar pruebas, por ejemplo utilizando menos detergente o nada en absoluto, utilizando agua a diferentes temperaturas y utilizando tratamientos mecánicos (“fuerza” en la presión del agua, estropajos y cepillos, etc.).

La supervisión y el control de las temperaturas de limpieza requeridas puede permitir alcanzar el nivel de limpieza necesario sin un uso excesivo de agentes limpiadores.

Beneficios ambientales logrados

Posible reducción en el consumo de agua y detergente y en la energía necesaria para calentar el agua. El potencial de reducción depende de los requisitos de limpieza en cada parte de la instalación o equipo a limpiar.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Hay unos pocos requisitos legales veterinarios y alimentarios que especifican el consumo de agua. También está reconocido por veterinarios, titulares y clientes que un uso excesivo de agua puede provocar contaminación cruzada. Unos controles higiénicos insuficientes conllevan problemas higiénicos que pueden acarrear el rechazo de los productos o un menor tiempo de conservación. Se pueden conseguir mejoras en las técnicas de limpieza sin agua, por ejemplo utilizando restricciones de caudal en el suministro de agua y regulando la presión de agua desde lavado a alta presión para la limpieza nocturna y lavado a media y baja presión para limpieza diurna. La frecuencia de la limpieza con agua también se puede valorar con el objetivo de reducir el número de limpiezas con agua completas a una por día en lugar de una cada pausa o, como sucede en algunos mataderos, en lugar de una limpieza prácticamente continua por parte de un trabajador que aclara con mangueras toda la sala de matanza cada 15 minutos, aproximadamente.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

La técnica consigue reducir los costes de agua y detergente.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de consumo de agua y detergente.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001; 241, RU, 2002]

4.1.42.2 Selección de detergentes que causan el mínimo impacto ambiental

Descripción

Algunos detergentes, como el etoxilato de nonilfenol (NPE) y los alquilbencenos sulfonados de cadena lineal (LAS) son una amenaza considerable para el medio ambiente y pueden evitarse en todas las operaciones de limpieza. El NPE se ha utilizado como limpiador en mataderos e instalaciones de subproductos animales. El nonilfenol es un metabolito del grupo nonilfenoletoxilato. Es tóxico para los organismos terrestres y acuáticos, en los que tiene efectos similares a las hormonas. Pronto se prohibirá su uso como agente limpiador en todas las aplicaciones (excepto algunas seleccionadas), de manera que no estará disponible para su uso en mataderos e instalaciones de subproductos animales, de acuerdo con la futura enmienda 26 de la Directiva del Consejo 76/769/CEE, por la Directiva del Consejo 2003/53/CE.

Al escoger detergentes alternativos, es necesario comprobar primero si pueden conseguir un grado de higiene suficiente y luego valorar su posible impacto ambiental.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el daño a organismos acuáticos.

Efectos cruzados

Dependerán de los detergentes alternativos escogidos.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Los nonilfenoles son “sustancias peligrosas prioritarias” destacadas para una acción prioritaria bajo la *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.1.42.3 Evitar y reducir el uso de agentes de limpieza y desinfectantes con cloro activo

Descripción

Los agentes limpiadores que contienen cloro activo pueden producir halógenos orgánicos e hidrocarburos clorados peligrosos, que pueden dificultar o interferir en el tratamiento anaeróbico de materia flotante en las aguas residuales. Entre sus sustitutos se encuentra el ácido peracético.

El consumo de todos los desinfectantes se puede reducir realizando una limpieza eficiente antes de la desinfección.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones al agua de halógenos orgánicos e hidrocarburos clorados peligrosos.

Cuestiones operativas

Los sustitutos disponibles del cloro acostumbran a ser menos eficientes y más caros.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Los sustitutos disponibles del cloro acostumbran a ser más caros.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones de halógenos orgánicos e hidrocarburos clorados peligrosos, que pueden interferir en el funcionamiento de las EDAR.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

4.1.43 Tratamiento de aguas residuales

4.1.43.1 Disposición de una capacidad de retención de aguas residuales superior a los requisitos rutinarios

Descripción

Se puede disponer de una laguna de emergencia para interceptar las aguas residuales que exceden los límites acordados si se vierten desde el emplazamiento. Se puede realizar, por ejemplo, una supervisión en línea del amoníaco, los sólidos en suspensión y el caudal. Si se superan los acordados las aguas residuales pueden desviarse a la laguna y, si es necesario, devolverse a la EDAR para su tratamiento posterior.

La instalación de tanques de mezcla y ecualización mayores que los necesarios para el tratamiento habitual de las aguas residuales, así como de tanques de seguridad adicionales puede

permitir que las plantas hagan frente a las emergencias, como exceso de sedimentos o averías ocasionales. De esta forma se pueden vaciar lentamente grandes volúmenes de aguas residuales, que también pueden tener una carga considerable, sin superar la capacidad de las EDAR.

Beneficios ambientales logrados

Prevención del vertido de aguas residuales no tratadas, insuficientemente tratadas o en cantidades excesivas a los cursos locales de agua o a la EDAR municipal.

Efectos cruzados

Puede haber problemas de olores.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales de nueva construcción. En las instalaciones existentes puede no disponerse del espacio suficiente para construir una laguna.

Aspectos económicos

Hay un coste inicial elevado procedente de la capacidad de la instalación de almacenaje adicional, incluyendo los costes del espacio necesario. Esto debe equilibrarse con el coste de contaminación de los cursos de agua locales, los daños a las condiciones de funcionamiento de la EDAR municipal y los costes de superar los VLE de vertido.

Plantas de ejemplo

Un matadero de avícola en el RU.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 248, Sorlini G., 2002; 264, May G. E., 2001]

4.1.43.2 Análisis de laboratorio regulares de la composición de los efluentes y registro de los mismos

Descripción

Los análisis de laboratorio regulares de los efluentes pueden constituir una parte importante de la gestión de las aguas residuales. Junto con registros de las entradas reales, por composición y caudal, la información se puede utilizar para determinar cómo se puede operar la EDAR para optimizar los niveles de emisión en el vertido a los cursos de agua locales o a la EDAR municipal.

Beneficios ambientales logrados

Ayuda en la gestión de la operación de la EDAR, para minimizar los niveles de emisión.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Aplicable en todas las EDAR.

Motivación para la puesta en práctica

Cumplimiento de los VLE.

Plantas de ejemplo

Diversas plantas de aprovechamiento de Alemania.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 244, Alemania, 2002]

4.1.43.3 Prevención de aguas residuales estancadas

Descripción

Las conducciones asociadas al drenaje y a la EDAR se pueden tender de forma que tengan el suficiente gradiente para evitar el estancamiento de aguas residuales por cuestiones higiénicas (el agua residual estancada de un matadero atraerá moscas y ratas). Los problemas de olores también pueden ser producidos por condiciones anaeróbicas en agua estancada en los sistemas de drenaje.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores y parásitos.

Efectos cruzados

En plantas existentes con un gradiente insuficiente puede ser necesario un gasto de energía para bombear el agua residual.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

No es restrictivo económicamente.

Plantas de ejemplo

La mayoría de mataderos e instalaciones de subproductos animales que producen aguas residuales.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 244, Alemania, 2002]

4.1.43.4 Filtrado de sólidos – tamices (tipo no especificado)

Descripción

Anchura de las aperturas de 0,25 a 4 mm.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de sólidos en suspensión, de DBO en suspensión y de la posible formación de gases malolientes.

Efectos cruzados

En los filtros y cribas se pueden generar olores.

Cuestiones operativas

Tasas de reducción de 50 – 90% para sólidos sedimentables y de 10 – 40% para la DBO₅. Se ha informado de una reducción de la DBO₅ de 17 – 49% en las aguas residuales de un matadero, al utilizar un tamaño de malla de 1 mm. Parece que el rendimiento puede aumentarse significativamente si la planta se opera de forma eficiente.

Si no se realiza el tamizado, los sólidos quedan atrapados en la red de la EDAR, donde se corrompen, emiten olores y causan problemas para el tratamiento completo del agua residual.

Si los tamices y los recipientes de recolección no están cerrados puede haber problemas asociados con el congelamiento durante el invierno y con los olores y parásitos durante el verano.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales.

Aspectos económicos

El tamizado evita la necesidad, y por tanto los costes, de un tratamiento adicional de las aguas residuales. Reduce el volumen de fango producido, que en caso contrario exigiría costes adicionales para su eliminación.

Motivación para la puesta en práctica

Menores requisitos para el tratamiento de aguas residuales.

Plantas de ejemplo

Todos los mataderos y muchas instalaciones de subproductos animales, como las plantas de aprovechamiento de grasa y elaboración de gelatina.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001, 244, Alemania, 2002]

4.1.43.5 Filtro estático de cuñas y filtro curvo

Descripción

En los filtros estáticos de cuñas y curvos el agua residual se bombea, o fluye por gravedad, hasta la parte superior del filtro y luego cae por una pendiente formada por perfiles. El líquido pasa a través del filtro y los sólidos se recogen en la parte inferior para su posterior eliminación por separado. Algunos filtros vibran para facilitar el transporte de partículas; otros disponen de pulverizadores de limpieza para aclarar el filtro desde el lado limpio. Los filtros curvos se suministran con mallas de hasta 0,25 mm. La Figura 4.2 muestra un filtro típico de cuñas estático o curvo. La Figura 4.3 muestra el filtrado y eliminación de sólidos con mayor detalle.

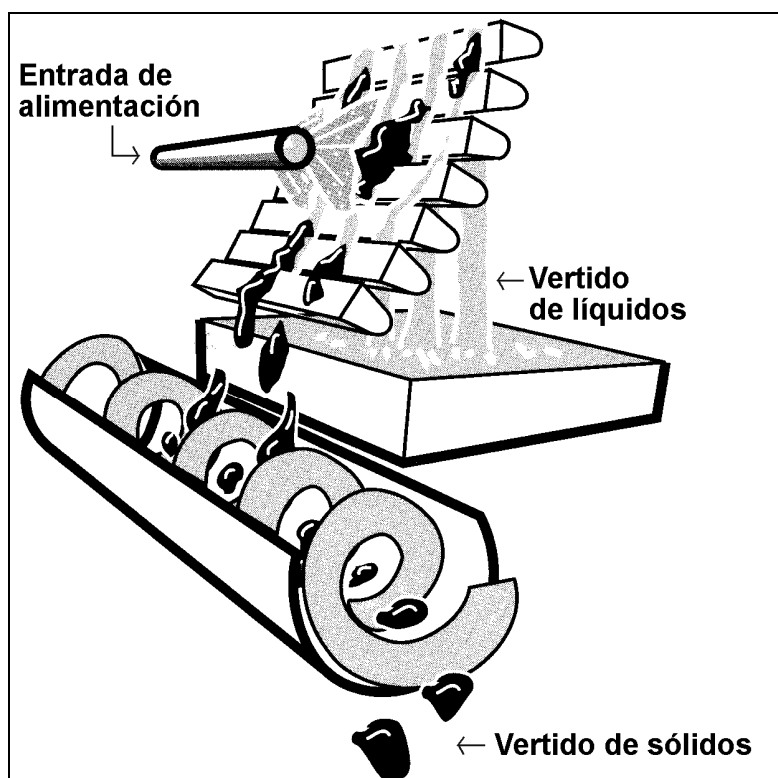


Figura 4.2: Filtro curvo
[134, Países nórdicos, 2001]

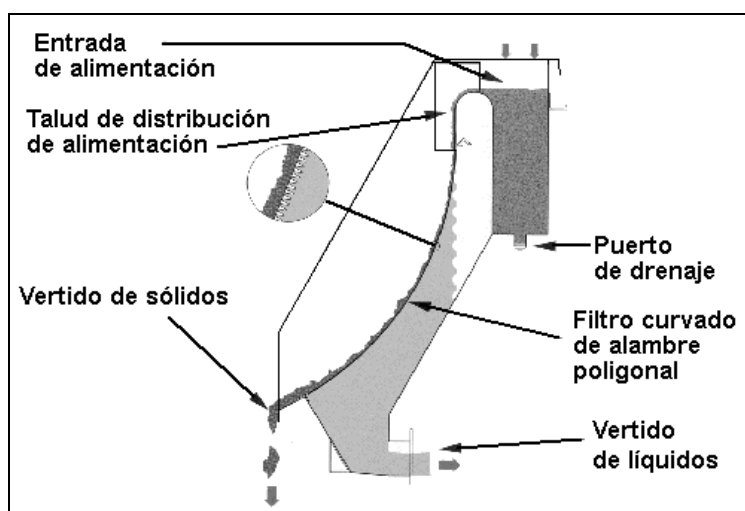


Figura 4.3: Filtro estático de cuñas
[12, WS Atkins-EA, 2000]

Beneficios ambientales logrados

Reducción significativa de los sólidos en suspensión y una pequeña reducción de DBO en las aguas residuales.

Efectos cruzados

Durante la limpieza se consume agua y detergentes.

Cuestiones operativas

Los filtros estáticos de cuñas necesitan un mayor mantenimiento que las prensas de tornillo inclinado y los filtros de tambor rotatorio. En el uso habitual, el filtro de cuñas estático puede requerir limpieza tres veces al día con mangueras de alta presión, para eliminar la acumulación de restos grandes, y una vez al día con pequeñas cantidades de productos químicos de limpieza para disolver cualquier tipo de grasas residuales.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales que necesiten tratamiento.

Aspectos económicos

Los filtros estáticos de cuñas acostumbran a ser más baratos que las prensas de tornillo inclinado y los filtros de tambor rotatorio. El coste determinado en el año 2000 era de 10.000 – 12.000 GBP. También hay costes de mantenimiento asociados con la limpieza regular requerida, necesaria para evitar el cegado y obturación de la malla.

Plantas de ejemplo

Por lo menos un matadero en el RU.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 134, Países nórdicos, 2001; 236, ORGALIME, 2002; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.1.43.6 Prensa de tornillo inclinado

Descripción

La prensa de tornillo inclinado es básicamente un tornillo giratorio, con escobillas en los bordes, situado dentro de un filtro cilíndrico perforado, como se muestra en la Figure 4.4. Todo el conjunto se incorpora en un orificio en forma de “U”. El agua residual se bombea o fluye por gravedad hacia la parte inferior del orificio y se desplaza hacia arriba por el filtro cilíndrico por

afecto del tornillo rotatorio. La gravedad y la acción del tornillo provoca que el líquido se extraiga por el filtro y que los sólidos restantes se eliminen por la parte superior de la unidad.

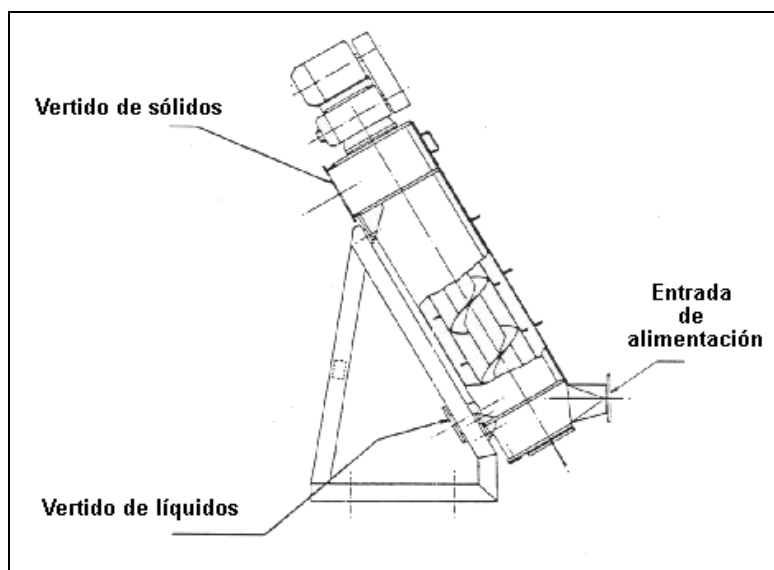


Figure 4.4: Prensa de tornillo inclinado
[12, WS Atkins-EA, 2000]

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de partículas y una pequeña reducción de la DBO y sólidos en suspensión en las aguas residuales.

Efectos cruzados

Puede haber emisiones de olores, en función, por ejemplo, de la edad de los sólidos filtrados.

Cuestiones operativas

La acción del tornillo barre los restos más grandes del filtro. Periódicamente se utilizan pequeñas cantidades de productos químicos de limpieza para disolver cualquier tipo de grasas residuales que se acumulan en el filtro.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales que necesiten tratamiento.

Aspectos económicos

Las prensas de tornillo inclinado acostumbran a ser más caras que los filtros estáticos de cuñas. Su coste se determinó en 12.000 GBP en el año 2000.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.1.43.7 Filtro cilíndrico

Descripción

El filtro cilíndrico está formado por un tambor rotatorio cilíndrico de lámina metálica perforada. El tamaño de la malla en la lámina puede ser tan pequeño como 1 mm. El agua residual penetra en el tambor y el líquido pasa a través del filtro y las partículas se eliminan y vierten en un extremo, como resultado del transporte por un tornillo o por la posición oblicua del cilindro. El filtro cilíndrico es adecuado para eliminar materiales que necesitan ser volteados para extraer el líquido residual. La técnica se ilustra en la Figura 4.5.

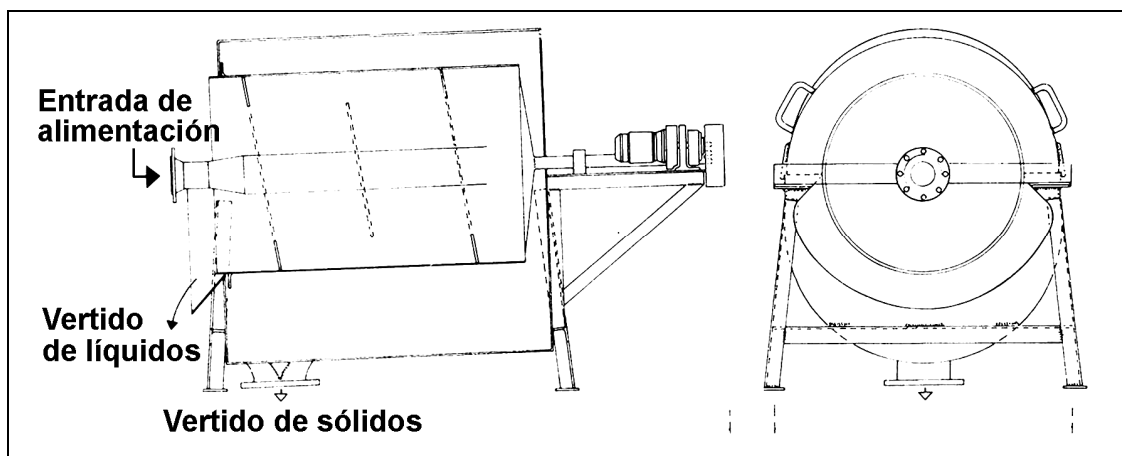


Figura 4.5: Filtro cilíndrico
[134, Países nórdicos, 2001]

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de partículas y una pequeña reducción de BDO y sólidos en suspensión en las aguas residuales.

Efectos cruzados

Puede haber emisiones de olores, en función, por ejemplo, de la edad de los sólidos filtrados.

Cuestiones operativas

Los filtros con orificios pequeños deben aclararse periódicamente desde el exterior. Esto se puede conseguir por un sistema mecánico o de pulverización, para evitar el cegado y obturación de la malla.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales que necesiten tratamiento.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.1.43.8 Filtro de tambor rotatorio

Descripción

Hay diversos tipos de filtros de tambor rotatorio. En algunos sistemas el efluente se carga dentro del tambor, pero es más habitual que el efluente fluya por la superficie externa. Estos filtros tienen un tamaño de malla de 3 – 4 mm, aunque pueden llegar a ser tan pequeños como 0,25 mm. En el sistema de cuchillas rotatorias el tambor levanta los sólidos de un lado del filtro al otro, en donde se eliminan mediante una rascadora de resorte para su recolección en un contenedor, como se muestra en la Figura 4.6. El líquido filtrado cae a través del tambor y se vierte en una EDAR en el emplazamiento o municipal.

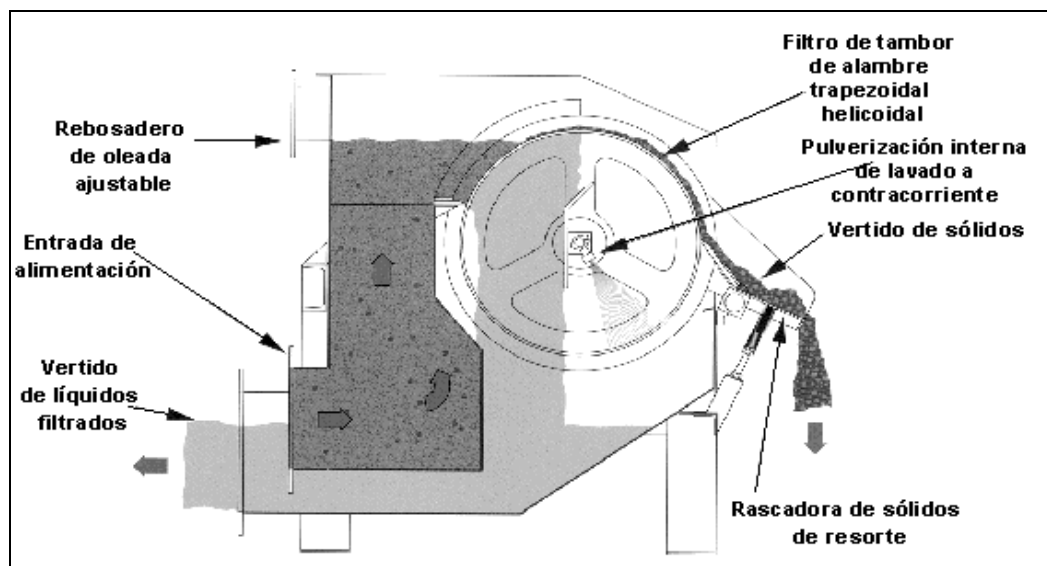


Figura 4.6: Ejemplo de filtro de tambor rotatorio
[12, WS Atkins-EA, 2000]

Además de asegurar que el equipo de filtrado se mantiene en buenas condiciones, es esencial asegurar que la capacidad de filtrado puede soportar variaciones previsibles en el caudal, a nivel diario o estacional. En algunos mataderos porcinos existen problemas cuando se vacía el tanque de escaldado al final de la jornada laboral y el agua residual pasa por el filtro. Esto puede desplazar restos de carne fuera del área de recolección. También pueden aparecer problemas en algunos mataderos si los desagües del agua superficial se encaminan hacia el sistema de desagüe de aguas residuales tras la instalación del equipo de filtrado. Esto a veces conlleva que el agua rebose de los filtros durante periodos de lluvias intensas y que los restos de carne salgan del área de recolección.

Beneficios ambientales logrados

El filtro de tambor rotatorio reduce la contribución de sólidos a los niveles de DBO del agua residual, aunque no elimina la fracción soluble. Por tanto, sólo reduce el tratamiento necesario del agua residual. La proporción del sólido respecto a la fracción soluble de la DBO depende de como se gestionan la matanza, la preparación de las canales y la evisceración en cada matadero particular. Se han comunicado reducciones de DBO del 15 - 25%.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

La pulverización interna a contracorriente proporciona una autolimpieza de los filtros de tambor rotatorio, que normalmente necesitan menor mantenimiento que los filtros estáticos de cuñas.

El equipo prácticamente se limpia a si mismo y puede trabajar muchas semana sin ayuda y con poco o nulo mantenimiento.

El líquido de carga a filtrar se introduce en la cámara de alimentación, diseñada para frenar el flujo y distribuirlo. A continuación se desborda por un aliviadero sellado sobre un filtro cilíndrico, que gira a 5 – 10 rpm. Los sólidos quedan retenidos en la superficie externa del filtro y una rasqueta los extrae. En al menos un tipo de filtro de tambor rotatorio, el líquido filtrado cae a través del cilindro y pasa por su parte inferior, del interior al exterior. Esta acción limpia por contracorriente las aperturas de la malla de forma efectiva, de forma que la parte del filtro cilíndrico que recibe la carga siempre está limpia. La operación de limpieza por contracorriente también evita la acumulación de sólidos grasos dentro del filtro. Otro tipo dispone de una barra de pulverización situada dentro del tambor, que limpia el filtra a medida que gira, con agua que acaba de ser filtrada.

Al menos un tipo de filtro de tambor rotatorio utilizado actualmente está equipado con un sistema patentado de lavado interno a alta presión, para la limpieza periódica. La frecuencia de ésta, aplicada para eliminar grasa, varía según el clima, y utiliza agua caliente para evitar el cegado por solidificación de la grasa.

Los sólidos producidos son relativamente secos, lo que resulta ventajoso independientemente de si se envían para aprovechamiento, incineración o compostaje.

Normalmente el tambor está construido de un material resistente a la corrosión de alta calidad, que requiere un mínimo mantenimiento. Alrededor de una estructura de soporte se enrolla alambre en forma de cuña para formar una bobina helicoidal, dejando unos espacios que pueden llegar a ser de 0,25 mm, según la especificación del usuario. El alambre es de forma trapezoidal, especialmente diseñado para obtener un caudal específico alto mediante efecto Venturi.

La rasqueta elimina los sólidos atrapados en la superficie del filtro. Está hecha de material especial anticorrosión (como cobre) y es considerablemente más blanda que el material del cilindro. Se acostumbra a sustituir una vez por año, con un proceso que se completa en pocos minutos.

Es esencial el tamaño correcto del tambor para tratar el volumen de agua residual previsto, al igual que la gestión de la velocidad de entrada del efluente en el equipo. Incluso se pueden construir varios filtros de tambor rotatorio en serie. Un subdimensionamiento o una carga excesiva pueden provocar que el filtro rebose, y el efecto producido dependerá de donde se viertan los sólidos rebosantes. Si el agua de los patios, incluida el agua de lluvia, se recoge separadamente del agua de procesado, los sólidos se pueden verter directamente a la EDAR municipal. Las cargas excesivas pueden producirse durante el vaciado del tanque de escaldado, especialmente si coincide con el aclarado durante la limpieza, ya que es probable que ambos se realicen al final de un turno. Por ello puede ser necesaria la instalación de un tanque de reserva.

Un matadero de ejemplo que sacrifica 350 cerdos por hora, produce 45,5 toneladas de canal y trata el agua de procesado sólo en su EDAR, utiliza un filtro de tambor rotatorio de 90 cm de diámetro y 300 m de longitud, con un tamaño de malla de 0,75 mm, capaz de absorber un volumen de 1.000 m³/h y 500 kg de sólidos en suspensión. El mismo matadero dispone de un filtro de ayuda de 70 cm de diámetro y 180 cm de longitud, capaz de absorber 420 m³/h de agua de procesado. El sistema ha estado en funcionamiento satisfactoriamente durante 8 – 10 años.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales que necesiten tratamiento.

Aspectos económicos

Los filtros de tambor rotatorio acostumbran a ser de 2 a 3 veces más caros que los filtros estáticos de cuñas, pero presentan la ventaja de su autolimpieza y normalmente necesitan menos mantenimiento y costes asociados. La inversión determinada en el año 2000 para estos filtros era de 22.000 – 31.000 GBP.

Plantas de ejemplo

Mataderos en Italia y el RU.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 279, Leoni C., 1979; 281, Savini F., 2002]

4.1.43.9 Eliminación de grasa de las aguas residuales mediante una rejilla de grasas

Descripción

Las rejillas de grasas pueden capturar las grasas y el aceite que hayan entrado en el agua residual. Para ello frenan el flujo de agua a través de la rejilla, que contiene un tanque. Si el agua está caliente se deja enfriar. A medida que el agua se enfría las grasas y el aceite se separan y flotan en la parte superior de la rejilla. El agua más fría sigue circulando fuera de la rejilla hacia la EDAR, mientras unos deflectores acumulan las grasas y aceites, que pueden tratarse en una planta de aprovechamiento.

La eliminación de la grasa reduce la corrosión y sedimentación en las tuberías y la EDAR receptoras del agua residual y disminuyen la carga que necesita tratamiento.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de grasas de las aguas residuales.

Efectos cruzados

El tamaño correcto de las cámaras es crítico para asegurar una correcta separación y para evitar el peligro de desbordamiento cuando se presentan caudales altos o anormales. Puede ser necesario desviar el flujo si la entrada está sometida a fluctuaciones grandes. La facilidad de vaciado y mantenimiento regular es esencial para evitar problemas de olores.

La instalación de rejillas de grasas en las áreas de procesado puede causar problemas de seguridad alimentaria. El agua excesivamente caliente puede provocar el paso de las grasas a través de la rejilla y puede fundir la grasa previamente recogida, por lo que debe evitarse. También deben considerarse el material de los deflectores y la facilidad de limpieza.

El olor puede ser un problema considerable, especialmente durante el vaciado.

Cuestiones operativas

El tamaño de la rejilla de grasas puede variar en función de la cantidad de grasa producida y de la frecuencia de mantenimiento de la rejilla. Las rejillas de grasas se pueden situar dentro o fuera del edificio. Si están situadas en el interior acostumbran a ser más pequeñas y necesitan un mantenimiento más frecuente. Las rejillas situadas en el exterior funcionan de forma diferente en invierno que en verano y tienen mayor tendencia a obturarse en condiciones climáticas frías.

Si la grasa separada permanece en la rejilla durante mucho tiempo se degrada y por consiguiente, disminuye su uso y pueden aparecer problemas de olores durante el almacenaje y el procesado, lo que, a su vez, puede generar mayores costes de tratamiento. El uso de una rascadora para la retirada automática y continua de la grasa puede minimizar estos problemas.

Se comunica que en un matadero de ejemplo el agua residual se introduce en un tanque a través de una cámara ciclónica. Las grasas ligeras, el aceite y las partículas de sebo se desplazan a la parte superior del tanque y el material más pesado que no puede desviarse cae hasta la parte inferior. Entonces la fase acuosa fluye hacia arriba a través de una tubería sumergida y abandona el tanque. La grasa acumulada en la superficie se retira con una rascadora, que lo encamina hacia una tolva y luego a un tanque de almacenaje. El material sedimentado que se acumula en la parte inferior del tanque se puede retirar por gravedad o mediante bombeo, de forma automática o controlada.

Se informa que este tipo de separación de grasas con ayuda mecánica garantiza una reducción media de DQO del 50% de la máxima reducción posible de DQO. La eficiencia de la separación aumenta considerablemente si se añaden precipitantes y coagulantes. El proceso puede mejorarse aún más mediante aireación. Si se utiliza un tiempo de residencia superior a cuatro minutos, los materiales más ligeros también quedan retenidos en el fango, lo que reduce los sólidos sedimentables hasta en un 60%.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

La inversión requerida queda claramente compensada por el ahorro en los costes de tratamiento del agua residual y mantenimiento de la planta.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los problemas causados por las grasas en las tuberías y EDAR de aguas residuales y menores cargas que requieren tratamiento.

Plantas de ejemplo

Esta técnica se aplica prácticamente en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Referencia

[344, Brechtelsbauer P., sin fecha]

4.1.43.10 Plantas de flotación

Descripción

Las plantas de flotación separan las grasas y los sólidos del agua residual. Normalmente se instalan tras un filtro grueso y un filtro de arena. Su efecto se puede potenciar añadiendo agentes aglutinantes y floculantes antes de que el agua residual entre en el tanque de flotación. Para la precipitación y floculación se utilizan algunas sales metálicas, como el sulfato de hierro (III), el cloruro de hierro (III), el sulfato de aluminio, el cloruro de aluminio y algunos polímeros. La cantidad y tipo de agentes floculantes sólo se puede determinar de forma concluyente tras ensayos semi-comerciales o tras la construcción de una planta. Parece ser que su uso no es normalmente necesario. La aplicación del fango en suelos agrícolas puede verse restringida tras la floculación a causa de los residuos de sales metálicas. Por ello, se puede seleccionar la flotación sin agentes precipitantes y floculantes en nuevos diseños, con una redimensión adecuada de los tratamientos subsiguientes.

Para conseguir la flotación de partículas sólidas se necesita la producción de microburbujas. Para ello hay tres métodos: aeroflotación (flotación a presión atmosférica), flotación por aire disuelto y flotación mecánica.

El material flotante se retira con rasquetas de un transportador de cadena.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de DQO, DBO, nitrógeno y fósforo en las aguas residuales y de la producción de fango, tras la deshidratación, para uso en fabricación de biogás. La eficiencia de la limpieza depende del quipo, de las características del agua residual y del funcionamiento. Los materiales sólidos se pueden reciclar en una instalación de subproductos animales, por ejemplo para compostaje, ya sea en el mismo emplazamiento o en otro.

Efectos cruzados

A menudo, el agua de flotación por aire disuelto puede necesitar agua fresca, lo que aumenta el consumo global de agua y la cantidad de agua contaminada. Por ello requiere un mayor tratamiento del agua residual.

Las plantas de flotación son una fuente potencial de problemas de olores.

La presencia de sales metálicas procedentes de la floculación puede impedir que el fango del tratamiento biológico subsiguiente se utilice en suelos agrícolas.

Cuestiones operativas

En la aeroflotación las burbujas de aire se forman introduciendo la fase gaseosa directamente en la líquida a través de un rodete o de difusores. Parece ser que la aireación sola, al menos durante un corto periodo, no es especialmente efectiva para conseguir la flotación de los sólidos.

En la flotación por aire disuelto, el aire se inyecta con el agua bajo presión. El agua a presión usada, que supone un 10 – 20% del flujo, puede ser agua fresca o agua residual recirculada tras la flotación. El fango puede rascarse de la superficie y se puede enviar al exterior para inyección.

La Tabla 4.12 y la Tabla 4.13 presentan cifras para las eficiencias de las plantas de flotación.

		Unidad	DQO	DBO ₅	Grasas	Nitrógeno Kjeldahl total	Fósforo
Producción	Influente	mg/l	1.000	498	104	36	10
	Efluente	mg/l	458	142	< 15	23	3,5
	Grado de eficiencia	%	54	71,5	> 86	36	65
Purificación	Influente	mg/l	929	515	106	35	9,8
	Efluente	mg/l	530	237	< 15	32	5
	Grado de eficiencia	%	43	54	> 86	11	52

Tabla 4.12: Rendimiento de purificación de una planta de flotación durante la producción y la limpieza
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

Contaminante	% de reducción
DBO	70
N total	55
P total	70
Grasas	85

Tabla 4.13: Rendimiento de purificación de una planta de flotación que utiliza agentes precipitantes y floculantes
[134, Países nórdicos, 2001]

La Tabla 4.14 muestra datos operativos adicionales para una planta de aprovechamiento con una planta de flotación con aireadores de flotación sumergidos, diseñados para este propósito específico.

Parámetro	Influente	Efluente	% disminución
pH	9,0 – 9,5	7,7 – 11	-
Sólidos filtrables (mg/l)	1.530	570	2,7
DQO total (mg/l)	5.024	3.416	32,0
Grasas (mg/l)	1.590	199	87,5
NH ₄ -N (mg/l)	943	648	31,3
N orgánico (mg/l)	119	39	66,9

Tabla 4.14: Datos influente/efluente, para tratamiento preliminar mecánico/fisicoquímico de las aguas residuales tras el aprovechamiento

Otro informe indica fuerzas de DQO habituales en las aguas residuales de los mataderos de entre 2.900 mg/l y 3.800 mg/l. Estas cifras se pueden reducir, con una planta de flotación por aire disuelto (FAD), a menos de 600 mg/l, antes del vertido de los efluentes. Los sólidos en

suspensión pueden reducirse de unos 1.500 mg/l a menos de 100 mg/l [12, WS Atkins-EA, 2000]. Los componentes principales de una planta FAD se muestran en la Figura 4.7.

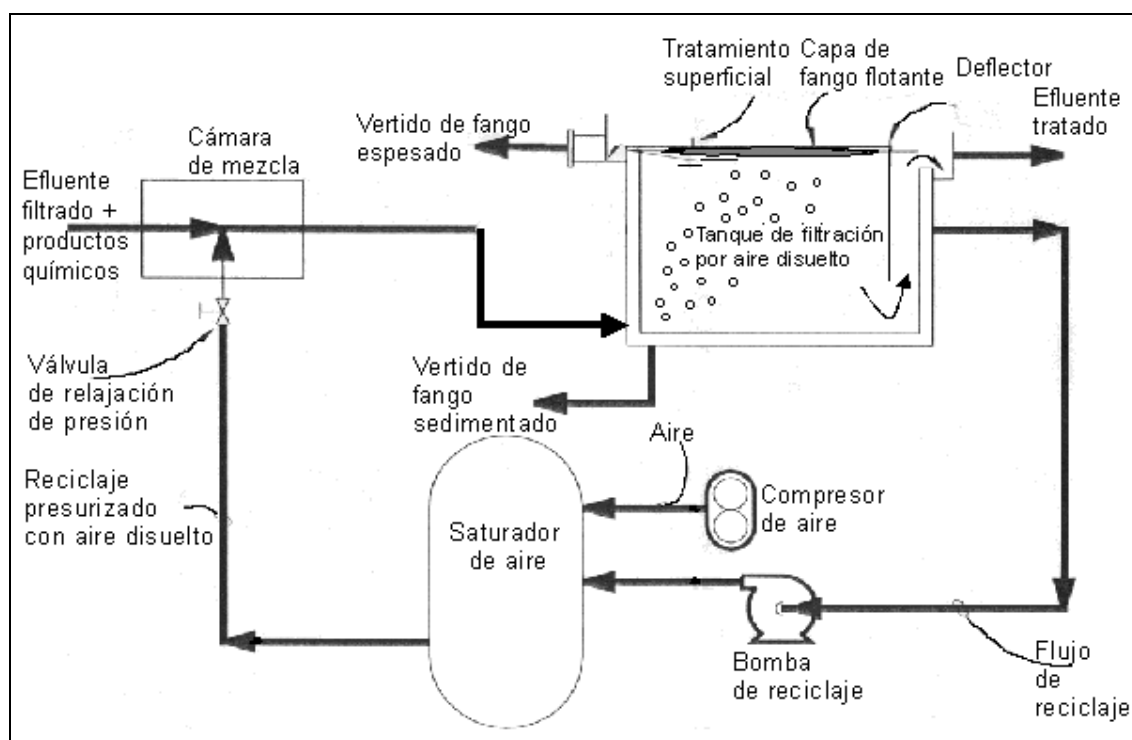


Figura 4.7: Componentes principales de una planta de flotación por aire disuelto
[12, WS Atkins-EA, 2000]

La Tabla 4.15 muestra los costes y requisitos de mantenimiento para una planta FAD que trata 750 m³/d.

	Inversión de capital estimada	Requisitos típicos de mantenimiento
Flotación por aire disuelto (FAD)	150.000 GBP	Puede necesitar hasta dos horas diarias de limpieza y mantenimiento.

Tabla 4.15: Costes y requisitos de mantenimiento para tratamiento FAD (750 m³/d de efluente)
[67, WS Atkins Environment/EA, 2000]

En una planta de aprovechamiento que utiliza aireadores sumergidos para la flotación y una pala para retirar el material flotante, con un caudal de 15 m³/h y un volumen de 12 m³ y una área superficial de 8 m², se informa de una reducción del 76% en el contenido de grasas y del 42% en la DQO. Un sistema de pulverización automático controla la formación de espuma.

En una planta de aprovechamiento de Alemania, la eliminación de N a partir del alto contenido de amoníaco en el agua residual llega al 10%. En otra, con niveles iniciales de amoníaco superiores, llegó a aproximadamente el 30–40%. Esto conlleva altas concentraciones de amoníaco en el aire del área cerrada de flotación, con los consiguientes riesgos sanitarios laborales para el personal que entra en el área.

Valores altos de temperatura y pH dificultan la separación de grasas. Se informa que la separación mecánica es la menos sensible a los cambios en estos parámetros.

En una planta de eliminación de cadáveres animales de Alemania, se realiza flotación con un depósito de mezcla y ecualización diseñado para una entrada constante de efluente de hasta

8 m³/h. En esta planta se ha logrado una tasa de eliminación de grasas del 50%. La DQO (homogeneizada) sólo se reduce en un 16% porque el lodo procedente de la planta de tratamiento biológica llega simultáneamente a la planta de flotación, lo que puede provocar una sobrecarga temporal.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales que generan aguas residuales.

Aspectos económicos

Se ha informado de que en muchos casos la inversión de capital para una planta FAD está justificada por la reducción en los costes del tratamiento de los efluentes.

Según parece la flotación mecánica es la que implica una menor inversión y costes de funcionamiento respecto a las otras técnicas de flotación.

Se ha comunicado que la inversión de capital para una planta de flotación con una capacidad de 60 m³/h es de 125.000 – 150.000 EUR (2003).

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de DQO, DBO, nitrógeno y fósforo en las aguas residuales.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en el RU. Mataderos y plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

4.1.43.11 Tanques de ecualización de agua residual

Descripción

Se pueden instalar tanques de almacenaje y mezcla para ecualizar las enormes variaciones de caudal y de concentración del agua residual.

Beneficios ambientales logrados

Permite que las técnicas de tratamiento posteriores funcionen con la eficiencia óptima para minimizar los vertidos contaminados a los cursos de agua locales.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

El uso constante de tanques de ecualización, más que su uso intermitente cuando el caudal supera un valor predeterminado, es ventajoso para las EDAR, ya que asegura un efluente a tratar de características más uniformes y minimiza los problemas que pudieran causar las cargas excesivas, por ejemplo a causa de los productos químicos de limpieza que se utilizan una vez al día. Se informa que la calidad del efluente y el rendimiento de espesamiento de los tanques de sedimentación secundarios tras el tratamiento biológico mejoran mediante una carga de sólidos constante. También se informa que se pueden obtener ventajas al situar el tanque de ecualización tras el tratamiento primario y antes del tratamiento biológico. Si está situado antes del tanque de sedimentación primario, debe proporcionarse el grado de mezcla suficiente para evitar la deposición de sólidos, variaciones de concentración y problemas de olores. Igualmente, se comunica que, como regla general, la ecualización debe realizarse después de eliminar las grasas del agua residual.

En un matadero, que se sabe que trata con éxito el agua de procesado y el agua de lluvia, un tanque de ecualización está situado tras un equipo de filtrado rotatorio y antes del tanque de flotación, donde se retira la grasa y se elimina la arena de la parte inferior del tanque. Otro matadero comunica que dispone de un tanque de ecualización capaz de acumular cuatro días de efluente líquido. Esto puede presentar ventajas en términos de proporcionar una alimentación homogénea a la EDAR, pero también puede causar problemas de olores.

Los tanques necesitan estar lo suficientemente aireados para minimizar la formación de gases nocivos y malolientes. También pueden necesitar un recubrimiento para proteger el cemento de la corrosión por ácidos grasos.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales en que varíe el caudal y el contenido de las aguas residuales y en donde este hecho pueda tener un efecto perjudicial en los otros procesos de la EDAR.

Aspectos económicos

El coste de construir y operar un tanque de ecualización debe compararse con los ahorros asociados al funcionamiento uniforme de las técnicas de tratamiento posteriores.

Motivación para la puesta en práctica

Ofrecer una alimentación prácticamente homogénea a los procesos EDAR posteriores.

Plantas de ejemplo

Los tanques de ecualización se usan en mataderos de Alemania, Italia y el Reino Unido y en plantas de aprovechamiento de Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 216, Metcalf y Eddy, 1991; 244, Alemania, 2002; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.1.43.12 Minimización de filtraciones de líquidos y tapado de tanques de tratamiento de aguas residuales

Descripción

La base y los costados de los tanques de tratamiento de aguas residuales deben sellarse para evitar fugas al suelo y a los acuíferos y la parte superior debe cubrirse y ventilarse para minimizar problemas de olores. Los sistemas de desagüe pueden estar equipados con tanques subterráneos, para recoger cualquier filtración posible en caso de accidente.

Beneficios ambientales logrados

Prevención de contaminación del suelo y acuíferos y minimización de las emisiones de olores.

Efectos cruzados

Se necesitará energía para alimentar los equipos de ventilación.

Cuestiones operativas

Es práctica estándar alinear y sellar la base y los costados de los tanques y construirlos sobre una base que se asentará y no forzará el material de los tanques ni causará fugas, pequeñas o mayores. También es habitual equipar el sistema con un sistema de desagüe debajo de los tanques para recoger cualquier filtración de líquido que pueda ocurrir y devolverla a la EDAR.

Los gases ventilados se pueden llevar a un sistema de reducción de olores, especialmente instalado para tal propósito o que también trate otros gases malolientes procedentes de otras actividades en el emplazamiento.

Aplicabilidad

El sellado de la base y los costados es aplicable en todos los tanques de tratamiento de aguas residuales. El tapado y ventilación de los tanques es aplicable donde puedan surgir problemas de olores y no se eviten de otra forma.

Motivación para la puesta en práctica

Minimización del riesgo de contaminación en el suelo y los acuíferos y reducción de las emisiones de olores.

4.1.43.13 Minimización de filtraciones de líquidos y aireación de los tanques de tratamiento de aguas residuales

Descripción

Se pueden sellar la base y los costados de los tanques de tratamiento de aguas residuales para evitar fugas al suelo y a los acuíferos, y el contenido del tanque puede airearse para evitar el desarrollo de condiciones anaeróbicas y la consiguiente producción de gases malolientes.

Beneficios ambientales logrados

Prevención de contaminación del suelo y acuíferos y minimización de las emisiones de olores.

Efectos cruzados

Se necesitará energía para mezclar el contenido del tanque y quizá para suministrar oxígeno.

Cuestiones operativas

Es práctica estándar alinear y sellar la base y los costados de los tanques y construirlos sobre una base que se asentará y no forzará el material de los tanques ni causará fugas, pequeñas o mayores. También es habitual equipar el sistema con un sistema de desagüe debajo de los tanques para recoger cualquier filtración de líquido que pueda ocurrir y devolverla a la EDAR.

Aplicabilidad

El sellado de la base y los costados es aplicable en todos los tanques de tratamiento de aguas residuales. La aireación es aplicable cuando aparecen condiciones anaeróbicas que no son realmente necesarias para el tratamiento de las aguas residuales y crean gases malolientes.

Motivación para la puesta en práctica

Minimización del riesgo de contaminación en el suelo y los acuíferos y reducción de las emisiones de olores.

4.1.43.14 Pretratamiento anaeróbico con reactores de corriente descendente o de corriente ascendente

Descripción

El agua residual de mataderos o plantas de aprovechamiento que pasa por reactores de lecho fijo con microorganismos anaeróbicos en anillos o bolas de plástico o en vidrio sinterizado, puede funcionar como técnica de pretratamiento para reducir la DQO en el agua residual, antes del tratamiento aeróbico. Una técnica particular funciona en modo de corriente descendente o ascendente, con recirculación. Sin embargo, la técnica no puede reducir lo suficiente la DQO o el nitrógeno para ser algo más que un pretratamiento. Se informa que es capaz de eliminar el 73 – 76% de la DQO en una planta de aprovechamiento si se utilizan 2 reactores, uno en modo descendente y otro en modo ascendente.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de parte de la carga orgánica de las aguas residuales, antes de un tratamiento posterior en el emplazamiento o en una EDAR municipal. Se informa que el biogás producido durante el proceso contiene más energía que la que necesita la planta anaeróbica para llevar a cabo el tratamiento.

Efectos cruzados

El contenido de amoníaco liberado de las combinaciones de nitrógeno orgánico durante el tratamiento anaeróbico supera la fijación mediante formación de nueva biomasa, por lo que la concentración de nitrógeno amoniacal aumenta durante el tratamiento.

Cuestiones operativas

En general, casi el 75% de la DQO durante la etapa descendente es soluble, y el resto son sólidos. La DQO disuelta está formada en un 85% aproximadamente por ácidos orgánicos volátiles, especialmente ácido etanoico y propiónico. Los microorganismos anaeróbicos convierten aproximadamente el 95% de las impurezas orgánicas que se introducen en biogás y sólo el 3 – 5% en biomasa nueva. Durante la acidificación o metanización se crean pequeños volúmenes de biomasa (lodo) y pueden llevarse a una etapa de purificación aeróbica. El biogás creado es CH_4 en un 60 – 85%, que puede usarse para generación de calor y energía. En una planta de aprovechamiento de ejemplo, la producción específica de CH_4 resulta alcanzar una media de $0,32 \text{ m}^3/\text{kg}$ de entrada de DQO. El biogás está formado por un 86 – 87% de CH_4 y un 0,3 – 0,7% de H_2S . La alta concentración de H_2S en el gas crudo debe eliminarse con una planta de desulfurización, para evitar emisiones y corrosión.

La carga de volumen real alcanzable depende de la superficie específica, el espacio libre y la concentración de biomasa en el reactor. La configuración del reactor, las condiciones ambientales dentro del mismo, como temperatura y pH, así como la capacidad específica de descomposición del sustrato de los microorganismos son aspectos importantes.

Para tratar aguas residuales que se originan en plantas de aprovechamiento parece que es efectivo un método mesófilo a 35 – 37 °C. Se puede mantener bien una temperatura de 32 – 42 °C mediante la energía calorífica contenida en el efluente bruto. El tiempo de residencia en el reactor de lecho fijo puede ser de 11 a 30 h, según las concentraciones de biomasa.

Un prerequisite para una operación sin problemas de los reactores de lecho fijo es asegurar la eliminación de sustancias sólidas y lipofílicas del efluente, para evitar la acumulación de material y la obturación. El proceso anaeróbico es relativamente susceptible de presentar fallos a causa de fluctuaciones en la carga, por lo que es necesaria una ecualización del volumen y concentración del efluente. Un tanque de mezcla y ecualización con un dispositivo agitador también puede facilitar una pre-acidificación gradual. Debe mantenerse el pH cerca del valor neutro, para evitar la biocenosis anaeróbica mixta. La producción de CH_4 estable se produce en un intervalo de pH de 6,8 – 7,8. El pH óptimo para una pre-acidificación separada, según el sustrato, es de 3,5 a 6,5.

Para optimizar las condiciones microbiológicas ambientales, necesarias para liberar amoníaco de los compuestos orgánicos nitrogenados, puede ser necesaria una acidificación, por ejemplo, por adición de ácido clorhídrico o ácido fosfórico. Según el efluente a tratar puede ser necesaria una dosis adicional de nutrientes, como fósforo. Se considera óptima una relación DQO:N:P:S igual a 800:5:1:0,5. Pueden surgir problemas de toxicidad si las concentraciones de amoníaco o sulfuro de hidrógeno son superiores. Los efectos inhibidores están determinados por el pH, la composición del sustrato y el tiempo de adaptación de los microorganismos.

La Tabla 4.16 muestra los resultados del pretratamiento anaeróbico en una planta de aprovechamiento. Los datos se presentan para dos meses: febrero y julio. No se sabe hasta qué punto los resultados del tratamiento se deben a la temperatura del tratamiento anaeróbico o a la diferencia en las condiciones de almacenaje de las materias primas. Los resultados se resumen en términos de cambio porcentual en cada parámetro. Las cargas iniciales eran diferentes.

Parámetro	Febrero			Julio		
	Influyente	Efluente	% aumento o disminución	Influyente	Efluente	% aumento o disminución
pH	7,5	7,8		7,9	8,2	
Conductividad específica (mS/cm)	6,67	6,89		7,54	7,66	
Sólidos filtrables (mg/l)	1.115	532	- 61,8	2.642	1.011	- 62
DQO total (mg/l)	4.311	1.156	- 73,2	9.414	2.208	- 76,5
DBO ₅ total (mg/l)	3.433	534	- 84,5	5.890	1.154	- 80,4
Grasas (mg/l)	370	90,8	- 75,5	717	265	- 63
N de NH ₄ (mg/l)	126	145	+ 15,1	185	208	+ 12,4
N orgánico (mg/l)	57,6	30,4	- 47,2	80,2	59,4	- 25,9
P total (mg/l)	8,7	8,6	- 0,7	14,5	12,8	- 12,1
Sulfuros (mg/l)	24,1	8	- 66,8	8,1	13,5	+ 65,2
Sulfatos (mg/l)	39,5	11	- 72,2	65,5	22,8	- 65,2

Tabla 4.16: Datos de efluentes e influentes de una planta de pretratamiento anaeróbico de aguas residuales

Se informa que el biogás del agua residual produce más energía que la usada durante el tratamiento del agua residual. Un kg de DQO produce 0,5 m³ de biogás. El valor calorífico de un metro cúbico de biogás es de unos 6,4 kWh. Con una central energética y calefactora, el 35% de los 6,4 kWh se pueden utilizar para generación de electricidad y el 55% en generación de calor.

Aplicabilidad

Es aplicable como pretratamiento en mataderos y plantas de aprovechamiento, antes del tratamiento anaeróbico. Una eliminación eficiente de las grasas puede hacer innecesario este paso en mataderos, si se reduce lo suficiente la carga orgánica, como sucede en mataderos de Flandes.

Motivación para la puesta en práctica

Eliminación significativa de la DQO en aguas residuales y producción de biogás.

Plantas de ejemplo

Al menos 2 plantas de aprovechamiento y un matadero en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

4.1.43.15 Digestión aeróbica combinada con desnitrificación intermitente o alterna en condiciones anóxicas

Descripción

La eliminación biológica del nitrógeno se describe en general en el BREF “Sistemas de gestión y tratamiento de gas residual y aguas residuales habituales en el sector químico”.

La digestión aeróbica combinada con desnitrificación intermitente o alterna en condiciones anóxicas implica el tratamiento simultáneo aeróbico y anóxico del agua residual, en tanques separados o en uno solo. El proceso se controla supervisando las concentraciones de amoníaco y óxidos de nitrógeno. Por ello, se conectan y desconectan automáticamente diversos dispositivos de aireación. Por ejemplo, un solo tanque se puede dividir en zonas aeróbicas y anóxicas. Durante el método alterno, se operan de forma alterna varios tanques individuales, dispuestos secuencialmente, en base aeróbica o anóxica que coincide con la transferencia simultánea del efluente entre los tanques. En la operación intermitente los tanques funcionan en paralelo.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de compuestos de nitrógeno, DBO y DQO de flujos de agua residual con cargas elevadas, que no han sido eliminados por otros medios.

Efectos cruzados

Se pueden producir problemas de olores. Se utiliza energía (p. ej. durante la aireación).

Cuestiones operativas

La técnica se caracteriza por la eliminación de DBO sin aireación, combinada con la desnitrificación habitual para las aguas residuales de mataderos e instalaciones de subproductos animales. Esto ofrece la ventaja de minimizar el consumo de energía. Se ha informado de que la aireación puede representar el 60% del consumo de energía en las EDAR.

La aireación se consigue mediante difusión de aire a través de una gran cantidad de pequeños orificios, para asegurar que haya suficiente oxígeno en el agua residual para conseguir la desnitrificación necesaria para las altas cargas de nitrógeno típicas de las aguas residuales de este sector.

Además, la técnica se caracteriza por edades considerables del fango, que también ayudan al proceso de desnitrificación.

En una planta de aprovechamiento en donde se aplica tratamiento se informa que el efluente se somete previamente a separación de grasas, eliminación de sólidos con filtros cilíndricos, flotación, mezcla y ecualización.

A continuación el tratamiento se realiza en una balsa de tierra revestida y de gran volumen. La aireación se lleva a cabo de forma intermitente. Parece ser que se consigue la plena eliminación del nitrógeno, mediante nitrificación/desnitrificación simultánea. La parte principal de la DBO y la DQO se puede eliminar sin aireación. La introducción de aire y la circulación de la biomasa se consigue mediante 8 cadenas de aireadores. Las cadenas de aireadores constan de 7 aireadores flotantes, cada uno conectado a los demás mediante mangueras de aire. El aire se introduce en forma de pequeñas burbujas sobre el suelo de la balsa. La cantidad necesaria de aire se consigue mediante compresores de paletas. Un compresor funciona permanentemente a una carga básica, para asegurar un nivel mínimo determinado de circulación del fango activado. La conexión de compresores adicionales se regula mediante un programa de temporización y un control automático de oxidación/reducción. Al variar la velocidad de introducción de oxígeno a través de las diferentes cadenas se crean zonas aeróbicas y anóxicas. Esta velocidad se cambia periódicamente, de forma que a lo largo del tiempo se van creando intermitentemente zonas anóxicas en toda la balsa. La creación intermitente de zonas aireadas y anóxicas se consigue deteniendo la aireación en un 33% de los aireadores en cualquier momento.

Se retira el fango y el efluente se somete a una aireación y sedimentación posterior.

Los datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico se muestran en la Tabla 4.17.

Parámetros	Valores
Volúmenes totales, tanque aireación	1.803 m ³
Caudal de entrada	100 m ³ /d
Sólidos en suspensión en el licor mezclado en el tanque de aireación	3,5 g/l
DBO – carga	346 kg DBO/d
N de NH ₄ – carga	90 kg N de NH ₄ /d
DQO:N (cociente)	5,6:1
DBO – carga volumétrica	0,19 kg DBO/(m ³ ·d)
N – carga volumétrica	0,05 kg N/(m ³ ·d)
BOD – carga en fango	0,05 kg DBO/(kg TS·d)
N – carga en fango	0,015 kg N/(kg TS·d)
Lodo	66 kg/d
Edad del lodo	95 d
Consumo específico de O ₂ para DBO	2,09 kg O ₂ /kg DBO
Consumo específico de N para DBO	1,91 kg N/kg DBO

Tabla 4.17: Datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico de una planta de aprovechamiento

La Tabla 4.18 muestra los valores de emisión de efluente conseguidos en la planta descrita en la Tabla 4.17 en el período 1992 - 1996.

Parámetros	Concentración de influente	Concentración de efluente		
		Media	Mínima	Máxima
DBO ₅ homogeneizada mg/l	3.460	3,1	1	8
DQO homogeneizada mg/l	5.040	65,4	35	125
N de NH ₄ mg/l	900	10,0	0,3	29
N de NO ₃ mg/l		2,4	0,3	7,7
N de NO ₂ mg/l		1,8	0,7	4
P total mg/l		1,8	0,3	4,3
AOX mg/l		0,015	< 0,01	0,02

Tabla 4.18: Valores conseguidos de influente y efluente durante el período 1992 – 1996

Se ha comunicado información adicional para otra planta de aprovechamiento de ejemplo. La EDAR está diseñada con una capacidad de procesado de 580 t/d de cadáveres animales y para la eliminación total de nitrógeno se operan 2 tanques en paralelo con aireación intermitente. El efluente se somete a separación de grasas y flotación, seguida de mezcla con agua residual no procedente del procesado. A continuación se trata en una planta de clarificación y en una balsa de ecualización (1.250 m³ con una reserva de 1.750 m³). Luego se divide en 2 balsas, cada una de 6.240 m³ de capacidad. Las balsas están equipadas con un total de 1.300 metros lineales de tubería, cada uno de 1,365 metros y perforados con pequeños orificios para introducir aire y 3 dispositivos de agitación. A las balsas se les suministra aire (aireación) o simplemente se agitan (proceso anóxico) alternativamente, en una relación de tiempos de 2 a 1, aproximadamente.

En una tercera planta de ejemplo, un matadero, una EDAR trata el efluente de matadero, que dispone de una planta de procesado de tripas n donde se lavan los estómagos y los intestinos y se preparan para su procesado posterior. También se manipula el contenido de los estómagos e intestinos y la sangre.

El matadero tiene una capacidad de 25.000 unidades bovinas por semana, es decir, 5.000 por día de matanza. Esto produce 200 litros de efluente por unidad de matanza, o 623 l/t de canal bovina o 1.000 m³ por día laboral. Se informa que la carga diaria tratada en la EDAR es de 2.020 kg de DBO₅, 360 kg de TKN y 18 kg de fósforo. Se utilizan dos balsas de activación, que

alternan 1,5 – 2 horas de desnitrificación con 1,5 – 2 horas de nitrificación. Los tiempos se controlan supervisando $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ y el O_2 y ajustando la tasa de aireación a presión.

Los datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico se muestran en la Tabla 4.19.

Parámetros	Valores
Volúmenes totales, tanque aireación	7.000 m ³
Sólidos en suspensión en el licor mezclado en el tanque de aireación	4 – 5,3 g/l
DBO – carga	2.020 kg DBO/d
TKN – carga	360 kg TKN/d
pH	6,8 – 7,2
DBO – carga volumétrica	0,29 kg DBO/(m ³ ·d)
TKN – carga volumétrica	0,051 kg TKN/(m ³ ·d)
DBO – carga en fango	0,072 kg DBO/(kg TS·d)
P – carga en fango	0,00064 kg P/(kg TS·d)
TKN – carga en fango	0,012 kg TKN/(kg TS·d)
Lodo	66 kg/d
Edad del lodo	30 – 40 d
Sólidos en suspensión en el licor mezclado en el fango de retorno	7 – 11 g/l

Tabla 4.19: Datos dimensionales y de funcionamiento de la etapa de tratamiento aeróbico en un matadero

Con este método, los niveles máximos de emisión medidos entre 1995 y 1997 se muestran en la Tabla 4.20.

Parámetros	Concentración influente	Niveles de emisión (máximo medido en 1995 – 1997) (mg/l)
DQO		47
DBO ₅	2.020	7
N total		11
N de NH_4		3,7
P total	18	0,8

Tabla 4.20: Datos de una planta de tratamiento de aguas residuales en un matadero de Alemania

Este tratamiento se combinó con tamices, ecualización y biofiltrado antes de la nitrificación y desnitrificación alternas y la sedimentación y filtrado posterior.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos y plantas de aprovechamiento.

Aspectos económicos

La técnica se considera ventajosa económicamente ya que todos los procesos se pueden realizar en un tanque.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero y 2 plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002, 341, CE, 2002]

4.2 Mataderos

4.2.1 Mataderos - técnicas generales aplicables a nivel de instalación

4.2.1.1 Rascado en seco de los vehículos de entrega antes del lavado

Descripción

El estiércol y los lechos se rascan en una zona de recolección antes de lavar el vehículo de entrega con agua. El área de lavado se dispone de forma que se pueda recoger el máximo estiércol posible antes de la limpieza.

En un gran matadero porcino de Dinamarca, el área de recepción de cerdos se ha equipado con un sistema de recolección de estiércol y lechos. Tras la descarga de los cerdos el conductor del vehículo rasca el estiércol y los lechos a una cinta transportadora baja que lleva el material a un contenedor. La descarga de cerdos y el rascado en seco se supervisan por videocámara. Esto, junto con las instrucciones a los conductores, asegura que se sigue y se cumple el procedimiento. Tras el rascado en seco el vehículo se lava con agua.

Beneficios ambientales logrados

Se reducen tanto el consumo de agua como la carga contaminante en el agua residual. Esto incluye la eliminación de sustancias de degradación difícil, como el serrín. Es necesario el consumo de agua.

El estiércol se puede utilizar como fertilizante.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se ha informado de valores de consumo de agua de 78 a 130 litros por tonelada de canal de cerdo, comparados con el valor máximo de 300 litros en otros casos. En un gran matadero de cerdos danés, el consumo de agua para la limpieza de vehículos, cuando se utiliza rascado en seco, es de aproximadamente 110 l/t. El tiempo necesario para que el conductor realice el rascado en seco y después el lavado, es prácticamente el mismo que cuando sólo se realiza lavado.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de agua y los niveles de DQO en el agua residual.

Plantas de ejemplo

Por lo menos un gran matadero porcino de Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.2 Lavado de los camiones de entrega con una pistola de alta presión de chorro ajustable

Descripción

Los camiones de entrega se pueden limpiar con chorros de agua ajustables de alta presión y controlados mediante un gatillo (en la pistola).

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno, si se combina con el rascado en seco de los vehículos de entrega antes del lavado (véase 4.2.1.2).

Cuestiones operativas

El uso de una pistola de agua ajustable a alta presión, con una presión de aproximadamente 1,8 – 2,3 MPa (18 – 25 atmósferas) puede reducir el consumo de agua necesaria para lavar los camiones. El control de la presión y alcance del chorro de agua permite eliminar la suciedad de las superficies planas y de las esquinas. Se puede lograr un ahorro de 130 l/t de canal producida, gracias a que el flujo de agua se detiene al soltar el gatillo.

El consumo de agua en un matadero danés se redujo a 6 litros por cerdo (78 l/t) y 25 litros por cabeza de ganado vacuno (100 l/t) cuando se utilizó rascado en seco antes del lavado y una pistola de alta presión con gatillo y cierre automático. La misma fuente de información comunicó tasas de consumo de 10 l/cerdo y 80 l/cabeza de bovino.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

El coste de un sistema de bombeo con dos mangueras es de aproximadamente 35.000 DKK (2001). Si es necesario aumentar la presión del agua se puede utilizar una pistola de presión, el coste es de unos 10.000 – 14.000 EUR. Esto cubre el coste de instalación de bombas de alta presión para la limpieza de varios camiones a la vez, habitualmente 4. También incluye, entre otras cosas, las tuberías, instalación eléctrica, mangueras y pulverizadores.

La inversión de capital comunicada en un matadero de cerdos fue recuperada en unos 6 meses. El periodo de recuperación en un matadero que sacrifica 40.000 cabezas de ganado bovino al año, fue de 4 a 5 años, que es más largo que en el caso del matadero porcino a causa de su uso menos frecuente.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de tratamiento del agua residual.

Plantas de ejemplo

Por lo menos un matadero danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.1.3 Automatización de la primera parte de la línea de matanza limpia

Descripción

La definición de este proceso es manual o semimanual, por ejemplo cuando el operario utiliza equipos auxiliares, como una vaciadora rectal.

Beneficios ambientales logrados

No se han descrito.

Efectos cruzados

Mayor consumo de agua, electricidad y calor y, por tanto, un mayor volumen de agua residual. La humectación adicional de las canales y subproductos, a veces con agua caliente, arrastra

sólidos y sustancias en disolución, lo que aumenta las cargas de DQO, DBO y nitrógeno en el agua residual.

Cuestiones operativas

En la Tabla 4.21, Tabla 4.22, Tabla 4.23, Tabla 4.24, Tabla 4.25, Tabla 4.26, Tabla 4.27 y Tabla 4.28 se muestran datos operativos.

Esquinado del pecho	Unidad	Pre-automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	6,67	45,55	38,9
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,53	0,53
Calefacción (2)	kWh/t	0,67	1,34	0,67
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,67	1,87	1,2

Tabla 4.21: Datos operativos para el esquinado automatizado de pechos de ganado porcino

Esquinado	Unidad	Pre-automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	Desconocido	26,6	Desconocido
Electricidad (1)	kWh/t	Desconocido	0,5	Desconocido
Calefacción (2)	kWh/t	Desconocido	1,3	Desconocido
Energía total (1 + 2)	kWh/t	Desconocido	1,8	Desconocido

Tabla 4.22: Datos operativos para el esquinado automatizado de canales de cerdos

Eliminación de entrañas y vísceras	Unidad	Pre-automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	0,0	39,9	39,9
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,13	0,13
Calefacción (2)	kWh/t	0,0	1,33	1,33
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,0	1,46	1,46

Tabla 4.23: Datos operativos para la evisceración automatizada de cerdos – línea de matanza ya existente

Eliminación de entrañas y vísceras	Unidad	Pre-automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	26,6	119,7	93,1
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,53	0,53
Calefacción (2)	kWh/t	0,67	2,67	2,00
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,67	3,20	2,53

Tabla 4.24: Datos operativos para la evisceración automatizada de cerdos – línea de matanza nueva

Eliminación de entrañas y vísceras	Unidad	Pre-automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	0,0	39,6	39,6
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,1	0,1
Calefacción (2)	kWh/t	0,0	1,3	1,3
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,0	1,5	1,5
Además de la evisceración de cerdos, mostrada en la Tabla 4.24 – uso adicional de recursos para lavar 2 transportadores para el departamento de tripas existente.				

Tabla 4.25: Datos operativos para la evisceración

	Unidad	Pre- automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	26,6	33,3	6,7
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,53	0,53
Calefacción (2)	kWh/t	0,67	1,34	0,67
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,67	1,87	1,2
“Corte de limpieza superficial” es cuando se libera la columna vertebral. Esto se realiza antes del esquinado para evitar daños a los lomos durante el mismo. El proceso se utiliza en algunos mataderos, pero no en todos. En Dinamarca se usa en todos los mataderos.				

Tabla 4.26: Datos operativos para corte de limpieza superficial automatizado de cerdos

	Unidad	Descontaminación con agua caliente
Agua	l/t	252,7
Electricidad (1)	kWh/t	2,66
Calefacción (2)	kWh/t	33,25
Energía total (1 + 2)	kWh/t	35,91

Tabla 4.27: Efectos esperados de la instalación de descontaminación con agua caliente pulverizada

Relajación del rector	Unidad	Pre- automatización	Proceso automatizado	Aumento
Agua	l/t	13,3	39,9	26,6
Electricidad (1)	kWh/t	0,0	0,53	0,53
Calefacción (2)	kWh/t	0,67	1,34	0,67
Energía total (1 + 2)	kWh/t	0,67	1,87	1,20

Tabla 4.28: Datos operativos para la relajación del recto en cerdos

Algunas de las operaciones unitarias más exigentes físicamente y más "desagradables", como el esquinado y la evisceración, están automatizadas.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos porcinos.

Plantas de ejemplo

Unos pocos mataderos daneses han introducido la automatización. Todos los mataderos daneses han puesto en práctica el esquinado automático de canales.

Referencias

[184, Pontoppidan O., 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.1.4 Evitar y minimizar el aclarado de canales, combinado con el uso de técnicas de matanza limpias

Descripción

Una matanza, preparación y evisceración precisas y cuidadosas evitan o minimizan la contaminación de la canal y, por tanto, mejoran la calidad del producto, a la vez que también minimizan la necesidad de lavar la canal tras la inspección veterinaria. El aclarado puede limitarse a los cortes del esquinado, para eliminar el polvo de los huesos del ganado, la cavidad torácica y las extremidades delanteras.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y de contaminación en el agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Con una ducha de control manual, se puede aclarar una canal de bovino con 8 - 10 litros de agua (aproximadamente 30 – 40 l/t).

En mataderos de cerdos, el consumo de agua en las operaciones unitarias de matanza y sangrado se ha determinado en 10 – 50 l/t y 30 – 40 l/t respectivamente, con un aporte constante de agua, independientemente de la producción de canales.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de ganado bovino.

Si es necesario el lavado de la canal, a causa de contaminación visual (por ejemplo plumas o pelo) el uso de pulverizadores de agua junto con aire comprimido puede minimizar la cantidad de agua usada.

El ganado ovino se puede dejar sin lavar “con seguridad”, a condición de que las prácticas de preparación sean de alta calidad, y la calidad de la carne acostumbra a ser mejor (mejor aspecto y color y un mantenimiento de la calidad superior). Las canales húmedas tienden a volverse “pegajosas” cuando se refrigeran. De igual forma, si el depilado de los cerdos y la evisceración de aves se realiza de forma precisa, puede evitarse el lavado.

El lavado manual puede ser preferible al aclarado automático en cabinas, donde el consumo de agua acostumbra a ser innecesariamente alto. Si la temperatura del agua se mantiene al mínimo (se utiliza agua fría) puede evitarse la captura de grasas. El uso de pulverizadores de aire junto con aire comprimido también puede ayudar a disminuir el consumo de agua.

Aspectos económicos

Una pistola pulverizadora cuesta 200 EUR.

Motivación para la puesta en práctica

Menores costes de agua y mejor calidad del producto.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 217, Brindle J., 2001; 284, Leoni C., 2002]

4.2.1.5 Controles automatizados de apertura y cierre del agua en toda la línea de matanza

Descripción

Se pueden instalar sensores, como células fotoeléctricas, para detectar canales y partes de canales y suministrar agua según lo necesario. El agua puede cerrarse automáticamente entre las canales y durante las pausas.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, menor volumen de agua que necesita tratamiento y, si se regula la presión, menor captura de materia biológica y de contaminación. Se ha predicho que el ahorro puede llegar a ser la mitad de toda el agua utilizada durante la producción, junto con el agua ahorrada durante los períodos de limpieza si se evita que siga corriendo.

Efectos cruzados

Se puede ahorrar la energía para bombear agua si se elimina la necesidad de lavar las canales. El agua se malgasta si se limpian canales limpias.

Cuestiones operativas

Debe tenerse el cuidado suficiente al seleccionar, instalar y mantener las células fotoeléctricas como para que sean fiables, mientras que su correcta situación asegura que las canales se laven al nivel previsto, incluso si cuelgan de un raíl suspendido o varían de tamaño.

El uso de la técnica presupone que debe limpiarse cada canal y la técnica no distingue entre canales limpias y sucias o partes sucias de las canales.

Si la línea de matanza no trabaja a su máxima capacidad el ahorro de agua es mayor si ésta sólo se aporta cuando hay una canal presente. Esto se ha medido en operaciones unitarias de matanza y sangrado.

En mataderos de cerdos, el consumo de agua en las operaciones unitarias de matanza y sangrado se ha determinado en 10 – 50 l/t y 30 – 40 l/t respectivamente, con un aporte constante de agua, independientemente de la producción de canales.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos nuevos y ya existentes.

Aspectos económicos

Se ha informado de que el coste de un control automatizado de apertura y cierre del agua es de 255 \$. Para un matadero de cerdos el ahorro anual estimado de agua fue de 6.060 m³.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de agua.

Plantas de ejemplo

Un matadero de cerdos en los EE. UU.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 214, AVEC, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000; 284, Leoni C., 2002]

4.2.1.6 Recolección continua, en seco y separada, de subproductos a lo largo de toda la línea de matanza

Véanse también las secciones 4.2.2.2.1 y 4.2.5.1.

Descripción

Según la posición en la línea de matanza, las bandejas y orificios de goteo se pueden situar para recoger sólidos y líquidos. Las bandejas y orificios de goteo pueden utilizarse, por ejemplo, para recoger la sangre que gotea entre la cámara de sangrado y el tanque de escaldado en líneas de matanza de cerdos; en los puestos de decapitación y desollado y para sangre y mezclas de sólidos para el aprovechamiento u otros subproductos destinados a un procesado posterior. Los orificios se pueden unir con desagües, bombas o dispositivos de succión al recipiente de recolección correspondiente. La posición y diseño de la bandeja u orificio y los medios para evitar la mezcla con agua y el transporte de los líquidos o sólidos dependen de la operación unitaria, el grado de segregación deseado o requerido de los diferentes materiales y de su uso previsto final o vía de eliminación. Los ejemplos de materiales que se pueden recoger y transportar en seco son los menudos no destinados al consumo humano y las plumas. Para materiales destinados al consumo humano el control de la temperatura es especialmente importante y algunos mataderos transportan los menudos en agua, debido al efecto refrigerante. Esto se puede evitar transfiriendo los materiales a las cámaras de refrigeración rápidamente después de su separación del animal.

La cantidad de residuos es especialmente grande en las operaciones de apertura del tórax, el desplumado y el esquinado. Por tanto, es muy importante instalar sistemas de recolección en estas áreas. La eliminación se puede realizar con instalaciones de succión especiales o bombas. En el caso de un matadero todos estos residuos se llevaban al sistema de alcantarillado durante limpiezas a intervalos. Se halló que era posible realizar toda la limpieza inicial en seco, por ejemplo utilizando palas, haraganes o succión por vacío, y evitar así el uso de agua durante el período laboral. La limpieza inicial al final del horario laboral también se puede realizar sin agua.

En otros sitios cuando se retira el rumen, se transfiere inmediatamente mediante un túnel neumático dedicado hacia la “zona sucia”, en donde se prensa en una tolva y se descarga en un contenedor para el compostaje.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor captura de subproductos en el agua. Si los subproductos se recogen de forma eficiente, se reduce el volumen de agua necesario para la limpieza y, por lo tanto, también se reduce el consumo de energía para calentar el agua de limpieza. También se necesita menos detergente. Además, se reduce la cantidad de residuos producidos y su DBO, DQO y concentración de detergentes, así como las emisiones de CO₂.

La separación de líquidos y sólidos destinados al uso a la destrucción tiene diversas ventajas. Si se dispone de suficientes sistemas de separación separados, se reduce la contaminación cruzada entre los diferentes subproductos. Por tanto, la separación de subproductos puede reducir los posibles problemas de olores procedentes de materiales que incluso frescos emiten los olores más desagradables. Esta separación se puede realizar almacenando/retirando los subproductos por separado y bajo condiciones controladas, en lugar de tener que controlar un mayor volumen de subproductos mezclados. También reduce el uso de agua para transportar los subproductos y limpiar la instalación (los subproductos quedan confinados básicamente en el orificio/colector). Además se puede facilitar la limpieza.

Asimismo, al minimizar la contaminación cruzada, la separación permite que los subproductos utilizables se puedan aprovechar, en lugar de ser eliminados por estar mezclados con materiales inutilizables. De esta forma todos los materiales se pueden utilizar o eliminar de la forma más adecuada.

Efectos cruzados

Aún será necesaria energía para hacer funcionar las bombas, pero se podrá ahorrar la energía necesaria para calentar el agua de limpieza adicional.

Cuestiones operativas

En un matadero danés, la cantidad de material orgánico recogido por cerdo aumentó en 0,2 kg (2,6 kg/t de canal de cerdo) después de instalar un orificio en la “línea de matanza limpia”, es decir, en donde se realizaba la evisceración, el esquinado, el pesado, la limpieza y la clasificación y se introdujo succión húmeda. Además, la contaminación del agua residual se redujo en 0,52 – 0,65 kg de DBO por tonelada de canal de cerdo. Con un enjuagador/pala se esperarían resultados similares, siempre que se sigan los procedimientos correctos.

En otro caso de estudio, se redujo la carga de DQO en el agua residual. En un matadero noruego, la combinación de instalar un sistema de desagüe doble en el área de sangrado y bandejas de recogida de sangre bajo la tabla de raspado y el área de evisceración, junto con una bomba en el tanque de sangre, redujo el vertido de DQO total en un 22%, es decir, en más de 1,25 kg DQO por tonelada de canal de cerdo.

Algunos mataderos utilizan un orificio alargado con un transportador de tornillo debajo de la línea de matanza para eliminar la necesidad de limpieza húmeda del suelo durante las horas laborales. El material se puede barrer o enjuagar hacia el transportador de tornillo, cuyo mecanismo debería ser inaccesible al operario, por cuestiones de seguridad.

El uso de bandejas de goteo para evitar la caída al suelo del material tiene ventajas sanitarias y de seguridad, ya que reduce significativamente el riesgo de accidentes por resbalones. También puede influir el valor y uso posterior del subproducto si la higiene es una consideración importante (por ejemplo si se utilizará en procesamiento de sangre).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Cada orificio cuesta aproximadamente 300 EUR por metro. Si se instala un sistema de bombeo, el coste adicional será de unos 3.000 – 4.000 EUR.

El período de recuperación se calculó en 8 meses para un matadero danés que pagaba una sobrecarga sobre el agua residual y en 4 años aproximadamente si no se pagan sobrecargas.

El período de recuperación para el ejemplo noruego antes citado era de poco más de 6 años.

Se ahorran costes en el tratamiento del agua residual.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del tratamiento del agua residual y de la eliminación de residuos, con reducción correspondiente de los costes.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero danés y otro noruego.

En al menos dos mataderos de bovinos de Italia se realiza una recolección directa del contenido del rumen para el compostaje.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 239, Dinamarca, 2002; 244, Alemania, 2002; 248, Sorlini G., 2002]

4.2.1.7 Desagüe doble en la cámara de sangrado

Descripción

La cámara de sangrado puede disponer de un sistema con dos desagües, uno hacia el tanque de recolección y otro al alcantarillado. El sistema está diseñado de manera que durante la matanza el desagüe hacia el tanque de recolección está abierto y el desagüe hacia el alcantarillado está cerrado; durante la limpieza sucede lo contrario. Se puede recoger la máxima proporción de sangre sin dilución con agua. El agua residual vertida puede contener una cantidad mínima de sangre. Algunos sistemas incorporan un dispositivo de bloqueo, que evita el inicio de la matanza si el desagüe al alcantarillado o al tanque de sangre está abierto.

Además, antes de enjuagar el área de la cámara de sangrado, se puede raspar la sangre hacia el tanque de recolección con un enjuagador.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de materia orgánica (DBO) y N en el agua residual.

La sangre recogida se puede utilizar para elaborar harina de sangre.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

En plantas ya existentes será necesario cambiar la inclinación del suelo de la cámara de sangrado e instalar un tanque de recogida de sangre. Normalmente los cambios se pueden realizar en el espacio existente.

Aspectos económicos

El coste total para cambiar los desagües del suelo es de unos 25.000 – 35.000 EUR.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de materia orgánica y nitrógeno en el agua residual, lo que reduce los costes de tratamiento y vertido del agua residual.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 317, Grupo de Trabajo alemán, 2002]

4.2.1.8 Refrigeración / enfriamiento de la sangre

Véase también la sección 4.1.27 para información adicional sobre el almacenaje de subproductos animales.

Descripción

La sangre que no se puede procesar tras un tiempo muy corto puede enfriarse, a una temperatura inferior a 10 °C, en el matadero inmediatamente después de recogerla (y también en la instalación que recibirá la sangre). Esto puede reducir los problemas de olores y la contaminación del agua residual en la planta de procesado de sangre.

Una investigación piloto dio los valores mostrados en la Tabla 4.29. Corresponden a las emisiones del aprovechamiento, tras 30 horas de almacenaje de sangre a 4 °C y 30 °C, respectivamente.

	4 °C	30 °C
Unidades de olor por m³	1.000	60.000
ppm NH₃	200	675
ppm H₂S	200	300

Tabla 4.29: Emisiones reducidas asociadas al enfriamiento de la sangre antes del aprovechamiento
[134, Países nórdicos, 2001]

Beneficios ambientales logrados

Prevención de olores molestos procedentes de la sangre líquida y causados por su degradación tanto en el matadero como en la instalación en donde se utiliza o se elimina. Si la sangre se aprovecha fresca, también habrá una menor emisión de olores molestos y contaminación del agua residual causada por el procesado.

Efectos cruzados

Consumo de energía en la planta de refrigeración.

Cuestiones operativas

Una empresa recoge alrededor del 50% de la sangre total en España, para el procesado y el aprovechamiento. Toda esta sangre se refrigera en los mataderos. La sangre para elaboración de plasma se enfría a 4 °C y para el aprovechamiento a 7 °C. La sangre se refrigera a petición de la empresa de procesado/aprovechamiento, para evitar su degradación y malos olores subsiguientes en el matadero, durante el transporte y en la planta de procesado/aprovechamiento. Este requisito está incluido en el contrato entre la empresa de procesado/aprovechamiento y el matadero, que también establece, entre otras cosas, las condiciones de calidad de la sangre, contenido en sólidos, temperatura y tarifas de recogida.

Del 50% restante de la sangre española, un 10% adicional también se refrigera. La mayoría del 40% que no se refrigera se aprovecha en el emplazamiento del matadero. La mayoría de esta sangre se aprovecha en el propio matadero y, en caso contrario se coagula en un tanque mediante vapor. La sangre coagulada se aprovecha localmente y el agua va a parar a la EDAR del matadero. Existe un riesgo de generación de olores durante estos procesos.

Parece ser que la refrigeración es el único método de almacenaje que permite transportar la sangre a largas distancias y hasta 5 días después de su recogida.

Aproximadamente el 15% de la sangre de mamíferos se enfría antes de la recogida y el procesado, básicamente para mantener intacta la funcionalidad de las proteínas plasmáticas para su uso en alimentos de mascotas.

Se informa que la sangre de ave se almacena enfriada, antes de enviarla a un procesado posterior para su eliminación (p. ej. aprovechamiento).

La sangre se almacena en contenedores cerrados equipados con una válvula d aire, para permitir el escape de los gases que pudieran producirse. Por ello, los aprovechadores europeos piden a los mataderos refrigerar su sangre almacenada. Si un contenedor de sangre cerrado pero no sellado no está refrigerado, la sangre fermentará en pocas horas tras la recolección y se volverá maloliente. Por ello se recomienda que siempre se refrigere la sangre, tanto si se destina al procesado como al aprovechamiento. Parece ser que la conservación a baja temperatura es el factor más significativo en la prevención de problemas de olores.

Se ha comunicado que la energía para la refrigeración es del orden de 1,44 kWh/t de canal de cerdo, y que se necesitan 30,5 kWh de energía eléctrica para enfriar una tonelada de sangre a ~ 5 °C.

Según la información recibida, la contaminación del agua residual procedente del aprovechamiento de sangre no enfriada puede llegar a 90 kg de DQO y 9 kg de N por tonelada de sangre, comparada con los 20 kg de DQO y 2 kg de N por tonelada de sangre refrigerada.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales en que se manipula, trata o almacena sangre, excepto en los casos en que se trata casi inmediatamente después del sangrado. Se informa que mientras que la refrigeración continua durante la recogida es la mejor opción, la sangre a procesar debe refrigerarse como máximo una hora tras la matanza, y que la refrigeración de sangre para aprovechamiento no debería esperar más allá del fin del turno de matanza.

Aspectos económicos

Un tanque de sangre refrigerado y el equipo asociado, con capacidad para una línea de matanza de 600 cerdos por hora, cuesta alrededor de 65.000 – 70.000 EUR.

Se ha informado de un coste de 0,0025 EUR por litro de sangre (1997), es decir, 0,11 EUR para la sangre de una tonelada de canal.

Motivación para la puesta en práctica

Control de los olores en el matadero e instalaciones de subproductos animales.

La refrigeración para el procesado de la sangre se realiza básicamente por razones de calidad, ya que una de las comprobaciones de la calidad de la materia prima es el olor de sangre fresca.

Parece que las empresas piden, como requisito mínimo, que se refrigere la sangre. Las empresas de subproductos cobran más por los materiales degradados y malolientes, en parte debido a los mayores costes ambientales asociados con el control de olores y el tratamiento de aguas residuales y en parte porque no tienen valor económico y deben eliminarse.

Exigencias de las autoridades competentes de reducir el olor durante la manipulación y transporte de la sangre.

Plantas de ejemplo

La sangre se refrigera a $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en mataderos daneses, excepto si el tratamiento se realiza muy poco después de la matanza. También se refrigera en todos los mataderos belgas y alemanas y en un 55% de los españoles, sea para su uso o eliminación. En Francia se refrigera en todos los mataderos si se destina al uso, pero sólo se destina a eliminación si no puede tratarse rápidamente tras la matanza. En Irlanda y el Reino Unido sólo se refrigera si se destina al uso y no se elimina como residuo.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 271, Casanellas J., 2002; 272, Woodgate S., 2002; 308, Hupkes H., 2002]

4.2.1.9 Recogida en seco de los restos del suelo

Descripción

Un principio general de las operaciones en los mataderos modernos es minimizar la cantidad de agua que se añade a los subproductos animales mientras se recogen y se retiran para su procesamiento o eliminación posterior. Una gran cantidad de sangre y residuos cae al suelo (p. ej. en la línea de matanza). El enjuague de todo esto hacia la EDAR o el sistema de alcantarillado se puede evitar durante las horas laborales mediante una limpieza en seco. Se pueden usar palas, haraganes y succión al vacío. La limpieza inicial al final del horario laboral también se puede realizar sin agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por tanto, de energía para la retirada posterior del agua de los subproductos en procesos posteriores, por ejemplo por evaporación. Para las operaciones de recuperación, los productos residuales no comestibles, como sangre coagulada, polvo de huesos y estiércol del rumen y de los establos se conservan mejor en condiciones lo más secas posible.

Efectos cruzados

Mayor consumo de energía si se utiliza succión húmeda.

Cuestiones operativas

Si los restos de carne se enjuagan directamente por el desagüe se introducen en el flujo de agua residual y están sometidos a turbulencia, bombeo y filtrado mecánico. Esto rompe la carne y libera sustancias de alta DQO en solución, junto con grasas y sólidos coloidales y en suspensión. En este caso el tratamiento posterior del agua residual, en el emplazamiento o en una EDAR municipal puede ser caro. La rotura de grasas y sólidos en suspensión aumenta si el agua está caliente.

En una planta de ejemplo, se demostró que con succión húmeda en la "línea de matanza limpia" (es decir, donde se realiza la evisceración, el esquinado, el pesado, la limpieza y la clasificación) la cantidad de residuos orgánicos recogidos en un matadero aumentó en 0,2 – 0,8 kg/cerdo (2,6 a 10,4 kg/t de canal de cerdo). La contaminación del agua residual disminuyó en 40 – 50 g DBO por cerdo (520 – 650 kg/t de canal).

Para un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (38 aves por minuto), el ahorro potencial de agua informado era de 18.000 m³/año con un ahorro económico de 11.240 GBP/año (precios de 1999).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

El período de recuperación para un matadero danés se calculó en 8 meses y 4 años, según si se paga o no una sobrecarga sobre el agua residual.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero danés.

Referencias

[27, Universidad de Guelph, sin fecha; 134, Países nórdicos, 2001; 214, AVEC, 2001]

4.2.1.10 Uso de succión húmeda en la recogida de subproductos / residuos antes de la limpieza húmeda

Véase también la sección 4.2.2.2.

Descripción

La pre-limpieza inicial de los vehículos de entrega se puede realizar con succión húmeda. Unas pruebas noruegas han demostrado que es necesario utilizar un sistema de vacío con gran poder de succión cuando se seca la mezcla de estiércol y lecho. El tiempo necesario para la pre-limpieza no se ve afectado. El sistema también se puede utilizar en el área de estabulación y para la recogida de residuos de sangre y tejidos blandos.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua y de la contaminación del agua residual con sangres, grasas, estiércol y otros subproductos animales. El agua sigue siendo necesaria para la limpieza.

Efectos cruzados

Se necesita energía para el equipo de succión. El almacenaje del estiércol puede provocar problemas de olores.

Cuestiones operativas

En el entorno del matadero puede ser ventajoso disponer de un sistema central que elimina la necesidad de un tanque de recogida móvil y de cables de transporte.

Según la información recibida, al usar succión húmeda en el área de matanza limpia un matadero de cerdos aumentó su recogida de subproductos sólidos en 40 – 50 g DBO por cerdo (de 2,6 a 10,4 kg/t de canal).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos para la limpieza de vehículos, la estabulación y las áreas de matanza, preparación y evisceración.

Aspectos económicos

Se informa que el coste es del orden de 170.000 NOK.

El tiempo de recuperación para la introducción de un sistema de succión húmeda en el área de matanza limpia de un matadero danés se ha calculado en 8 meses, si se paga una sobrecarga por el agua residual y de unos 4 años en caso contrario.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorro de dinero mediante menores requisitos de tratamiento del agua residual.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de cerdos danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.11 Reducción del consumo de agua en el sacrificio de aves de corral

Descripción

El consumo de agua se puede reducir de diversas maneras. Por ejemplo, se pueden eliminar pulverizadores de agua innecesarios. Los procedimientos de limpieza manual se pueden mejorar aumentando la limpieza en seco, por ejemplo retirando los materiales sólidos y absorbiendo las filtraciones de líquidos. Se puede restringir el caudal de agua. Durante la noche se puede realizar un lavado a media presión y durante el día a baja presión siempre que sea necesario; es decir, con un programa de limpieza que sustituya la limpieza en cada pausa del proceso por una limpieza exhaustiva diaria.

La Directiva del Consejo 92/116/CEE, de 17 de diciembre de 1992, que corrige y actualiza la Directiva 71/118/CEE sobre problemas sanitarios que afectan al comercio de carne fresca de aves exige el lavado de la canal tras la evisceración.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor contaminación del agua. La minimización del contacto del agua con las canales reduce el arrastre de materia orgánica, como grasas, lo que a su vez reduce los valores de DBO en el agua residual. Una menor captación de material fecal también minimiza las concentraciones de fósforo en el agua residual.

Cuestiones operativas

Se pueden conseguir reducciones en el consumo de agua de 10 – 11 litros a 7 – 8 litros por canal optimizando la limpieza manual y automática. Se informa que esto no compromete los estándares microbiológicos.

En un matadero avícola de ejemplo, se ha reducido al mínimo el número de pulverizadores de lavado en la línea de matanza (a sólo tras el desplumado y la evisceración), sin aumentar la contaminación microbiana.

El titular no ve la necesidad de pulverizadores adicionales, especialmente entre los tanques de escaldado.

Con pollos se informa de una reducción de 2.500 – 2.750 l/t a 1.750 – 2.000 l/t. Para pavos la reducción comunicada es de 2.000 – 2.200 l/t a 1.400 – 1.600 l/t. Estas cifras son muy inferiores a los niveles de consumo de agua total mostradas en la Tabla 3.4.

Aplicabilidad

Procesado de aves.

Motivación para la puesta en práctica

Cumplir los límites de flujo volumétrico en una autorización de vertido de efluentes.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola del Reino Unido.

Referencias

[241, RU, 2002]

4.2.1.12 Uso de agua presurizada para el lavado de la canal

Descripción

Para lavar la canal se puede utilizar agua presurizada. Si la presión se mantiene por debajo de 1 MPa se evitará el desprendimiento de grasas y la consiguiente contaminación del agua residual. Una mezcla de agua y aire comprimido aumenta la presión sin utilizar más agua.

Efectos cruzados

Aunque la grasa sólida no se desprenda puede atraparse algo de grasa en suspensión.

Cuestiones operativas

La alta presión puede causar contaminación por salpicadura, con lo que se esparce la contaminación en lugar de eliminarla. El lavado a gran volumen/baja presión es más efectivo que el lavado a alta presión/bajo volumen para eliminar la lana y el pelo.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

4.2.1.13 Eliminación de grifos innecesarios en la línea de matanza

Descripción

Los grifos innecesarios pueden desconectarse de la línea de matanza para fomentar y facilitar la recogida en seco de los residuos. Sólo permanecen las instalaciones esenciales de lavado de ropa y manos.

Beneficios ambientales logrados

Se reducen el volumen y la carga contaminante del agua residual. Al eliminar la contaminación también desaparece la necesidad de limpiar el agua posteriormente. Los contaminantes se disuelven o se descomponen en el agua en fragmentos menores, lo que dificulta su eliminación, ya sea por medios físicos, químicos o biológicos. Esto es especialmente significativo con la sangre, el agua con sangre y el contenido estomacal e intestinal procedente del departamento de tripas.

Cuestiones operativas

Pueden ser necesarias mangueras con gatillo para la limpieza húmeda.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.14 Esterilizadores de cuchillos aislados y cubiertos

Descripción

Las cajas de esterilización de cuchillos, situadas a lo largo de la línea de matanza, se pueden aislar y equipar con cubiertas fijas con ranuras, a través de las cuales se pueden colocar 2 cuchillos con sus filos sumergidos en agua a 82 °C. La cubierta se puede diseñar para ajustarse al tipo de cuchillos utilizados en cada puesto de trabajo.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por tanto, menor consumo de energía.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

El consumo de agua medido en un esterilizador de cuchillos no aislado, con agua corriendo continuamente, se ha comunicado en unos 2.000 l/d. Al aislar y cubrir el esterilizador se pueden reducir las pérdidas térmicas, por lo que también se reducen la frecuencia y volumen de agua de llenado necesaria.

Según la información recibida un grosor de 20 mm de material aislante reduce la pérdida de calor en un 80%, en comparación con un esterilizador no aislado, sin cubierta.

Aplicabilidad

Es aplicable a todos los puestos de trabajo en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Cada esterilizador cuesta unos 700 – 800 EUR. En Dinamarca el tiempo de recuperación para la instalación de nuevas cajas de esterilización aisladas se ha estimado en un año.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua y de energía.

Plantas de ejemplo

Esta técnica se utiliza en al menos dos mataderos daneses, uno de ganado bovino y otro de ganado porcino.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 274, Pontoppidan O., 2002]

4.2.1.15 Cambio periódico del agua en esterilizadores de cuchillos con calefacción eléctrica, mediante un temporizador

Descripción

En la línea de matanza limpia se utilizan varias herramientas grandes de corte. Por cuestiones de higiene se limpian y desinfectan varias veces durante la jornada laboral, al final de la jornada y antes de su uso cuando se han ensuciado. En mataderos pequeños se puede abandonar el sistema de agua caliente (82 °C) si se instalan nuevos esterilizadores con calefactores y si se instala calefacción eléctrica del agua para el equipo más grande. Esto reduce significativamente las pérdidas térmicas del sistema de agua caliente y proporciona un mejor control de la temperatura. El consumo de agua se puede reducir cambiando periódicamente el agua de los esterilizadores mediante un temporizador.

Beneficios ambientales logrados

Se usa menos agua a 82 °C y, por tanto, menos energía para calentar el agua.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

Se ha medido el consumo de agua a 82 °C en la línea de matanza limpia de un matadero danés en 24 litros por cerdo (312 l/t de canal). El consumo de energía para calentar este volumen de agua es del orden de 2 kWh por cerdo (26 kWh/t de canal). Se ha medido el consumo en un esterilizador de cuchillos sin aislar con agua corriendo continuamente en un matadero danés en 2.000 l/d aproximadamente.

Se informa que un cambio periódico del agua en el esterilizador mediante un temporizador reduce el consumo de agua a unos 500 l/d.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

El período de recuperación está entre 6 meses y 2 años.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes de agua y energía.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 169, CE, 1991; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.1.16 Tanques dobles de esterilización de cuchillos

Descripción

Se ha informado de que es un requisito legal esterilizar los cuchillos de deshuesado entre cada animal. En un emplazamiento de muestra se diseñaron e instalaron 55 pequeños esterilizadores de acero inoxidable, cada uno con 2 tanques y con suministro de agua a 82 °C. Los cuchillos se colocan en los tanques entre cada uso y se utilizan alternativamente para asegurar la esterilización. Unas válvulas especiales permiten sólo un flujo muy pequeño para evitar el desperdicio de agua.

Beneficios ambientales logrados

Se estima un ahorro de 1 l/min en cada tanque. Se ha comunicado un ahorro anual de 6.453 m³.

Efectos cruzados

No se han descrito impactos ambientales negativos.

Aplicabilidad

Totalmente aplicable

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, el ahorro real anual de energía y agua, el ahorro real económico y el tiempo de recuperación se muestran en la Tabla 4.4.

Motivación para la puesta en práctica

Los mayores costes de la energía y la identificación de métodos para reducirlos de forma sistemática de forma que se puedan medir y asociar con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de bovinos y ovinos en el Reino Unido.

Referencias

[52, DoE, 1994; 129, McIlwaine N., 2001]

4.2.1.17 Esterilización de cuchillos con vapor a baja presión

Descripción

En un esterilizador de vapor a baja presión el agua se calienta mediante inyección de vapor. El agua se cambia manualmente o mediante un temporizador cuando es necesario. El consumo de agua es de unos 500 l/d o menos, según la frecuencia con que se cambia el agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor gasto energético y menor consumo de agua.

Cuestiones operativas

Una serie de medidas en 1992 en esterilizadores de cuchillos de mataderos noruegos mostraron un consumo de energía de 500 kWh por día, igual a 0,3 kWh por cabeza (17 kWh/t de canal). Cuando se cambió el método de esterilización de los cuchillos de agua caliente a vapor, el consumo de energía se redujo en un 75%, a 4,24 kWh/t de canal.

La esterilización se lleva a cabo a 150 kPa y tras la unidad de esterilización la presión del vapor se reduce a 50 kPa.

El calor de condensación se utiliza al máximo, lo que reduce la cantidad de agua necesaria para mantener las unidades de esterilización a 82 °C.

Parece ser que no hay riesgos significativos para el operario a causa del vapor, y que el riesgo de la alternativa, el agua caliente, es mayor, ya que se mantiene a 400 – 600 kPa.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Plantas de ejemplo

La técnica se ha aplicado en mataderos noruegos de ovejas y corderos durante muchos años.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 274, Pontoppidan O., 2002]

4.2.1.18 Armarios de limpieza de manos y delantales con cierre de agua “por defecto”

Descripción

Un trabajador de matadero debe lavarse las manos varias veces durante la jornada laboral y cada vez que reanuda el trabajo tras una pausa. Normalmente se acepta que es una buena práctica usar agua 42 °C. En algunos puestos de trabajo también se exige el lavado de los delantales. En un matadero de muestra era obligatorio hacerlo con diversas mangueras y lavamanos, con agua caliente que se dejaba correr durante toda la jornada. Esto provocaba un enorme desperdicio de agua y energía, así como unas condiciones generales deficientes.

Las mangueras y lavamanos se sustituyeron por armarios equipados con alcachofas de ducha operadas mediante pedales. El sistema puede ser “sin manos” si cuando el pedal no está presionado el agua se detiene inmediatamente. Alternativamente, la alcachofa puede operarse con un sistema fotoeléctrico, que detecta la presencia del operario y abre el agua, con el agua cerrada por defecto.

Beneficios ambientales logrados

En la instalación de estudio, se consiguió un ahorro de agua estimado en 2 l/min en cada punto de lavado. Ello da un ahorro total de agua de 11.700 m³/año. Considerando el requisito de que el agua debe calentarse a 42 °C, la reducción en el consumo de energía fue de 2.035 GJ.

Efectos cruzados

No se han descrito impactos ambientales negativos.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Los costes de puesta en práctica, el ahorro real anual de energía y agua, el ahorro real económico y el tiempo de recuperación se muestran en la Tabla 4.4.

Motivación para la puesta en práctica

Los mayores costes de la energía y la identificación de métodos para reducirlos de forma sistemática de manera que se puedan medir y asociar con los niveles de producción.

Plantas de ejemplo

Un matadero de bovinos y ovinos en el Reino Unido.

Referencias

[52, DoE, 1994; 169, CE, 1991; 237, Italia, 2002; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.1.19 Gestión y supervisión del uso de aire comprimido

Véase también la sección 4.1.3.

Descripción

El compresor principal para el aire comprimido puede detenerse al final de las operaciones de matanza. A partir de ese momento puede utilizarse un compresor menor para las operaciones de limpieza. Un mantenimiento insuficiente de las instalaciones de aire comprimido puede dar lugar a fugas y a la consiguiente pérdida de grandes cantidades de aire. Puede haber pérdidas de más del 30% de la capacidad instalada y son habituales pérdidas del 20 - 25%. Con un mantenimiento cuidadoso, las pérdidas por fugas se pueden mantener en un 7 - 8%. Las herramientas operadas por aire comprimido, como las sierras de mano, a menudo determinan la presión necesaria para la alimentación de aire comprimido. Sin embargo, algunas herramientas se operan rutinariamente a presiones superiores a las necesarias para la tarea concreta.

Beneficios ambientales logrados

Al evitar fugas, se puede reducir en un 30% la energía invertida en producir aire comprimido adicional innecesario. Al reducir la energía en 100 kPa se puede conseguir un ahorro de energía del 6%.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Esta técnica implica mayores costes de mantenimiento, pero es probable que queden compensados por el ahorro de energía.

Motivación para la puesta en práctica

Menor uso de energía.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.20 Gestión y supervisión del uso de la ventilación

Descripción

Se puede ahorrar energía asegurando que los filtros del sistema de ventilación se mantienen limpios. La caída de presión a través de filtros limpios se mantiene por debajo de 50 Pa. Los

filtros se pueden cambiar cuando se llega a una caída de presión de unos 100 Pa. Se puede gestionar el tiempo de funcionamiento de los sistemas de ventilación. Se pueden utilizar controles automáticos de arranque y paro para evitar un uso innecesario del sistema. Por ejemplo, la ventilación de confort podría conectarse sólo en ciertas condiciones de temperatura y sólo durante las operaciones de las tareas que lo necesiten.

Beneficios ambientales logrados

Se puede ahorrar energía que de otra forma se invertiría en forzar el paso del aire a través de filtros sucios y en un uso excesivo del sistema de ventilación.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos en donde se limpie el aire con filtros antes de que entre en cualquier parte de la instalación.

Motivación para la puesta en práctica

Menor uso y gasto energético.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.21 Uso de ventiladores centrífugos de aspas convexas

Descripción

Muchos ventiladores son de tipo centrífugo con aspas cóncavas (hacia adelante). Este tipo de ventilador es menos eficiente que el aspas convexas (hacia atrás).

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Aplicable en sistemas de ventilación y refrigeración.

Aspectos económicos

Los ventiladores de aspas convexas son algo más caros que los de aspas cóncavas, pero la inversión adicional normalmente se recuperará en menos de 2 años mediante el ahorro en el consumo de energía.

Motivación para la puesta en práctica

Menor uso y gasto energético.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.1.22 Gestión y supervisión del uso de agua caliente

Descripción

La calefacción y circulación por bombeo del agua a 82 °C puede detenerse automáticamente cuando se detienen las operaciones de matanza, después de las cuales sólo se necesita agua fría y agua a 60 °C (para la limpieza, por ejemplo). En un gran matadero de cerdos de Dinamarca, se

ha informado de que la temperatura del agua se ha reducido de 60 a 50 – 55 °C y que la limpieza se realiza a 1,62 kPa, en lugar de a presiones superiores.

Beneficios ambientales logrados

Se puede ahorrar la energía utilizada para calentar y bombear agua a temperaturas innecesariamente altas. Las grasas que han conseguido introducirse en el agua residual pueden eliminarse más fácilmente a temperaturas más bajas.

Efectos cruzados

Si se utiliza agua a temperaturas superiores puede reducirse la cantidad y/o agresividad de los productos químicos de limpieza utilizados, pero por otro lado se necesitará más energía para calentar el agua. Por debajo de 60 °C, se tiene el efecto contrario.

Cuestiones operativas

Según informes daneses, el agua a 60 °C proporciona el mejor resultado de limpieza, gracias a su capacidad de eliminar las grasas. El uso de agua a menor temperatura requiere el uso de una mayor cantidad de agentes limpiadores o de agentes cuya agresividad sea mayor. Las temperaturas más altas pueden reducir el uso de agentes limpiadores, pero implican un mayor uso de energía.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Plantas de ejemplo

En mataderos daneses se realiza la limpieza con agua a 60 °C. La limpieza con agua a 50 – 55 °C y a 1,62 kPa se realiza en al menos un gran matadero de cerdos de Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.1.23 Instalación de enfriamiento subterráneo del refrigerante

Descripción

Se puede utilizar el agua subterránea para enfriar los gases refrigerantes y así reducir la cantidad de energía utilizada.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

La técnica puede provocar un aumento de la temperatura de las aguas subterráneas. En Dinamarca se ha cerrado un sistema de este tipo por el aumento de temperatura del agua en pozos cercanos.

Cuestiones operativas

El sistema de refrigeración puede utilizar el 40 – 70% del consumo de electricidad de un matadero. El enfriamiento por aguas subterráneas se ha introducido para enfriar el refrigerante y para reducir la presión de funcionamiento del condensador de 1,22 kPa a los 0,81 kPa que parece ser la presión óptima desde el punto de vista de ahorro de energía.

Aplicabilidad

Es aplicable en situaciones en que hay suficiente agua subterránea para no provocar un aumento de temperatura en la misma.

Motivación para la puesta en práctica

Menor uso de energía.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de cerdos en Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.2.2 Sacrificio de grandes animales

4.2.2.1 Recepción y estabulación de los animales

4.2.2.1.1 Cese de la alimentación de animales 12 horas antes de la matanza

Descripción

El cese de la alimentación de los animales 12 horas antes de la matanza reduce la cantidad de materia no digerida en sus estómagos. Sin embargo, los animales no necesariamente están bajo el control del matadero 24 horas antes de la matanza, por lo que la puesta en práctica de este método requiere cooperación con el granjero y el transportista, cuidando de no contravenir los requisitos de bienestar animal.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del estiércol, del contenido del estómago y de los lechos sucios, que en caso contrario podrían aumentar la DBO del agua de limpieza de los vehículos, la instalación, el equipo y los animales y que posteriormente necesitaría tratamiento de aguas residuales. Puede reducirse el riesgo de olores procedentes del estiércol, contenido estomacal y lechos sucios.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

La Directiva del Consejo 93/119/CE de 22 de diciembre de 1993 sobre protección de los animales en el momento de la matanza o sacrificio afirma que los animales que no se sacrifican directamente a su llegada deben disponer de agua potable en las instalaciones adecuadas en todo momento. Los animales que no se han sacrificado después de 12 horas deben alimentarse y posteriormente se les debe dar cantidades moderadas de alimentos a intervalos adecuados.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Motivación para la puesta en práctica

Menor producción de estiércol y, por lo tanto, menor contaminación de las aguas residuales. También hay beneficios higiénicos, debido al menor riesgo de contaminación fecal de las pieles y canales.

Referencias

[115, CE, 1993; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

4.2.2.1.2 Minimización del tiempo de residencia de los animales en el matadero para reducir el estiércol

Descripción

Al acortar el tiempo que los animales pasan en el matadero, siempre que se respeten las consideraciones de bienestar animal, se reducirá la cantidad de orina y heces producida.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del estiércol, del contenido del estómago y de los lechos sucios, que en caso contrario podrían aumentar la DBO del agua de limpieza que posteriormente necesitaría tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, estos materiales son materia prima para la elaboración de biogás y el compostaje, por lo tanto los que se producen, para ser útiles, deben recogerse en condiciones lo más secas posible y con una mezcla mínima con otros residuos.

Efectos cruzados

La reducción en la cantidad de estiércol y heces producidas en la estabulación implicará un mayor contenido estomacal e intestinal del animal sacrificado, que deberá recogerse durante y después de la evisceración.

Cuestiones operativas

La puesta en práctica de este método requiere cooperación con el granjero y el transportista, cuidando de no contravenir los requisitos de bienestar animal.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos en donde la entrega de los animales se pueda hacer coincidir con los tiempos de matanza, lo que reduce el tiempo de residencia de los animales en estabulación.

Motivación para la puesta en práctica

Funcionamiento eficiente del matadero.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

4.2.2.1.3 Adición de lecho seco a los lechos existentes para absorber estiércol

Descripción

La adición de lechos, de paja o papel, en los lechos ya existentes puede reducir los niveles potenciales de DBO en el agua residual.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de los niveles de DBO en el agua residual.

Efectos cruzados

Pueden aumentar los problemas de olores, debido a la menor frecuencia de cambio del lecho.

Cuestiones operativas

Los lechos se pueden llenar durante un período de hasta una semana y luego se pueden retirar para usarlos como compost, por ejemplo, después de lo cual debe lavarse el suelo.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos en que los animales necesiten lechos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los niveles de DBO en el agua residual.

Plantas de ejemplo

Algunos mataderos del Reino Unido.

4.2.2.1.4 Agua de bebida controlada según la demanda

Descripción

El suministro de agua se puede controlar según la demanda, para ofrecer la ración de agua necesaria para los animales a intervalos adecuados. El suministro de agua de bebida se puede reducir instalando tetinas que los animales pueden abrir directamente. El uso de tetinas en lugar de bebederos tiene la ventaja de que el agua sólo se suministra cuando los animales beben; además los bebederos necesitan un sistema de limpieza periódica.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del consumo de agua.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Aplicabilidad

Aplicable en todos los mataderos de grandes animales.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de agua y requisitos laborales para la limpieza.

Referencias

[331, Italia, 2003]

4.2.2.1.5 Ducha de cerdos con pulverizadores temporizados de ahorro de agua

Descripción

En períodos cálidos y secos se ducha a los cerdos por cuestiones de bienestar animal. Ello ayuda a calmarlos y a evitar su estrés. Los pulverizadores de las duchas se pueden diseñar e instalar de forma que sólo se activen cuando hay cerdos presentes. El caudal y el tiempo de funcionamiento se controlan automáticamente. La ducha también mejora el ambiente para el personal que entra en el establo, al reducir la concentración de polvo respirable y total.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua que con ducha manual o continua.

Efectos cruzados

Reduce el polvo en un 60%, mientras que un filtro electrostático reduce el polvo respirable y total en un 40 – 45%.

Cuestiones operativas

En un matadero de estudio, el suministro de agua está temporizado para dar agua durante dos minutos cada media hora.

Aplicabilidad

Todos los mataderos de cerdos.

Motivación para la puesta en práctica

Menos gastos para el agua.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de cerdos en Italia.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.1.6 Limpieza en seco del suelo del establo y limpieza periódica con aguaDescripción

La limpieza del establo se puede realizar recogiendo el estiércol y materiales del lecho antes de enjuagar con agua. En los casos en que los desagües estén conectados a un contenedor de orina/purines, se pueden transferir al sistema de alcantarillado antes de iniciar el aclarado para evitar la sobrecarga del contenedor. La limpieza con raspado en seco, con un enjuagador y una pala acostumbra a ser suficiente, aunque debe seguirse de un aclarado a alta presión al menos una vez por semana.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Una limpieza húmeda poco frecuente puede aumentar las emisiones de olores.

Cuestiones operativas

A partir de experiencias noruegas en un matadero de bovinos, parece que el raspado en seco en un establo en que los animales se mantienen durante la noche puede reducir el vertido en 700 – 800 g de DBO y 7 – 8 g de fósforo total por animal (2,7 – 3,0 kg DBO/t y 26,6 – 30,4 g P/t).

En la práctica puede resultar difícil asegurar el acceso y espacio suficiente para conseguir estos resultados.

Aplicabilidad

Se aplica al menos en un matadero de bovinos noruego.

Aspectos económicos

Poco caro.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de agua y de la contaminación de las aguas residuales.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.2 Sangrado

Véase también la sección 4.2.1.

4.2.2.2.1 Optimización del sangrado y recogida de la sangre

Véase también la sección 4.2.1.6.

Descripción

El proceso de sangrado puede optimizarse para asegurar la recogida de la máxima cantidad de sangre y su almacenaje en el área de sangrado. Esto reduce los requisitos para gestionar el goteo de sangre a lo largo de la línea de matanza.

Para grandes animales, el uso de cuchillos huecos genera una recogida de sangre menor que los métodos más tradicionales de degüello para iniciar el sangrado, que es favorecida por el pulso cardíaco del animal y por la gravedad. Para cerdos se ha comunicado una obtención de sangre del 75 – 80%. En la mayoría de casos, el tiempo de sangrado con cuchillo hueco se limita a 20 – 40 segundos, a causa de la velocidad de la línea de matanza y porque parece ser el tiempo necesario para recoger la sangre de la mayor calidad con este método. En la práctica puede alargarse el tiempo de sangrado con cuchillo hueco, para maximizar la recogida higiénica de sangre. Posteriormente los animales pueden colgarse sobre un orificio de recolección de sangre

hasta que el goteo de sangre de la canal sea insignificante. Este segundo sangrado contiene coágulos, por lo tanto no se trata de sangre de calidad alimentaria o farmacéutica y se puede enviar para el aprovechamiento, producción de biogás o compostaje. En algunos países, como Dinamarca, ya no se utiliza el método de cuchillo hueco para la recogida higiénica de sangre de ganado vacuno, ya que la sangre de los rumiantes no se destina al consumo humano o piensos animales, aunque en otros países se sigue utilizando para alimentación humana y de mascotas.

Donde se utiliza el método tradicional de sangrado, el tiempo se puede calcular para optimizar la recogida de sangre. Se informa que para ganado vacuno el tiempo de sangrado óptimo es de unos 7 minutos y para los cerdos de 5 – 6 minutos.

Según la información recibida las cadenas de transporte de sangrado pueden equiparse con alarmas de sangrado que se activan si no se ha extraído suficiente sangre del animal antes de abandonar el área de sangrado. Las cadenas de transporte para el sangrado con cuchillos huecos pueden ser accionadas por un solo operario con una capacidad de hasta 360 – 380 cerdos/h, o 120 – 130 bovinos/h. Para capacidades mayores se necesitan 2 operarios. También se informa que durante el sangrado tradicional a menudo el operario omite la desinfección obligatoria del cuchillo entre cada animal, situación menos probable si se utiliza una cadena de transporte de sangrado.

El método de cuchillo hueco no es relevante para las aves. La sangre no se recoge para alimentos, piensos o uso farmacéutico, aunque puede darse a animales de peletería, y tiene que eliminarse. Sin embargo, la optimización de la recogida minimiza la cantidad que va a parar finalmente a la EDAR. Se informa que 90 segundos acostumbran a bastar y que la sangre se almacena en contenedores refrigerados para evitar problemas de olores.

Pueden surgir disputas entre plantas de sangre y mataderos sobre la optimización de la recogida de sangre para el procesado subsiguiente. Los procesadores de sangre pueden estipular que se usen cuchillos huecos y pequeñas bandejas de goteo para recoger la sangre. La sangre para el aprovechamiento se acostumbra a recoger en grandes bandejas o en el suelo de la sala de sangrado, desde donde desagua hacia los tanques de recogida. Los mataderos venden la sangre a las empresas de procesado de sangre y los aprovechadores cobran por su recogida. El coste depende del método de eliminación. En el Reino Unido, la recogida para el aprovechamiento puede costar el doble que la recogida para inyección, que antes se practicaba pero que ahora está prohibida por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. En Italia la recogida cuesta aproximadamente 75 EUR por tonelada de sangre. El área de sangrado puede disponer de orificios de goteo por encima del nivel del suelo, para minimizar la contaminación. Los orificios pueden tener una pendiente para facilitar la succión húmeda y/o el rascado de sangre o bloques de sangre coagulada hacia en tanque de sangre antes de la limpieza. Algunas instalaciones realizan el procesado y el aprovechamiento de la sangre en el mismo emplazamiento, con lo que se facilita el transporte de la sangre para ambas actividades. Con el acuerdo de la empresa receptora de la sangre, se puede recoger el agua del lavado inicial en el tanque de sangre.

La ampliación de los tiempos de recogida de sangre no tiene porqué ralentizar la producción. En la cadena de transporte se pueden equipar los suficientes cuchillos huecos como para asegurar que hay suficiente tiempo para el proceso de sangrado, sin que se genere una cola antes del sangrado ni un tiempo de espera tras el mismo. Igualmente, para el sangrado tradicional por degüello, la recogida se puede ampliar de diversas formas. El orificio de sangrado se puede ampliar en la sala de sangrado, y se puede instalar un orificio/pendiente de acero inoxidable que desagua hacia el tanque de sangre y que amplía el área de recogida a todo el recorrido hasta el tanque de escaldado o el área de desollado. En salas de sangrado cortas se pueden diseñar el raíl suspendido, de donde cuelgan las canales, y el orificio de sangrado con un recorrido sinuoso, para permitir el tiempo suficiente para el sangrado. La opción del “recorrido sinuoso” funciona bien para ganado ovino. El orificio/pendiente puede ser móvil o extraíble, según sea necesario.

La ampliación de las instalaciones de recogida de sangre reduce la importancia de la formación del personal en métodos para minimizar pérdidas por goteo a lo largo de la línea (como, p. ej., no enviar manualmente los cerdos hacia el tanque de escaldado demasiado pronto).

Beneficios ambientales logrados

Se utiliza una mayor proporción de sangre en procesos posteriores de la matanza y, por tanto, menos sangre acaba en el agua residual para su tratamiento en una EDAR local o municipal. La contaminación con sangre del agua conlleva concentraciones elevadas de DBO, DQO y nitrógeno. Si se deja gotear la sangre a lo largo de toda la línea de matanza, desaguará hacia la EDAR, así como podrá aumentar los requisitos de consumo de agua de limpieza para la planta y el equipo.

Además, la recogida de sangre con una captación mínima de agua aumenta el rendimiento de la sangre usable y reduce el consumo de energía para los tratamientos en que se seca la sangre. En caso contrario es necesario gastar energía para manipular y eliminar el agua.

Efectos cruzados

El procesado de la sangre provoca menos contaminación del agua residual que el aprovechamiento, pero el consumo de energía es al menos dos veces superior.

Cuestiones operativas

Se han obtenido los siguientes rendimientos de la sangre siguiendo los métodos tradicionales de sangrado. Para bovinos, en 1 minuto se pueden recoger 16 litros de sangre, de un total de 18 litros. En este caso la velocidad de matanza es bastante baja y en 2 minutos se puede recoger prácticamente toda la sangre, utilizando una bandeja larga. Para cerdos en los primeros 40 segundos tras el sacrificio se pueden recoger 3,2 litros de sangre, y 3,5 litros en un minuto, de un total posible de 3,8 litros.

Según los datos recibidos un matadero pequeño introdujo varias mejoras: aumentó el tiempo de sangrado para bovinos a 7 minutos; recogió y separó la sangre para el compostaje, en lugar de verterla al río local; realizó un inventario controlado; redujo el consumo de sal y estableció un programa de formación. Después de menos de un mes, la empresa había reducido su consumo de agua en un 15%, la carga contaminante de su agua residual en un 34% y el consumo de sal en un 60%.

Aplicabilidad

La recogida y separación de la sangre, en lugar del vertido a un río o a una EDAR, es aplicable a todos los mataderos. Algunos mataderos descargan sangre a su EDAR local o la recogen en un tanque y luego la envían en cisternas a una EDAR diseñada para tratarla.

La instalación de un orificio/pendiente de recogida ampliado de acero inoxidable es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

El tiempo de recuperación para el mayor tiempo de sangrado, para el compostaje de la sangre separada, para el control de inventarios, para la reducción del consumo de sal y para establecer un programa de formación fue inferior a un mes.

El coste de un orificio/pendiente de recogida es de unos 300 EUR por metro.

Motivación para la puesta en práctica

La motivación para la ampliación del tiempo de sangrado era la reducción del consumo de agua y de la alta carga orgánica de su agua residual.

La motivación para la instalación de un orificio/pendiente de recogida ampliado de acero inoxidable era la reducción de los costes de tratamiento de aguas residuales.

Plantas de ejemplo

Los orificios/pendientes de recogida ampliados de acero inoxidable se utilizan en un pequeño matadero avícola y un pequeño matadero de cerdos en Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 220, APC Europe, 2001; 248, Sorlini G., 2002; 260, EAPA, 2002; 262, United Nations Environment Programme, 2002; 271, Casanellas J., 2002; 283, Brindle J., 2002; 284, Leoni C., 2002; 308, Hupkes H., 2002]

4.2.2.2.2 Uso de un enjuagador para la limpieza inicial del orificio de recolección de sangre

Descripción

Se puede utilizar un enjuagador con un mango acodado para retirar la sangre del orificio de recolección hacia el recipiente de recogida de sangre sin utilizar agua de limpieza inicial.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del consumo de agua para limpieza y reducción de los niveles de DQO y DBO en las aguas residuales. Mayor potencial de minimización de residuos. Mayor potencial para la recuperación o reciclaje de la sangre. El agua utilizada previamente en el aclarado inicial ya no tiene que manipularse y calentarse en el proceso de recuperación de sangre.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se informa que este sistema se introdujo en un matadero de cerdos para sustituir a la práctica de usar 6 pulverizadores a lo largo y por encima del orificio de sangrado para enjuagar parte de la sangre hacia el recipiente de recogida. Esto eliminó el 50 – 60% de la sangre en el orificio, pero provocó que algo de agua llegara al recipiente de recogida y el resto de la sangre a la EDAR. El uso de un enjuagador permite recuperar el 80 – 90% de la sangre en el orificio. Para el matadero de ejemplo, esto resultó en la recuperación de 11,3 kg de sangre por día adicionales, lo que representa 2,3 kg de BDO, que antes iba a parar a la EDAR. La mano de obra adicional necesaria se consideró insignificante.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de agua y de la producción y contaminación de aguas residuales.

Plantas de ejemplo

Por lo menos un matadero de cerdos en EE. UU.

Referencias

[268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.2.2.3 Escaldado de los cerdos

4.2.2.3.1 Escaldado de cerdos por vapor/condensación (escaldado vertical)

Descripción

El escaldado con vapor es una alternativa a escaldado con agua caliente. Este procedimiento funciona mediante aire húmedo calentado a aproximadamente 60 – 62 °C. Las canales de cerdos se transportan a través de un túnel. El aire húmedo se extrae por la parte superior del túnel mediante ventiladores y circula por canales exteriores, donde se humedece y calienta con el

vapor. Los ventiladores introducen el aire caliente húmedo otra vez en la parte inferior del túnel de escaldado. Unas placas deflectoras guían el aire por encima de las canales, en donde una parte se condensa y produce el efecto de escaldado. La técnica se ilustra en la Figura 4.8.

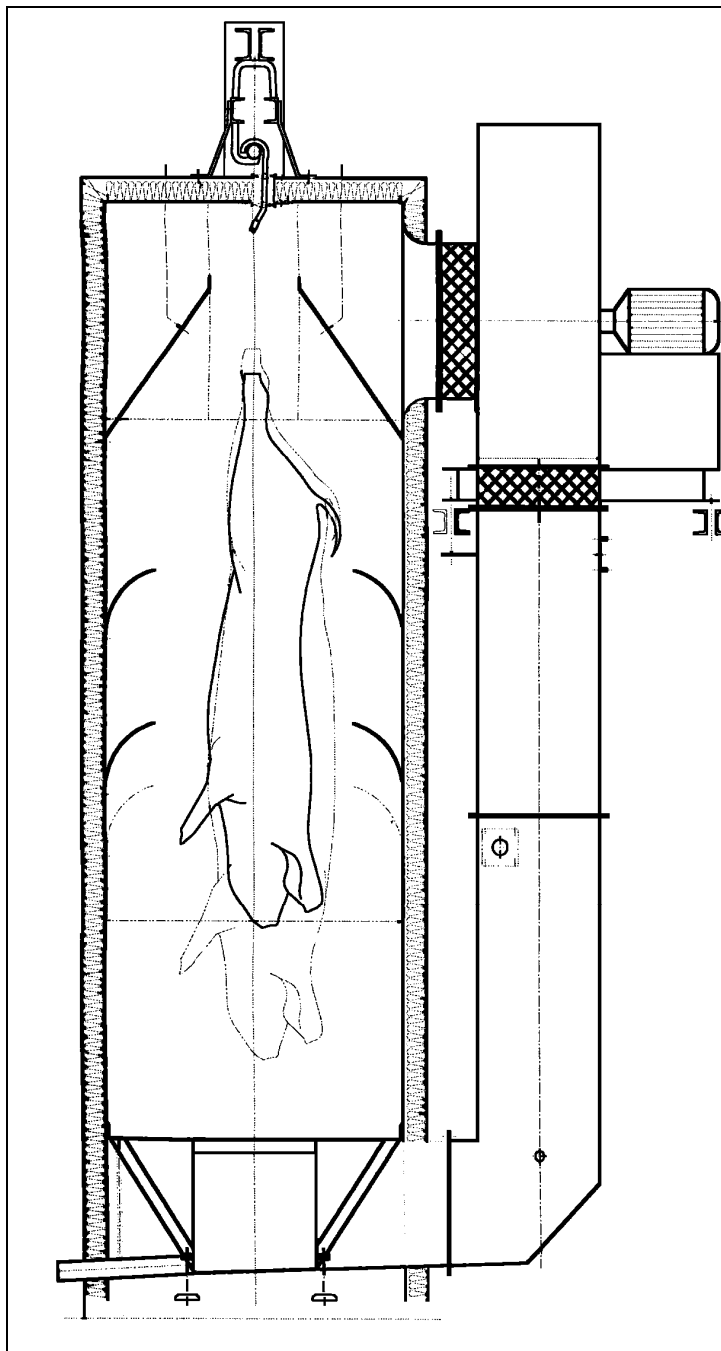


Figura 4.8: Esquema de un túnel de escaldado por condensación
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

Beneficios ambientales logrados

Menor uso de energía y agua. Se pueden utilizar los pulmones.

Efectos cruzados

Las canales deben lavarse antes del escaldado. Si hay suciedad en la piel evitará que el vapor entre en contacto con la piel y el resultado será un escaldado deficiente en la parte sucia.

Cuestiones operativas

Este proceso se puede mantener a una temperatura constante y a una humedad del 100% con varias cargas, lo que es básico para un buen rendimiento del escaldado.

En la Tabla 4.30 se lista la información del productor sobre valores de consumo.

	Método de circulación	Método de escaldado por vapor/condensación
Demanda energética (Bombas rotatorias / ventiladores)	4 x 7,5 kW x 8h/d = 240 kWh/d 240 kWh/d x 200 d/año = 48.000 kWh/año	4 x 5,5 kW x 8 h/d = 176 kWh/d 176 kWh/d x 200 d/año = 35.200 kWh/año
Demanda calorífica (1 kWh = 3,6 MJ) (fueloil: 1 kg = 1,2 l)	3.270 kWh/d x 200 d/año = 654.000 kWh/año 654.000 kWh/año x 3,6 MJ/kWh = 2.354.400 MJ/año 2.354.400 MJ/año / 40 MJ/kg = 58.860 kg/año 58.860 kg/año x 1,2 l/kg = 70.632 l/año fueloil	2.020 kWh/d x 200 d/año = 404.000 kWh/año 404.000 kWh/año x 3,6 MJ/kWh = 1.454.400 MJ/año 1.454.400 MJ/año / 40 MJ/kg = 36.360 kg/año 36.360 kg/año x 1,2 l/kg = 43.632 l/año fueloil
Demanda de agua	14.000 l/d + 5 l/cerdos x 2.400 cerdos/d = 26.000 l/d 26.000 l/d x 200 d/año = 5.200.000 l/año	0,7 l/cerdo x 2.400 cerdos/d = 1.680 l/d 1.680 l/d x 200 d/año = 336.000 l/año

Tabla 4.30: Comparación de los datos de consumo de diferentes métodos de escaldado (información de los productores)
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

En la Tabla 4.31 se muestran los niveles operativos de consumo para el “escaldado por pulverización y circulación de agua” y para “escaldado por vapor/condensación” para plantas con una capacidad de 350 cerdos por hora o 600.000 cerdos por año.

	Escaldado por pulverización y circulación de agua	Escaldado por vapor/condensación
Demanda energética	4 bombas x 5 kW x 8 h x 255 días = 40.800 kWh/año	4 ventiladores x 4 kW x 8 h x 255 días = 32.640 kWh/año (0,0544 kWh/cerdo)
Consumo calorífico	Para calentar el baño de agua	
	1.450 kWh x 255 días = 369.750 kWh	No aplicable
	Para calentar los cerdos	
	3,116 kWh/cerdo x 600.000 = 1.869.600 kWh/año	2,5 kWh/cerdo x 600.000 = 1.500.000 kWh/año
Demanda de agua	Baño de agua diario	
	25 m³ x 255 días = 6.375 m³	No aplicable
	Pérdidas por fugas	
	11,625 l/cerdo x 600.000 = 6.975 m³	1 l/cerdo x 600.000 = 600 m³

Tabla 4.31: Comparación de datos reales de consumo de “escaldado por pulverización y circulación de agua” y “escaldado por vapor/condensación”
[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

Resultados no publicados sobre pruebas de escaldado por vapor indican que el consumo de agua se puede reducir a 3 – 5 litros por cerdo (40 – 65 l/t canal de cerdo) y el consumo de energía a aproximadamente 0,4 kWh por cerdo (5,2 kWh/t canal de cerdo), para un matadero de producción no especificada. Estos niveles de consumo de energía son inferiores a los mostrados en la Tabla 4.31, mientras que los niveles de consumo de agua son superiores, sin embargo, ambos son inferiores que los niveles indicados para escaldado por pulverización, también mostrados en la Tabla 4.31. La Tabla 4.32 muestra que ambos métodos consumen menos agua que un tanque de escaldado.

	Tanque de escaldado	Escaldado por pulverización y circulación de agua	Escaldado por vapor/condensación
Consumo de agua	8.440.000 l/año	5.200.000 l/año	336.000 l/año

Tabla 4.32: Comparación de datos de consumo de agua para diferentes métodos de escaldado (información de los productores)

Aplicabilidad

Se ha informado de que las medidas de desprendimiento de pelo y uñas muestran que la calidad del escaldado del sistema de condensación y vapor es comparable a la de un tanque de escaldado tradicional. Además, el método de condensación tiene varias ventajas sobre el tanque de escaldado tradicional: por lo que respecta a la higiene, el agua no llega a los pulmones ni a la herida de degüello; tiene un tiempo de arranque breve y un menor riesgo de sobreescaldado durante paros en la línea de matanza.

La sustitución de un tanque de escaldado existente por un sistema de condensación/vapor no se considera rentable, basándose sólo en el ahorro de agua y energía. Sin embargo se considera que el método es aplicable si se realizan grandes modificaciones, ampliaciones o se construyen nuevos edificios.

Aspectos económicos

Caro.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes de agua y energía.

Plantas de ejemplos

Al menos un matadero de cerdos en Alemania.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 134, Países nórdicos, 2001; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 237, Italia, 2002; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.2.3.2 Aislamiento y tapado de los tanques de escaldado de cerdos

Véase también la sección 4.2.3.3.2.

Descripción

El tanque de escaldado se puede aislar para reducir las pérdidas térmicas a través de los costados y se puede cubrir para reducir la evaporación y pérdidas térmicas de la superficie del agua. La superficie puede cubrirse con bolas de plástico.

Beneficios ambientales logrados

Ahorro de energía asociado con las menores pérdidas térmicas por radiación y de agua caliente. También se reduce el consumo de agua.

Además se necesitará menos ventilación y, por lo tanto, se consumirá menos energía.

La menor evaporación también reducirá las emisiones de olores.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Para un tanque de escaldado con una capacidad de 210 cerdos por hora, con una longitud de 43 metros aprox., una área lateral y del fondo de unos 100 m² y una superficie de 22 m², se

ha informado de los siguientes datos: pérdida térmica de unos 370.000 kJ (103 kWh) por hora, de los cuales el 53% se pierde por los costados y el fondo y el 47% por la superficie superior. La pérdida térmica se puede reducir de 1,73 a 1,35 kWh por cerdo (de 22,5 kWh/t a 17,2 kWh/t de canal de cerdo) aplicando un aislamiento y cubriendo el tanque de escaldado.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos nuevos. En los tanques existentes se puede instalar una cubierta y se pueden aislar.

Aspectos económicos

El aislamiento de un tanque de escaldado con capacidad para unos 360 cerdos por hora cuesta unos 55.000 EUR. Hay informes contradictorios sobre su aplicabilidad en mataderos existentes. Un punto de vista afirma que el tiempo de recuperación para el aislamiento de los tanques es de 1 a 3 años. Otra opinión afirma que los tanques de escaldado existentes se pueden aislar, pero los costes sólo se podrán recuperar junto con una sustitución o modificación del sistema.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes energéticos.

Referencias

[57, DoE, 1993; 134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.3.3 Control del nivel de agua en tanques de escaldado de cerdos

Descripción

La distancia extra desde el nivel de agua hasta la parte superior del tanque y el rebosadero puede ser suficiente para evitar el derrame por desplazamiento del agua cuando se introducen las canales.

Beneficios ambientales logrados

Ahorro de energía y agua, al evitar el derrame y la necesidad de reemplazar el agua calentada a unos 60 °C.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El control del nivel de agua se puede conseguir instalando un control de nivel automático, o haciendo que el operario lene el tanque hasta un límite superior indicado, en un tanque lo bastante profundo para contener el agua suficiente y las canales de cerdos. La automatización del control de nivel, si se mantiene adecuadamente, eliminará la responsabilidad del operario.

Según un ejemplo danés, el correcto control del nivel de agua puede ahorrar unos 5 m³/d.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos.

Aspectos económicos

La inversión de capital es pequeña y la recuperación casi inmediata.

Motivación para la puesta en práctica

Menor gasto de agua.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de cerdos en Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.4 Depilado y despezñado

4.2.2.4.1 Recirculación de agua en las máquinas de depilado

Descripción

El agua utilizada en las máquinas de depilado de cerdos se puede recircular, tras ser recalentada por inyección de vapor a la temperatura necesaria para el depilado. El agua se recoge en un tanque, en el que se inyecta vapor para aumentar la temperatura hasta el valor necesario. Por razones de higiene alimentaria todo el sistema está cerrado y la recogida y recirculación de agua se lleva a cabo en condiciones higiénicas. El sistema se vacía, se limpia y se desinfecta una vez al día por lo menos.

Beneficios ambientales logrados

Menor contaminación del agua y menor gasto de energía.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

El agua arrastrada por los cerdos cuando abandonan el sistema se reemplaza por agua fresca. Se informa que el proceso se realiza a $0,7 - 1 \text{ m}^3/\text{h}$ para una línea de matanza que procesa canales a un ritmo de $55 - 60 \text{ t/h}$. La mayoría del agua se calienta de $50 - 55 \text{ °C}$ a una temperatura de depilado de $55 - 60 \text{ °C}$. Anteriormente el agua se calentaba a $80 - 90 \text{ °C}$.

El funcionamiento se muestra en la Figura 4.9.

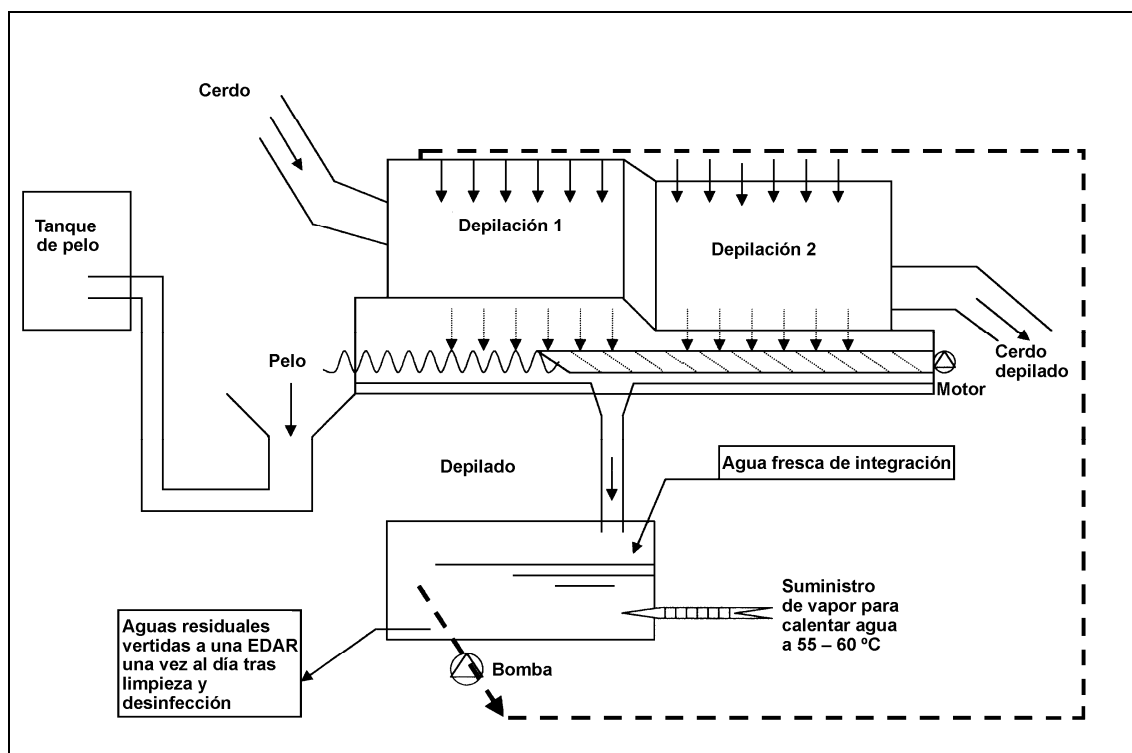


Figura 4.9: Recirculación de agua para el depilado de cerdos

Se ha informado del uso de agua fría a temperaturas inferiores a 10 °C . El agua debe enfriarse, en caso contrario la temperatura aumenta hasta $30 - 35 \text{ °C}$, debido al calor de las canales recién sacrificados. Posteriormente se necesita menos energía para enfriar las canales y el riesgo de contaminación bacteriana es menor con agua más fría.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos.

Aspectos económicos

Con la recirculación se ahorran los costes del agua adicional. En el caso en que el agua se calentaba a 80 – 90 °C, se ahorra el consumo de agua y de energía para calentarla.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes de agua y energía.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de cerdos en Italia.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003]

4.2.2.4.2 Sustitución de las tuberías de irrigación en la parte superior de los depiladores por pulverizadores

Descripción

Las tuberías de irrigación en la parte superior de las máquinas de depilado se pueden sustituir por pulverizadores planos, que dirigen el chorro de agua a los cerdos. Al mismo tiempo la pulverización para retirar el pelo puede desplazarse debajo del cerdo, ya que el agua en esta zona ya no será suficiente, por sí misma, para retirar el pelo. El agua se puede controlar de forma que sólo corra cuando hay un cerdo en la máquina. No es necesario añadir agua a la mesa de faenado.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El uso de agua se puede reducir de 16 a 6 litros por cerdo (de 208 l/t a 78 l/t de canal).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos.

Aspectos económicos

La recuperación es casi inmediata.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.5 Chamuscado de cerdos

4.2.2.5.1 Reutilización del agua de refrigeración del horno de chamuscado

Descripción

El agua de refrigeración se puede recoger del horno de chamuscado y distribuirla, por ejemplo, al tanque de escaldado, si se utiliza, o a la sección de raspado y pulido. Además, en lugar de tuberías de irrigación se pueden instalar pulverizadores dirigidos hacia los cerdos. En la Figura 4.10 se muestra un esquema del sistema. El agua también puede utilizarse para la limpieza.

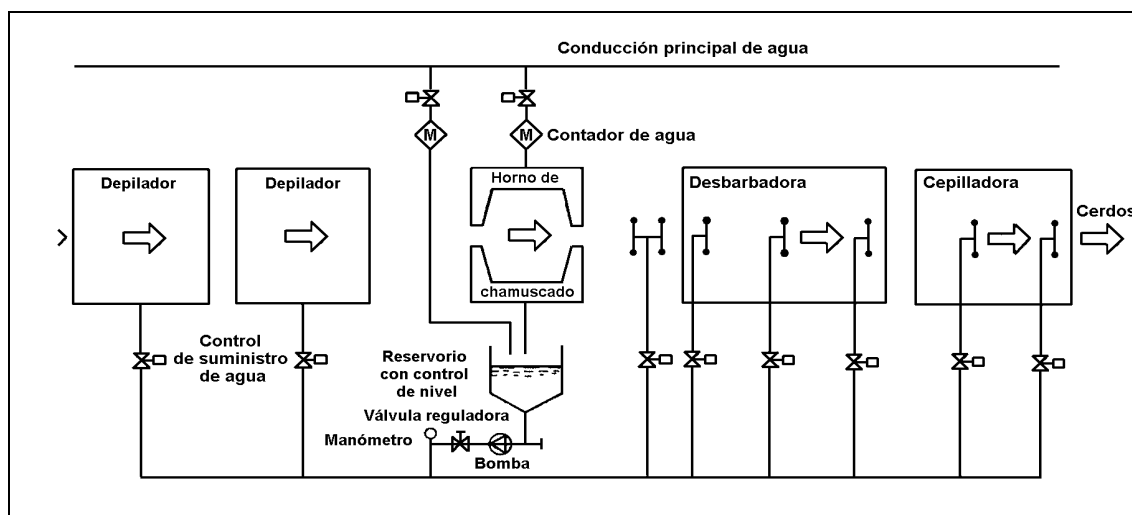


Figura 4.10: El sistema Grinsted con reutilización del agua de refrigeración de un horno de chamuscado
[134, Países nórdicos, 2001]

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, de 780 l/t de canal.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El sistema puede reducir el consumo de agua de más de 100 litros por cerdo a 20 – 30 litros por cerdo (de más de 1.300 l/t a 260 - 390 l/t de canal de cerdo).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos que actualmente utilizan un determinado tratamiento superficial muy exhaustivo, que se considera necesario para usar las canales en curado de beicon.

Aspectos económicos

La inversión de capital para un matadero danés se ha calculado en unas 210.000 DKK, con un período de recuperación inferior a 6 meses.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de agua.

Plantas de ejemplo

El sistema se utiliza en todos los mayores mataderos de cerdos daneses.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.5.2 Recuperación de calor de los gases de escape del chamuscado de los cerdos, para precalentar agua

Descripción

En mataderos de cerdos, se puede recuperar el calor de los gases de escape de la unidad de chamuscado para calentar agua (y así, por ejemplo, mantener la temperatura del tanque de escaldado).

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el uso de energía para calentar agua, por ejemplo para el escaldado o la limpieza, y menor olor, al parar la emisión directa de gases calientes del chamuscado.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

La temperatura en las unidades de chamuscado puede alcanzar $900 - 1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ y si no se recupera el calor los gases pueden expulsarse a $600 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se puede utilizar un sistema de recuperación de calor, como el mostrado en la Figura 4.11, para calentar el agua. En el caso de estudio mostrado en la Figura 4.11, se calienta agua a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, que luego se utiliza para la limpieza del matadero.

Tras el chamuscado, los gases de escape contienen aproximadamente el 58% de la energía utilizada para calentarlos, Al instalar una unidad de recuperación de calor se puede recuperar el 40 – 45% de la energía aplicada.

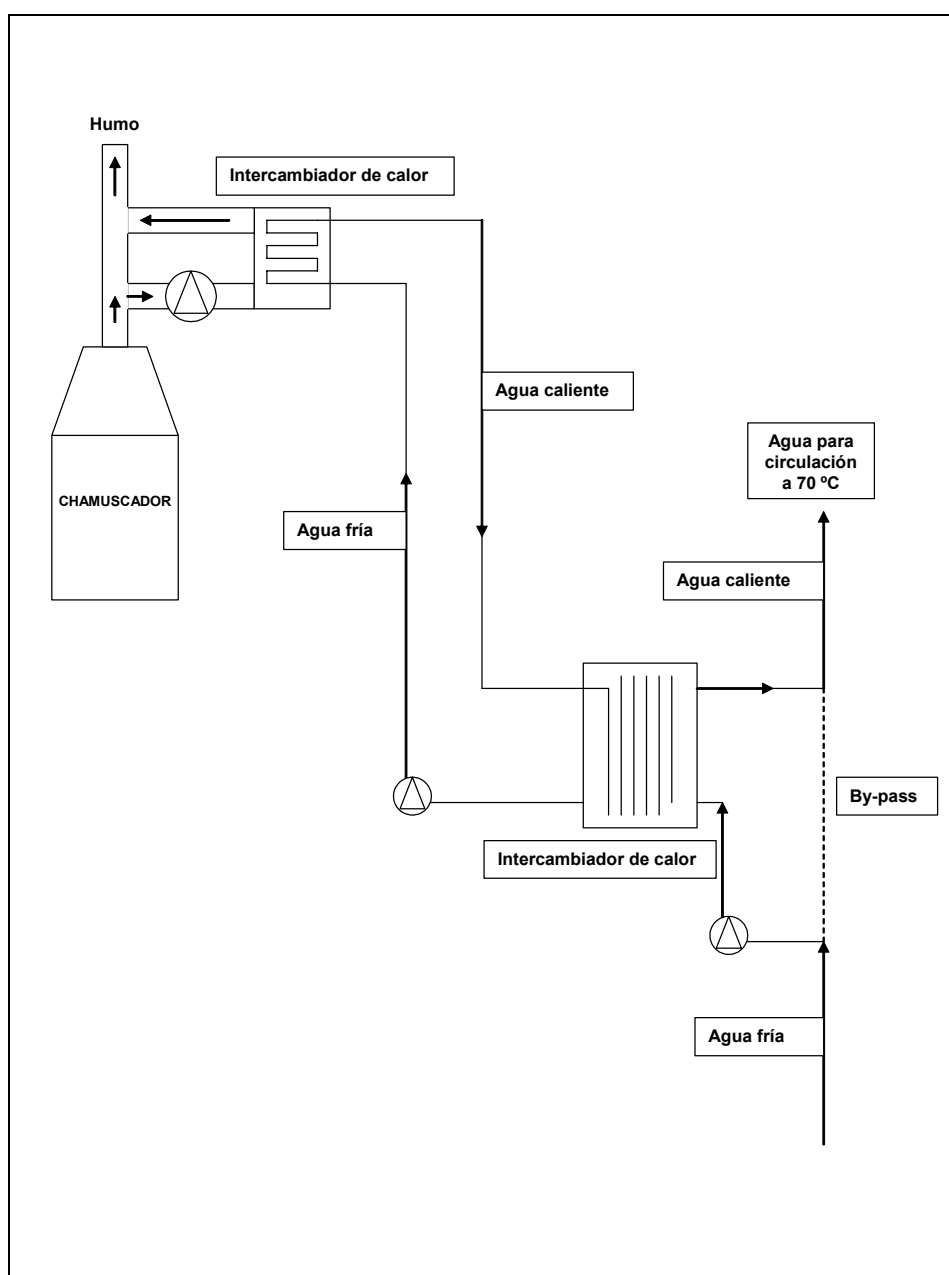


Figura 4.11: Recuperación de calor de los gases de chamuscado

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Dos informes diferentes afirman que, basándose en las condiciones danesas, el tiempo de recuperación es de 6 meses o de 3 – 4 años. En el Reino Unido se informa de un tiempo de recuperación de 1 a 3 años.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes energéticos.

Plantas de ejemplo

La técnica se utiliza en mataderos finlandeses y al menos en un matadero de cerdos italiano.

Referencias

[57, DoE, 1993; 134, Países nórdicos, 2001; 148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 280, Savini F., 2002]

4.2.2.5.3 Ducha tras el chamuscado con pulverizadores de chorro plano

Descripción

La ducha se puede realizar con pulverizadores de chorro plano en lugar de alcachofas. Se puede disponer el suministro de agua de forma que sólo corra agua cuando hay presente una canal.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua, de 65 l/t de canal.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El consumo de agua puede reducirse de 3.000 – 4.000 l/h a aproximadamente 400 l/h, según la producción de canal por hora.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.6 Tratamiento de la corteza

4.2.2.6.1 Sustitución de tuberías de irrigación por pulverizadores de chorro plano

Descripción

Se pueden sustituir todas las tuberías de irrigación con pulverizadores de chorro plano, que consumen considerablemente menos agua. Los pulverizadores con diámetros inferiores a 2 mm se obturan con frecuencia. En algunas instalaciones puede ser necesario instalar un presurizador para aumentar la presión de agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El consumo de agua para el tratamiento de la corteza se ha reducido de aproximadamente 100 litros por cerdo a 20 – 25 litros por cerdo (de 1.300 l/t a 260 – 325 l/t de canal) como resultado de esta y otras técnicas.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos con líneas de tratamiento de cortezas.

Aspectos económicos

El coste estimado de los pulverizadores es de unos 500 EUR. El tiempo de recuperación es muy corto.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el coste del consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.7 Evisceración

Véanse también las técnicas para separación de grasas del agua tras la evisceración en la sección 4.2.2.9.

4.2.2.7.1 Esterilización de sierras en un armario con pulverizadores de agua caliente automatizados

Descripción

Las sierras para la abertura de la cavidad torácica se pueden esterilizar en un armario con pulverizadores que suministren agua a 82 °C, en lugar de esterilizarlas en agua corriente dentro de una cuba, a la misma temperatura. El suministro de agua puede cerrarse según las necesidades.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua, del orden de 130 – 195 l/t de canal.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de grandes animales.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de agua y, consecuentemente, menor uso de energía.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.7.2 Regulación y minimización del uso de agua para los intestinos en movimiento

Descripción

Se puede suministrar agua a las pendientes, transportadores de intestinos y elevadores de intestinos sólo cuando es necesario. Se puede determinar la cantidad de agua necesaria y luego bloquear los ajustes.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor arrastre por el agua de material de alta DBO, especialmente contenidos de intestino.

Los intestinos se pueden usar para envolturas de salchicha o alimentos para mascotas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Menor consumo de agua y, por lo tanto, menor gasto por agua y depuración de aguas residuales.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.8 Refrigeración

4.2.2.8.1 Túnel de precongelación - para refrigeración de cerdos

Descripción

El sobreenfriamiento utiliza el hecho que un aumento de la velocidad del aire de la capa límite en la superficie de la canal provoca un aumento del coeficiente de transferencia térmica. Esto incrementa la extracción de calor de la canal y, combinado con una baja temperatura del aire, causa la caída de la temperatura superficial. El proceso de sobreenfriamiento se realiza en un túnel con un transportador, evaporadores y ventiladores. La velocidad del aire es alta, de unos 3 – 4 m/s.

Efectos cruzados

La baja temperatura de refrigeración aumenta el consumo de energía para el funcionamiento del compresor así como la capacidad necesaria.

Cuestiones operativas

La ventaja de utilizar el sobreenfriado es la baja contracción y las pequeñas dimensiones del túnel. Las bajas temperaturas del proceso provocan congelamiento superficial, que mata todas las bacterias no criorresistentes y mejora la seguridad alimentaria. El problema de los huesos negros, consistente en una decoloración de la columna vertebral debido a un enfriamiento incorrecto, puede estar causado por congelamiento superficial. Esto se puede eliminar con una corta zona templada al final del proceso de refrigeración, que hará que la temperatura superficial aumente a la temperatura de la cámara de ecualización.

Las temperaturas en el túnel de refrigeración súbita son de entre - 15 °C y - 20 °C. El tiempo de contacto en el túnel de refrigeración súbita es de 60 – 90 minutos. Tras abandonar el túnel, las canales se someten a un enfriamiento secundario en una cámara de ecualización del enfriamiento hasta que alcanzan una temperatura interna de + 7 °C.

En la Tabla 4.33 se comparan los datos operativos para sobreenfriamiento / refrigeración súbita y enfriamiento por nebulización.

	Sobreenfriamiento / refrigeración súbita	Enfriamiento por nebulización / pulverización
Pérdida de peso tras 24 horas	1,3 – 1,7%	0,4 – 1,0%
Temperatura en el interior del jamón tras 18 horas	5,4 °C	5,8 °C
Congelamiento superficial	En toda la superficie	Ninguno
Derrame de capilares	A menudo en los huesos y la grasa	Ninguno
Calidad bacteriológica	Reducción en 2 unidades log.	Aumento en 2 unidades log.
Temperatura del aire en el túnel de enfriamiento	- 25 a – 8 °C	+ 5 a – 5 °C
Consumo de energía	16,3 – 21,7 kWh/t de canal	6,5 – 13,0 kWh/t de canal
Consumo de agua	0 l/t de canal	Desconocido
Requisitos de mantenimiento y reparación	Altos	Muy bajos
Frecuencia de limpieza	2 – 4 veces por mes	Diaria
Aislamiento de las paredes	Grosor 160 mm	Grosor 80 mm
Requisitos de espacio (proporción)	1	2

Tabla 4.33: Datos de consumo para sobreenfriamiento y enfriamiento por nebulización [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 342, Pontoppidan O., 2003]

Para un matadero que sacrifica unos 300 cerdos/h, la capacidad de refrigeración instalada del túnel de sobreenfriamiento es de unos 1.000 kW. La temperatura del refrigerante de amoníaco es de - 35 °C.

Aplicabilidad

Se informa que esta técnica no se puede aplicar en Italia, cuando las canales se destinan a la producción de productos curados y se cortan por encima de los cortes estándar antes de la refrigeración.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 237, Italia, 2002]

4.2.2.8.2 Refrigeración por nebulización / pulverización de agua para la refrigeración de cerdos

Descripción

Toda la superficie de la canal abierta se rocía con agua al mismo tiempo que se barre con aire a una velocidad y temperatura moderadas. El efecto enfriador se consigue por la evaporación del agua pulverizada sobre la superficie de la canal. El calor de las canales evapora las pequeñas gotas, de un tamaño de 10 – 100 µm. Cuando éstas se evaporan, la superficie de la canal permanece muy húmeda, lo que evita que se reseque la carne. En cuanto las gotas se han evaporado, se repite la pulverización hasta que se consigue el enfriado deseado. En este tratamiento cíclico las mitades del cerdo se transportan a través de cámaras de pulverización de agua, que se instalan en el túnel de refrigeración. En un período de refrigeración de 3 horas las mitades del cerdo pueden haber sido transportadas por 30 – 35 cámaras. En cada una, la pulverización con agua esterilizada sólo dura de 1 a 3 segundos. Como la superficie de la canal presenta la mayor temperatura al inicio del proceso, las cámaras de pulverización están más cercanas unas de otras en la primera parte del túnel. Por tanto, el tiempo total de pulverización durante el periodo de refrigeración de 3 horas representa un tratamiento de 50 – 100 segundos.

Beneficios ambientales logrados

En la Tabla 4.33 se comparan los datos de consumo para la técnica de sobreenfriamiento y la de pulverización de agua (la información sobre el enfriamiento se encuentra en la sección 4.2.2.8.1).

Reducción en el consumo de energía para la refrigeración y ventilación, comparado con los métodos de refrigeración tradicionales, que requieren aire más frío y un mayor caudal de aire.

Efectos cruzados

Gran consumo de agua.

Cuestiones operativas

Se predijo que la pérdida de peso sería del 0,9%, comparado con el 1,1% de la refrigeración convencional, y que esta reducción en la pérdida de peso sería un beneficio ambiental, ya que la energía específica de refrigeración para cada canal es inferior que en la refrigeración convencional. La eficiencia energética, pues, sería mayor. Sin embargo, en un matadero que utiliza esta técnica, no se observó la reducción prevista en la pérdida de peso, aunque se ahorró energía. En un matadero de los Países Bajos cada canal necesitó 1,5 kWh en lugar de 3,3 kWh.

Con un volumen de procesado de 1 millón de cerdos/año, el ahorro anual de electricidad es de 1.800 MWh/año. Esto es equivalente a 510.000 m³ de gas natural, con un valor calorífico de 31,65 MJ/m³, asumiendo una eficiencia media de la central eléctrica del 40%.

Dos ventajas del enfriamiento por pulverización de agua en la poca contracción de la canal y la alta temperatura del proceso. Con temperaturas altas es posible evitar la congelación superficial.

Dos desventajas son que el proceso es muy lento y necesita túneles de grandes dimensiones. Si hay agua en la superficie de la canal cuando abandona el túnel puede causar un mayor crecimiento bacteriano. El consumo de agua es considerable y debe ser de calidad potable. En muchos países no se permite el uso de agua purificada con compuestos de cloro. La superficie húmeda acrecienta el problema de los huesos negros.

En la Tabla 4.33 se comparan los datos de consumo para la técnica de sobreenfriamiento y la de pulverización de agua, en la sección 4.2.2.8.1.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de grandes animales, aunque puede ser difícil retroequipar es sistema en un matadero existente, a causa del gran espacio necesario. Se informa que esta técnica no se puede aplicar en Italia, cuando las canales se destinan a la producción de productos curados y se cortan por fuera de los cortes estándar antes de la refrigeración.

Aspectos económicos

En el caso de estudio comunicado, la inversión global para el nuevo túnel sumó 1,8 millones de NLG (1996). Con una tarifa eléctrica de 0,142 NLG/kWh, el ahorro anual representa 256.000 NLG, lo que da un período de recuperación de unos 7 años (si se hubiera conseguido la reducción de las pérdidas de enfriamiento previstas, se hubieran ahorrado unas 452.000 NLG adicionales, lo que hubiera dejado el período de recuperación en 2,5 años).

Plantas de ejemplo

Según la información recibida la técnica se utiliza en varios mataderos franceses, al menos en uno en los Países Bajos y al menos uno en Alemania.

Referencias

[53, IEA OECD, 1996; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 237, Italia, 2002]

4.2.2.8.3 NO duchar las canales antes de refrigerarlas en el túnelDescripción

Debería estudiarse la necesidad de duchar las canales antes de entrar en el túnel de refrigeración, ya que no todos los mataderos lo realizan. En general, tras el escaldado, las canales de cerdos no necesitan más limpieza, aunque se enfrían con agua tras el chamuscado.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Si es necesario lavar las canales antes de la refrigeración, se puede hacer con pulverizadores, enjuagando sólo las áreas necesarias: el abdomen en la primera incisión, partes de las extremidades delanteras y el pescuezo. El suministro de agua se puede controlar para asegurar que sólo corre agua cuando las canales se hallan en la posición correcta respecto a los pulverizadores, o puede controlarse con pulverizadores manuales.

El lavado de las canales no debería realizarse antes de la inspección veterinaria rutinaria, porque podría eliminarse contaminación visible, y dificultar o imposibilitar la detección de contaminación microbiológica.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos. Se informa que esta técnica no se puede aplicar en Italia, cuando las canales se destinan a la producción de productos curados y se cortan por encima de los cortes estándar antes de la refrigeración.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 237, Italia, 2002]

4.2.2.9 Actividades posteriores asociadas. Tratamientos de vísceras y pieles y cueros

Véanse también las técnicas para separación de grasas del agua tras la evisceración en la sección 4.2.2.7.

4.2.2.9.1 Eliminación de cuchillas de trituración de una lavadora de subproductos

Descripción

Se pueden retirar las cuchillas de una lavadora de subproductos animales, de manera que el estiércol se recoja con los intestinos, etc. y se pueda enviar, p. ej., al aprovechamiento.

Beneficios ambientales logrados

Permite una mayor recogida y reciclaje de sustancias. También permite una reducción sustancial de la DBO, sólidos en suspensión y otros contaminantes que van a parar a la EDAR. También se consigue un menor gasto energético para el funcionamiento de las cuchillas y la EDAR.

Efectos cruzados

Dependen del uso o vía de eliminación de los subproductos. La contaminación adicional está asociada con el transporte de sólidos a la instalación de subproductos animales.

Cuestiones operativas

En un matadero de cerdos el desagüe de la lavadora de subproductos era el mayor contribuyente a la carga contaminante procedente del suelo de matanza. En la lavadora de subproductos se acumulan intestinos y grandes cantidades de otros materiales sólidos procedentes de diversas partes del suelo de matanza. Las cuchillas cortaban los intestinos para permitir que el agua limpie el contenido intestinal. El objetivo era enviar las grasas y restos de carne para el aprovechamiento no comestible y el agua residual a la EDAR. La separación de sólidos y líquidos era ineficiente, de forma que iban a parar a la EDAR grandes cantidades de sólidos, causando cargas muy altas de BDO, grasa y otros contaminantes.

Tras eliminar las cuchillas de trituración de la lavadora, la unidad funcionaba sólo como dispositivo de deshidratación. Los intestinos gruesos y delgados y su contenido permanecían intactos y se enviaban al aprovechamiento no comestible. Esto aumentó la cantidad de restos de carne y material para el aprovechamiento en una media de 3.856 kg/d.

La Tabla 4.34 y Tabla 4.35 muestran la contaminación y el ahorro económico como resultado de eliminar las cuchillas de la lavadora.

	Carga contaminante (partes por mil por semana y en peso)		Reducción neta (partes por mil por semana y en peso)	Total de la planta (kg/día)
	Antes del cambio	Tras el cambio		
Caudal	No cambia	No cambia	-	-
DBO	2,70	0,6498	2,050	1.337
SS	2,35	0,324	2,020	1.318
Grasas	2,83	0,255	2,625	1.712
NKT	0,23	0,134	0,096	63
DQO	6,80	1,581	5,219	3.404

Tabla 4.34: Reducción en la contaminación del agua residual debida a la eliminación de las cuchillas de la lavadora

	Reducción de contaminación	Ahorro (USD – 2000)
Ahorro de caudal	Ninguno	Ninguno
Ahorro en DBO	334.110 kg/año	23.518
Ahorro en SS	329.540 kg/año	19.179
Ahorro anual total		42.697
Coste de la modificación		275
Basado en 250 d/año; 1,48 USD/m ³ ; 0,07 USD/kg DBO; 0,06 USD/kg SS – año 2000		

Tabla 4.35: Ahorro económico anual asociado a la eliminación de las cuchillas de la lavadora

Aplicabilidad

Aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

En los EE. UU. el valor para el matadero por el material adicional enviado al aprovechamiento fue de 488,75 USD/d. Esto permitió un ingreso adicional, porque a pesar de ser de menor calidad, la cantidad adicional tenía más valor. En la UE, si el material se enviase al aprovechamiento, habría un coste para el matadero. Sin embargo, habría un ahorro en las tarifas de la EDAR, gracias a la menor carga. No se dispone de cifras para comparar costes y ahorro.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorro económico.

Plantas de ejemplo

Un matadero de cerdos en los EE. UU.

Referencias

[268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.2.2.9.2 Vaciado en seco de los estómagos

Descripción

Los estómagos se pueden abrir en una máquina. El contenido cae en la base de la máquina, desde donde se bombea para su uso posterior en producción de biogás o compostaje. Existen máquinas que pueden vaciar los estómagos sin utilizar agua, excepto la utilizada para lavar los cuchillos que cortan los estómagos.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por consiguiente, menor volumen de carga de DBO en el agua residual.

La tripa de buey se puede utilizar como alimento para humanos o para alimentos de mascotas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

La modificación de las máquinas antiguas para pasar de aclarado doble a aclarado simple reduce a la mitad el consumo de agua.

Aplicabilidad

En un matadero danés la inversión de capital para una nueva máquina de vaciado de estómagos de cerdos se puede recuperar en unos 5 años. Por tanto la aplicabilidad puede estar limitada a departamentos de limpieza de tripas nuevos o reformados. A pesar de todo, las máquinas antiguas de vaciado, con aclarado doble se pueden modificar para convertirse a aclarado simple a bajo coste.

Aspectos económicos

El coste, incluyendo una nueva máquina de vaciado de estómagos es de unos 28.000 EUR. El coste de modificación de una máquina antigua es de unos 16.000 EUR.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de agua y los costes de tratamiento.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 317, Grupo de Trabajo alemán, 2002]

4.2.2.9.3 Recogida “en seco” del contenido del intestino delgado

Descripción

El contenido del intestino delgado de los cerdos, que se utiliza para la tripa de embutidos, puede recogerse en seco. El primer paso en la limpieza implica vaciar los intestinos estirándolos sobre un par de rodillos. Entonces se puede recoger el contenido en una bandeja y bombearse a un contenedor de estiércol, contenido de estómagos, etc. El extremo debe mantenerse húmedo para evitar dañar los intestinos, pero se puede utilizar una cantidad mínima de agua para limitar la dilución del contenido intestinal. La humectación se puede realizar con pulverizadores y el suministro de agua puede detenerse cuando no hay intestinos presentes. El contenido del intestino delgado es una masa viscosa que fluye con facilidad. Por ello es importante asegurar que no hay desagüe desde el contenedor de recogida.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por consiguiente, menor volumen de carga de DBO en el agua residual.

Los intestinos se pueden utilizar para tripa de embutidos o alimentos de mascotas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

La importancia de la recogida en seco del contenido estomacal e intestinal se ilustra con la gran contribución del contenido estomacal e intestinal húmedo a la contaminación total de las aguas residuales, tal como se explica en la sección 3.1.2.12.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de cerdos.

Aspectos económicos

En un matadero que sacrifica 400 – 600 cerdos por hora, el coste sería de aproximadamente 10.000 – 15.000 EUR para la recolección del contenido estomacal y de 20.000 EUR para el contenido intestinal. Si sólo se instala uno de los equipos el coste sería mayor.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de la contaminación y los costes asociados.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.9.4 Vaciado “en seco” de intestinos de cerdo, no utilizados para tripas de embutidos

Descripción

Los intestinos insalubres y su contenido se pueden separar antes del aprovechamiento. Los intestinos se cortan para poder separarlos de su contenido durante la centrifugación. En principio, la centrifugación se puede realizar sin agua, excepto la necesaria para limpiar la centrifuga. Sin embargo, a menudo se añade agua para licuar el contenido y que pueda bombearse, con una bomba simple, hasta el silo de estiércol. Con una adecuada selección del tipo de bomba y el transportador de tornillo se puede eliminar la necesidad de añadir agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por consiguiente, menor volumen de carga de DBO en el agua residual. El agua usada está caliente, de forma que también se ahorra energía.

El bajo contenido en agua de los intestinos insalubres también reduce los costes energéticos asociados con la expulsión de agua en la planta de aprovechamiento.

El estiércol se puede utilizar como fertilizante, tras la producción de biogás.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos en que se vacíen intestinos.

Aspectos económicos

El período de recuperación de la inversión de capital necesaria para un matadero danés se calcula en un año aproximadamente.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo y los costes del agua. La separación de los subproductos en material intestinal y contenido intestinal permite destinarlos a usos diferentes, según el mercado actual.

Plantas de ejemplo

Se aplica en al menos un matadero danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.9.5 Uso de pulverizadores en lugar de duchas para limpiar con agua el intestino grueso (cerdos)

Descripción

Cuando se limpian con agua los intestinos gruesos, se utilizan pulverizadores o duchas para mojar la superficie y así asegurar que los intestinos se deslizan con facilidad y no se dañan. Las alcachofas de las duchas se pueden sustituir por pulverizadores y se puede controlar el suministro de agua de forma que sólo corra cuando hay intestinos presentes, realizable mediante una célula fotoeléctrica.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, de 3,8 litros por intestino de cerdo, con una ducha continua, a 1,0 litros por intestino de cerdo con un pulverizador abierto sólo cuando se activa el suministro.

Aspectos económicos

El tiempo de recuperación para la sustitución de las alcachofas de ducha por pulverizadores se ha calculado en unos 6 meses.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.9.6 Control del consumo de agua para el lavado de intestinos delgados y gruesos

Descripción

El suministro de agua para las líneas de lavado de intestinos gruesos y delgados se puede regular de forma estricta y los pulverizadores se pueden equipar con válvulas y controles de paro automático.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor contaminación del agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En un matadero de cerdos se redujo el consumo de agua de 70 litros a 40 litros por grupo de tripas. En la línea de intestinos delgados de un matadero de cerdos danés, se ha informado de un ahorro de agua de 844 l/t de canal.

Plantas de ejemplo

Un matadero de Dinamarca

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.2.9.7 Uso de una rejilla de grasas mecanizada para eliminar la grasa del agua

Descripción

Los restos tibios de la limpieza de intestinos delgados y el agua de las centrífugas, contiene una gran cantidad de proteínas y grasas y se puede pre-limpiar en una unidad de eliminación de grasa automática, antes del vertido. Si se permite que la temperatura baje y luego se añaden flocculantes, se maximiza la separación de proteínas y grasas. Además, si se pasa la grasa a través de un cedazo limpiado con agua fría a presión, también se evita que la grasa se disuelva y se facilita su recogida.

Una rejilla de grasas mecanizada suele estar construida como un tanque de acero inoxidable rectangular o circular. El agua queda retenida en el tanque hasta que la grasa queda separada en la superficie, en donde un sistema de raspado mecánico la transfiere a un contenedor de almacenaje.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de la BDO y del N en las aguas residuales. La grasa se puede utilizar en el aprovechamiento.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se han comunicado cifras de un 80% de retención de grasas y una recogida de unos 360 g de grasas por cerdo (4.675 g/t de canal).

Aplicabilidad

Es aplicable en la mayoría de mataderos, ya que la rejilla de grasas no necesita mucho espacio.

Aspectos económicos

Una rejilla de grasas cuesta unos 35.000 – 40.000 EUR.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de la contaminación y del coste del tratamiento y/o vertido de las aguas residuales.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento alemanas.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001; 244, Alemania, 2002]

4.2.2.9.8 Recogida de la mucosa del intestino delgado (cerdos)

Descripción

La mucosa es la membrana que recubre el intestino delgado y se elimina durante la limpieza. Tiene una gran DBO y se puede recoger sin que se mezcle con el agua residual. La mucosa puede prensarse y luego recogerse bobeándola a un tanque. El material es pulposo, de forma que es básico que la bomba sea fiable, para evitar obturaciones.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de la materia orgánica (DBO) en el agua residual.

La mucosa puede utilizarse en la industria farmacéutica, para fabricación de heparina, o se puede aprovechar o utilizar en instalaciones de biogás.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Se pueden recoger unos 1,8 kg de mucosa por cerdo (23 kg/t de canal).

Aspectos económicos

El coste de una bomba y un sistema de control para bombear el material al tanque de estiércol es de 12.000 – 16.000 EUR aproximadamente.

Si el material se va a utilizar para la fabricación de heparina, será necesario instalar un tanque y un equipo de conservación. El coste total sería de unos 40.000 EUR.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de la contaminación orgánica del agua residual y de los costes de su tratamiento y vertido.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.9.9 Minimización del uso de agua durante el aclarado de lenguas y corazones

Descripción

A veces se lleva a cabo un aclarado de lenguas, mollejas y pescuezos para eliminar salpicaduras de sangre. Las lenguas se pueden aclarar sin usar agua corriente. Se puede instalar un temporizador en el suministro de agua para asegurar que sólo se utiliza agua durante el tiempo necesario, o a intervalos. Las lenguas también se pueden colgar en un gancho múltiple o colocar en un carro con perforaciones y a continuación se pueden aclarar ligeramente antes de almacenarlas en una cámara de refrigeración. El aclarado de los corazones se puede realizar con una ducha de mano tras colgarlos en una gradilla. Puede limitarse sólo a aclarar posibles salpicaduras de sangre.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y contaminación. Los tambores para la limpieza de lenguas y otros subproductos consumen mucha agua. Se han medido hasta 50 litros por cabeza (192 l/t canal de bovino).

Las lenguas y corazones se pueden utilizar para el consumo humano o para alimentos de mascotas.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de ganado bovino.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de agua y del volumen de agua residual.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

4.2.2.9.10 Recortado de pieles y cueros no destinados al curtido inmediatamente después de su separación del animal

Descripción

El recortado consiste en el corte de todo el material no deseado en los extremos de pieles y cueros, como piernas, colas, morros, ubres y testículos, para dar a la materia prima una mejor forma.

Esta operación se realiza manualmente, con cuchillos apropiados, y en condiciones ideales se debería hacer lo más pronto posible en el proceso de producción de pieles y cueros, para evitar el procesado innecesario de material no destinado al curtido. La operación se acostumbra a hacer en el matadero, aunque a veces se lleva a cabo en las curtidurías. Se pueden utilizar cuchillos especiales, según los estándares adecuados para cada tipo de piel o cuero.

Beneficios ambientales logrados

El recortado de las pieles inmediatamente después de su separación optimiza los usos alternativos de los recortes, por ejemplo en alimentos para mascotas, gelatina o elaboración de cosméticos y, consecuentemente, reduce la producción de residuos, tanto en el matadero como en la curtiduría. También elimina contaminantes que podrían provocar la putrefacción de las pieles y cueros.

Además, también se minimiza el consumo de sustancias utilizadas en los procesos de conservación, tanto en el matadero como en la curtiduría. Por ejemplo, si en el matadero se utiliza sal para conservar la piel, la cantidad será menor. Ello también reduce la contaminación con sal del agua residual.

Se informa que el recortado según los estándares ISO puede reducir en un 7 – 10% la cantidad de residuos producidos en la industria del cuero.

Hay una reducción en la cantidad de agua y productos químicos utilizados en las operaciones de curtido.

Los problemas de olores se reducen gracias a la eliminación de recortes putrescibles.

Efectos cruzados

En el matadero se pueden producir residuos adicionales respecto a la curtiduría. Sin embargo, esto tiene la ventaja que no se contaminan con las sustancias utilizadas para la conservación o el curtido y, por consiguiente, tienen un menor impacto ambiental.

Cuestiones operativas

Se informa que se pueden recuperar aproximadamente 120 kg/t de recortes de las pieles de bovinos en el matadero, y que esto puede servir como materia prima valiosa para otras industrias y para producción de biogás. Los recortes se pueden recoger por lotes, según sea necesario y según su uso previsto. Existen estándares publicados para el recortado de pieles y cueros. Cada lote se puede supervisar y almacenar los registros; si los proveedores y clientes discuten periódicamente los registros, pueden planificar mejoras continuas en la técnica.

Se informa que si se entregan a la curtiduría pieles y cueros totalmente recortados, se puede reducir el consumo de agua de la curtiduría en un 5%. Los productos químicos del proceso totales representan unos 500 kg/t de pieles o cueros. La reducción en el consumo de sustancias utilizadas en el curtido es directamente proporcional al peso del material recortado. También se reduce, consecuentemente, la contaminación del agua residual. La técnica no necesita ningún equipo especial.

Es importante que durante la separación y recortado de las pieles o cueros, no se causen daños que provoquen residuos, agravados por el proceso mecánico durante el curtido.

Si los animales no se lavan o se esquilan antes de la matanza, el proceso de recortado puede exponer al operario a riesgo de infecciones, p. ej. de *Escherichia coli* 0157.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de grandes animales donde se realice la separación de pieles o cueros.

Aspectos económicos

Se informa que no se necesita ninguna inversión de capital y que un matadero de tamaño medio puede realizar la técnica sin personal adicional. Puede necesitarse cierta inversión en la formación.

Los recortes pueden generar unos ingresos de 0,01 EUR/kg, si se venden para un tratamiento posterior.

Motivación para la puesta en práctica

Las fuerzas impulsoras comerciales son unos mayores beneficios en la venta de pieles y cueros con mejor forma y mejor calidad del subproducto. También aumenta la satisfacción del cliente.

Las fuerzas impulsoras ambientales son una mejor gestión de los residuos. Hay una reducción de los residuos de materias primas y del consumo de productos químicos y agua durante el proceso.

Referencias

[332, COTANCE, 2003]

4.2.2.9.11 Almacenaje de pieles y cueros a 10 – 15 °C

Descripción

Las pieles y cueros se pueden almacenar en condiciones higiénicas a 10 – 15 °C, a corto plazo, si se procesan en 8 – 12 horas.

Beneficios ambientales logrados

Con esta técnica, se evita el uso de sal y la contaminación posterior del agua residual en el matadero y la curtiduría, así como el problema de eliminación de residuos de sal. También se ahorra la energía que se invertiría en la refrigeración o formación de hielo. Aunque no se considera dentro de la IPPC, también se puede evitar el impacto ambiental del transporte refrigerado a larga distancia, posiblemente con peso adicional del hielo.

Efectos cruzados

Se ha informado de que se necesitan más biocidas al procesar pieles y cueros frescos. Esto es así porque el proceso de enfriamiento dura varias horas y en este tiempo se puede desarrollar crecimiento bacteriano.

Cuestiones operativas

Las pieles y cueros se pueden enfriar extendiéndolos sobre un suelo de mármol limpio, con el lado de la carne en contacto con el suelo frío, o bien pasándolos a través de un tanque de agua fría.

Las oportunidades para el uso de pieles y cueros sin tratar almacenadas a 10 – 15 °C están limitadas por las posibilidades de procesarlas en 8 – 12 horas, que depende de la proximidad de las curtidurías y de su demanda de pieles y cueros.

Se ha informado de que la calidad y rendimiento de pieles y cueros frescos es mejor que la de los salados.

Aplicabilidad

Es aplicable allí donde se puedan procesar pieles y cueros antes de 8 – 12 horas.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de costes asociados con la compra de sal, la adición cuidadosa de sal, la elaboración de hielo, la refrigeración y el transporte.

Referencias

[273, CE, 2001]

4.2.2.9.12 Salazón en tambor de pieles y cuerosDescripción

Las pieles y cueros se pueden llevar directamente de la línea de matanza a un tambor, parecido a un mezclador de cemento, en donde se añade sal limpia, libre de sangre y óxido.

Beneficios ambientales logrados

No se necesita refrigeración por agua. La cantidad de sal se reduce en un 30 – 50%, respecto a la tabla de salazón. Se utiliza toda la sal, a diferencia de la adición de sal en la tabla de salazón, en donde se producen pérdidas considerables, buena parte de las cuales acaban en el agua residual. La calidad de las pieles y cueros es, por lo menos, tan buena como antes. Se evita la necesidad de gastar energía para enfriar la cámara de pieles.

Efectos cruzados

La sal puede reducir la eficiencia de la EDAR y, excepto si existe un curso de agua salada natural para recibir el agua residual tratada, la concentración de sal puede tener efectos adversos en el crecimiento de las plantas.

Cuestiones operativas

La salazón de cueros y pieles por este método se puede realizar sin refrigeración por agua, lo que permite ahorrar 5 litros por cabeza (278 l/t de canal). No hay sal residual, con lo que se ahorran unos 0,7 kg por cabeza (0,039 t/t de canal). Al salar pieles de grandes animales, se utiliza una cantidad de sal equivalente al 35% de su peso, aproximadamente. Por ejemplo, para una piel con un peso de 28,5 kg se utilizan 10 kg de sal. Para las pieles de oveja esta proporción depende de si los animales se esquilan antes de la matanza; si no se esquilan se necesita una cantidad de sal equivalente al 150% del peso de la piel (excluyendo la lana).

Aplicabilidad

La salazón en tambor se ha puesto en práctica en la mayoría de mataderos noruegos de ganado ovino. Para tiempos de almacenaje superiores a 8 días (por ejemplo, si las pieles y cueros deben transportarse al extranjero) la salazón sigue siendo la opción preferida, debido al peso del hielo y la energía necesaria para su producción y refrigeración.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en la salinidad del agua residual y problemas asociados con la eficiencia de la EDAR.

Plantas de ejemplo

La mayoría de mataderos noruegos de ganado ovino.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 216, Metcalf y Eddy, 1991; 273, CE, 2001]

4.2.2.9.13 Salazón en tambor de pieles de ovejas/corderos, con adición de ácido bóricoDescripción

Las pieles y cueros de ovejas y corderos se pueden llevar directamente de la línea de matanza a un tambor, parecido a un mezclador de cemento, en donde se añade sal limpia, libre de sangre y óxido. La adición de ácido bórico evita el crecimiento de bacterias halófilas, conocidas como “mancha roja”.

Beneficios ambientales logrados

No se necesita refrigeración por agua. La cantidad de sal se reduce en un 30 – 50%, respecto a la tabla de salazón. Se utiliza toda la sal, a diferencia de la adición de sal en la tabla de salazón, en donde se producen pérdidas considerables, buena parte de las cuales acaban en el agua

residual. La calidad de las pieles y cueros es, por lo menos, tan buena como antes. Se evita la necesidad de gastar energía para enfriar la cámara de pieles.

Efectos cruzados

La sal puede reducir la eficiencia de la EDAR y, excepto si existe un curso de agua salada natural para recibir el agua residual tratada, la concentración de sal puede tener efectos adversos en el crecimiento de las plantas. Se puede añadir a la sal una pequeña cantidad de ácido bórico (1 – 2%) aunque se cree que si la conservación se lleva a cabo correctamente no es necesario el uso de biocidas. Los biocidas se mencionan específicamente en el anexo III de la Directiva.

Cuestiones operativas

La salazón de cueros y pieles por este método se puede realizar sin refrigeración por agua, lo que permite ahorrar 5 litros por cabeza (278 l/t de canal). No hay sal residual, con lo que se ahorran unos 0,7 kg por cabeza (0,039 t/t de canal).

Aplicabilidad

La salazón en tambor se ha puesto en práctica en la mayoría de mataderos noruegos de ganado ovino. Para tiempos de almacenaje superiores a 8 días (por ejemplo, si las pieles y cueros deben transportarse al extranjero) la salazón sigue siendo la opción preferida, debido al peso del hielo y la energía necesaria para su producción y refrigeración.

Se ha informado de que algunas curtidurías del Reino Unido no han podido utilizar ácido bórico a causa de los límites de vertido permitidos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en la salinidad del agua residual y problemas asociados con la eficiencia de la EDAR.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 216, Metcalf y Eddy, 1991; 273, CE, 2001; 332, COTANCE, 2003]

4.2.2.9.14 Recogida en seco de residuos de sal de pieles, cueros y pelajes

Descripción

Los residuos de sal de la conservación de pieles, cueros y pelajes se pueden reutilizar o, si están excesivamente contaminados, se pueden recoger y eliminar en seco. La sal excesivamente contaminada se elimina mediante incineración.

Beneficios ambientales logrados

Se reduce la cantidad de sal utilizada, lo que disminuye la contaminación del agua residual.

Cuestiones operativas

No se ha informado de técnicas para la retirada o recuperación de la sal en las aguas residuales de los mataderos. Una alta salinidad puede alterar las EDAR biológicas e incluso tras su dilución, puede provocar corrosión. Por ello, la prevención de la contaminación del agua residual no se considera simplemente la opción preferida, sino la única para controlar la concentración de sal en el agua residual. Se ha informado de que técnicas como el intercambio iónico y la ósmosis inversa no son adecuadas para la eliminación de sal de las aguas residuales de un matadero, ya que ambas producirían salmuera concentrada. En climas cálidos la salmuera puede secarse.

Si la sal disuelta se vierte a cursos de agua puede tener un impacto ambiental significativo, especialmente en ríos de bajo caudal y durante períodos de niveles bajos de agua. La alta conductividad afecta a la flora y la fauna.

La recogida en seco se puede conseguir mediante recipientes, como bandejas y canales, colocados bajo los tambores y tablas de salazón, para recoger la cantidad derramada asociada con una carga poco cuidadosa o con el esparcimiento de la sal. La parte que cae al suelo debe barrerse, debido a las propiedades corrosivas de la sal y a los problemas que podría causar en los sistemas de vacío.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos en que se salen cueros y pieles.

Aspectos económicos

No es caro y, en cualquier caso, más barato que la reparación de una EDAR averiada. Los costes están asociados con el trabajo de manipular la sal y el pago de su eliminación, si no puede reutilizarse.

Motivación para la puesta en práctica

Tratamiento de las aguas residuales sin problemas.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 273, CE, 2001; 282, Palomino S., 2002; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003]

4.2.2.9.15 Conservación de pieles y cueros por refrigeración

Descripción

Las pieles de ganado vacuno se lavan y se refrigeran a unos 2 °C.

Beneficios ambientales logrados

Se evita el uso de sal, por lo que se ahorran los posibles problemas debidos a la sal en mataderos y curtidurías. Un problema de la sal es que puede reducir la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales y, excepto si existe un curso de agua salada natural para recibir el agua residual tratada, la concentración de sal puede tener efectos adversos en el crecimiento de las plantas.

Efectos cruzados

Consumo de energía para la refrigeración. El lavado de pieles y cueros implica el consumo y contaminación de agua.

Cuestiones operativas

El lavado puede acarrear la contaminación y el deterioro de las pieles y cueros.

Aplicabilidad

Si el tiempo entre la retirada de la piel y el procesado en la curtiduría no es superior a 5 – 8 días, tras el sangrado, es posible refrigerar las pieles y cueros a una temperatura de 2 °C. La cadena del frío no debe interrumpirse durante el transporte y almacenaje. Si las pieles y cueros pueden entregarse a una curtiduría y procesarse dentro de las primeras 8 – 12 horas tras la matanza, no acostumbran a requerir ningún tratamiento. Si se van a procesar en los 5 – 8 días siguientes se pueden conservar de forma satisfactoria con refrigeración. Para períodos más largos (si deben transportarse al extranjero, por ejemplo) la salazón sigue siendo la opción preferida, debido al peso del hielo y la energía necesaria para su producción y refrigeración.

Aspectos económicos

La inversión de capital necesaria para las unidades de refrigeración y cámaras frías supera la de una de las alternativas: la maquinaria de elaboración de hielo.

Sin embargo, se informa que la inversión en equipos de enfriamiento no resulta prohibitiva y que, por ejemplo, muchos mercados de pieles y curtidurías han invertido en sistemas de enfriamiento con buenos resultados por lo que respecta a calidad y coste total.

Plantas de ejemplo

La refrigeración de pieles de oveja y cueros de bovinos se lleva a cabo en algunos mataderos del Reino Unido. Casi todos los mataderos de Alemania que manufacturan cuero a partir de pieles de vaca practican la conservación por refrigeración; ello porque las curtidurías están a un máximo de 300 km de los mataderos, por lo que los costes del transporte refrigerado no son excesivos.

Referencias

[244, Alemania, 2002; 273, CE, 2001]

4.2.2.9.16 Conservación de pieles y cueros mediante enfriamiento con hielo en escamas o picado

Descripción

Las pieles de bovinos se lavan y luego se conservan en hielo en escamas a unos 2 °C.

Beneficios ambientales logrados

Se evita el uso de sal, por lo que se ahorran los posibles problemas debidos a la sal en mataderos y curtidurías. La sal puede reducir la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales y, excepto si existe un curso de agua salada natural para recibir el agua residual tratada, la concentración de sal puede tener efectos adversos en el crecimiento de las plantas.

Efectos cruzados

Consumo de agua y energía para la elaboración de hielo. El lavado de pieles y cueros implica el consumo y contaminación de agua.

Cuestiones operativas

El lavado puede acarrear la contaminación y el deterioro de las pieles y cueros.

Aplicabilidad

Si el tiempo entre la retirada de la piel y el procesado en la curtiduría no es superior a 5 – 8 días, tras el sangrado, es posible enfriar las pieles y cueros a una temperatura de 2 °C mediante hielo en escamas o picado. La cadena del frío no debe interrumpirse durante el transporte y almacenaje. Si las pieles y cueros pueden entregarse a una curtiduría y procesarse dentro de las primeras 8 – 12 horas tras la matanza, no acostumbran a requerir ningún tratamiento. Si se van a procesar en los 5 – 8 días siguientes se deben refrigerar. Para períodos más largos (si deben transportarse al extranjero, por ejemplo) la salazón sigue siendo la opción preferida, debido al peso del hielo y la energía necesaria para su producción y refrigeración.

Aspectos económicos

La inversión de capital para la maquinaria de elaboración de hielo es menor que la necesaria para unidades de refrigeración y cámaras frías.

Referencias

[273, CE, 2001]

4.2.3 Sacrificio de aves de corral

Véanse también las secciones 4.1 y 4.2.1.

4.2.3.1 Recepción de las aves

4.2.3.1.1 Reutilización del agua de lavado de las jaulas

Descripción

El sistema está diseñado para conseguir el uso más económico posible del agua, añadiendo agua limpia del lavado final a las primeras etapas. Cualquier resto de gran tamaño se filtra y se añade agua para mantener los niveles del sistema.

Beneficios ambientales logrados

Menor uso de detergentes.

Efectos cruzados

Aumento significativo del consumo de agua.

Cuestiones operativas

Las jaulas se retiran de su contenedor de transporte y pasan a la zona de descarga de aves. Tras vaciarlas se limpian. El contenedor de transporte se lleva a un sistema de lavado separado, después de lo cual vuelve a unirse a las jaulas limpias para su recolocación en el camión.

El lavado de las jaulas se realiza mediante agua potable a temperatura ambiente. La jaula pasa por una sección de lavado por pulverización. El agua pasa por un filtro de alambre trapezoidal y se devuelve a un recipiente de recogida, para su recirculación. Un sistema de rellenado de agua controlado por válvula de flotación mantiene un suministro de agua constante al sistema. Tras abandonar la lavadora la jaula se sumerge en un tanque y se desplaza unos 6 m, después de lo cual se extrae y se pasa por un lavado de pulverización final. El agua de desborde de la lavadora va a parar a la sección de inmersión y también al primer lavado.

La última etapa es un aclarado final con agua limpia más un detergente/desinfectante a base de compuestos de aminos cuaternarios. Este se añade mediante un sistema de dosificación automática, a una concentración de 15 mg de producto por litro de agua utilizado.

El contenedor de transporte pasa a una cabina de pulverización y el agua se hace recircular a través de un filtro de alambre trapezoidal para eliminar los restos más grandes. Se añade agua limpia para mantener el nivel de agua, que se controla con una válvula de flotación. El detergente/desinfectante se añade a un ritmo de 0,5 l/h.

Las jaulas limpias se juntan en los contenedores de transporte. Antes de abandonar el sistema para ser cargadas de nuevo en el vehículo, se aclaran otra vez con agua limpia con una concentración de 15 mg de detergente/desinfectante por litro de agua usada.

En un matadero de ejemplo, el sistema se instaló en un edificio nuevo. El consumo de agua aumentó en promedio unos 400 – 450 m³ por semana de 5 días. Esto provocó un aumento equivalente del agua procesada en la EDAR en un período de 7 días y el matadero tuvo que obtener una autorización para el aumento de volumen de la correspondiente autoridad competente ambiental.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos avícolas.

Motivación para la puesta en práctica

En una empresa de ejemplo, toda el agua consumida en un emplazamiento determinado se compra a una compañía suministradora local y se trata en una EDAR en el emplazamiento,

antes de verterse a un río. El volumen de vertido está determinado por la autoridad competente. Cuando se instaló el sistema de manipulación de aves vivas fue necesario limitar el aumento de agua para permitir que la instalación trabajara dentro de los límites autorizados.

El sistema también se introdujo por cuestiones de bienestar animal: evitar el posible transporte de contaminación o enfermedades de las granjas a las factorías.

La desinfección de jaulas y contenedores de transporte reduce la propagación de las aves a los humanos de organismos que provocan intoxicaciones alimentarias.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero avícola en el Reino Unido.

Referencias

[291, Rodgers K., 2002]

4.2.3.1.2 Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – filtros de tela

Descripción

Durante la descarga y colgado de las aves hasta la matanza y el sangrado, se generan niveles elevados de polvo en suspensión, a causa de las plumas. Es provocado por el movimiento de las aves, especialmente cuando aletean. La concentración de polvo puede reducirse mediante extracción de aire. El polvo puede recogerse en un filtro de tela; el aire puede recogerse mediante extractores locales o mediante ventilación general, aunque lo primero es más efectivo. El flujo de aire pasa a una gran cámara y a través de un filtro de tela, donde quedan atrapadas las partículas de polvo. A medida que quedan atrapadas más partículas, éstas, a su vez, atrapan otras partículas del flujo de aire. La separación se lava a cabo mediante tamices, colisión directa o atracción. El tejido del filtro puede disponerse en diferentes configuraciones, como mangas o pantallas. Para retirar el polvo separado del tejido se utiliza aire comprimido o vibración mecánica. El polvo cae al suelo de la cámara y se retira.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de polvo a la atmósfera.

Efectos cruzados

El polvo capturado debe eliminarse como residuo.

Cuestiones operativas

Se pueden lograr niveles de emisión de 5 mg/Nm^3 a partir de niveles iniciales del orden de g/Nm^3 . Las bolsas de polvo deben eliminarse y sustituirse cada 5 años, aproximadamente.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas.

Aspectos económicos

Un filtro de tela requiere una inversión de $1.000 - 4.500 \text{ EUR}/1.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$, según el diseño del edificio. Los costes de funcionamiento son aproximadamente de $2.800 \text{ EUR}/1.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ anuales.

Motivación para la puesta en práctica

Básicamente salud laboral en el puesto de colgado, pero también reducción de las emisiones de polvo a la atmósfera, especialmente en zonas residenciales.

Referencias

[333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.2.3.1.3 Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – lavador húmedo

Descripción

Durante la descarga y colgado de las aves hasta la matanza y el sangrado, se generan niveles elevados de polvo en suspensión, a causa de las plumas. Es provocado por el movimiento de las aves, especialmente cuando aletean. La concentración de polvo puede reducirse mediante extracción de aire. El aire puede recogerse mediante extractores locales o mediante ventilación general, aunque lo primero es más efectivo. El polvo puede recogerse en un lavador húmedo. El flujo de aire extraído puede pasarse a través de una pulverización de agua para asegurar el contacto íntimo con el agua del lavador, lo que provoca que las partículas de polvo queden atrapadas en las gotas. Para aumentar la eficiencia se pueden pasar los gases por un tubo de Venturi en que se atomiza el agua, ya sea a favor de la corriente o a contracorriente. La mayor eficiencia se consigue gracias a la gran velocidad en el tubo de Venturi y al contacto intenso entre el flujo de gas y el agua nebulizada. Alternativamente, se puede crear la niebla mediante aspas estáticas internas.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de polvo y olores a la atmósfera.

Efectos cruzados

Un lavador requiere agua y energía. El fango generado por el polvo en el agua debe concentrarse y eliminarse como residuo.

Cuestiones operativas

Se informa que las emisiones de polvo se pueden reducir en un 99% y que la eficiencia media es del 50 – 90%.

Los lavadores se pueden utilizar con caudales de hasta 100.000 Nm³/h.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas.

Aspectos económicos

Un lavador necesita una inversión de unos 5.000 EUR/1.000 Nm³/h con una capacidad de 10.000 Nm³. Los costes de funcionamiento son de 2.600 EUR/1.000Nm³/h anuales aproximadamente.

Motivación para la puesta en práctica

Básicamente salud laboral en el puesto de colgado, pero también reducción de las emisiones de polvo a la atmósfera, especialmente en zonas residenciales.

Referencias

[333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.2.3.1.4 Reducción del polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves – malla metálica lavable

Descripción

Durante la descarga y colgado de las aves hasta la matanza y el sangrado, se generan niveles elevados de polvo en suspensión, a causa de las plumas. Es provocado por el movimiento de las aves, especialmente cuando aletean. La concentración de polvo puede reducirse mediante extracción de aire. El aire puede recogerse mediante extractores locales o mediante ventilación general, aunque lo primero es más efectivo. El polvo puede recogerse mediante una malla metálica lavable insertada en los conductos de extracción.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de polvo y olores a la atmósfera.

Efectos cruzados

El uso de un extractor requiere energía. Los restos del lavado deben eliminarse como residuo.

Cuestiones operativas

En una planta de ejemplo el sistema de extracción está montado a nivel del suelo con rejillas para evitar que fragmentos grandes penetren en los conductos antes de recogerse en un tanque/zona de baja velocidad de 1 m^3 , a través de un deflector interno y un filtro de malla metálica lavable. Se informa que el sistema está unido a una entrada de aire que proporciona un mínimo de 30 cambios de aire por hora y que se deben instalar filtros de cartucho desechable o filtros de malla metálica lavable en la entrada de aire.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas.

Motivación para la puesta en práctica

Básicamente salud laboral en el puesto de colgado, pero también reducción de las emisiones de polvo a la atmósfera, especialmente en zonas residenciales.

Referencias

[336, BPMF, 2003]

4.2.3.2 Aturdido y sangrado

Véanse también las técnicas descritas en las secciones 4.2.1 y 4.2.2.2.

4.2.3.2.1 Uso de gases inertes para el aturdido de aves

Descripción

Se pueden utilizar gases inertes para el aturdido/matanza de pollos y pavos, mientras se encuentran en sus contenedores de transporte. Se pueden utilizar mezclas de a) argón, nitrógeno u otros gases inertes, o cualquier mezcla de ellos, en aire atmosférico con un máximo de un 2% de oxígeno en volumen, o b) cualquier mezcla de argón, nitrógeno u otros gases inertes con aire atmosférico y CO_2 siempre que la concentración de CO_2 no supere el 30% en volumen y la concentración de oxígeno no supere el 2% en volumen.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de polvo durante la descarga, el colgado y el sangrado. También se ha informado de que la mejor calidad y rendimiento ha provocado una reducción en los subproductos destinados a la eliminación como residuos. El aumento en el rendimiento, a su vez, conlleva una tendencia a almacenar más producción del matadero, en condiciones en que no se produzcan derrames ni problemas de olores.

Menor consumo de energía debido al menor tiempo de refrigeración y menores requisitos de espacio, ya que no es necesario madurar las canales.

Efectos cruzados

El menor consumo de energía, debido a los menores requisitos de refrigeración, puede quedar contrarrestado por instalaciones que utilizan una planta de separación de nitrógeno para el procesamiento del aire atmosférico.

Cuestiones operativas

Se ha informado de una reducción en los niveles de polvo de $11,1 - 29,6 \text{ mg/m}^3$ a $9,0 \text{ mg/m}^3$.

Un sistema de propiedad dispone de 12 cajones por módulo, cada uno con una capacidad de unos 24 pollos de engorde por cajón, lo que da un total de 288 aves por módulo. Una línea de procesamiento de aves típica opera a 8.000 aves por hora, por lo tanto sacrifica unas 70.000 aves por línea y día.

Se comunican las siguientes ventajas del sistema. No impide la pérdida de sangre, por lo que la sangre residual en la carne de la canal es baja. En comparación con el aturrido eléctrico, reduce el número de aves con huesos rotos y el número de huesos rotos por ave; esto es importante, ya que los espolones y las clavículas rotas a menudo causan hemorragias en las pechugas y lomos tiernos. Reduce considerablemente la incidencia de hemorragia, no asociada con huesos rotos, en las pechugas y muslos, lo que mejora el rendimiento y el valor de los productos.

Investigaciones durante el año 2001 indicaron que la adopción de una mezcla de gas consistente en un 80% en volumen de nitrógeno y un 20% de argón se considera mejor que la mezcla dióxido de carbono-argón desde el punto de vista del bienestar animal y calidad de la carne.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos avícolas.

Aspectos económicos

Con un coste de 1.200 GBP por módulo (1995), la inversión máxima sólo en los módulos resulta en unas 288.000 GBP. A esto deben añadirse unas 200.000 GBP para el equipo estándar de manipulación de la planta y unas 200.000 GBP más para el equipo de aturrido. El coste total de los equipos para una instalación completa en una línea de procesamiento se estima en unas 700.000 GBP.

Los mataderos que usan este sistema desde 1995 – 1999 utilizaban una mezcla de 30% de CO₂ y 60% de argón en aire (con un 8% de nitrógeno y 2% de oxígeno del aire residual). El dióxido de carbono y el argón se almacenaban en silos separados en la planta de procesamiento y se mezclaban antes de suministrarlos a la unidad de aturrido. El cambio de los silos de gas para almacenar nitrógeno y argón conllevó unos gastos adicionales.

La unidad de aturrido está diseñada y construida para utilizar gases más pesados que el aire y para minimizar las pérdidas de gases. El consumo de gas se estimó en 17 litros de mezcla por ave, manteniendo un 25 – 30% de CO₂ y un 1,5 – 2,0% de oxígeno residual en argón en la unidad, con una velocidad de producción de 7.000 aves por hora. En 1995, según los precios del Reino Unido, el coste del aturrido con esta técnica se estimó en 0,8 – 1,0 GBP por cada 100 aves. La puesta en práctica de una mezcla de 80% de nitrógeno y 20% de argón en 2001 se estima que ha reducido los costes a 0,3 – 0,5 GBP por cada 100 aves.

Motivación para la puesta en práctica

La motivación principal es el bienestar animal. Se evitan algunas de las principales preocupaciones sobre el bienestar, asociadas a los sistemas de aturrido eléctrico por agua, que se sabe que provoca estrés, trauma y daño. Estas incluyen, por ejemplo, la retirada de las aves de sus contenedores de transporte, la aplicación de grilletes, el transporte de las aves cabeza abajo en una cadena de grilletes, la descarga eléctrica antes del aturrido (descargas pre-aturrido), el degüello de aves que no han sido correctamente aturridas a causa del aleteo a la entrada de los aturridores y la recuperación de la conciencia durante el sangrado a causa de un aturrido insuficiente o un procedimiento de degüello incorrecto.

Plantas de ejemplo

Por lo menos hay 4 empresas del Reino Unido que utilizan una mezcla de gas basada predominantemente en nitrógeno para sacrificar pollos y pavos.

Referencias

[253, Raj A. B. M., 2002]

4.2.3.3 Escaldado

4.2.3.3.1 Escaldado al vapor de las aves

Descripción

Las aves pueden escaldarse mientras están colgadas y pasan a través de vapor.

Beneficios ambientales logrados

El escaldado al vapor puede reducir el consumo de agua y de energía por lo menos en un 25%, comparado con el escaldado con agua caliente.

Plantas de ejemplo

El escaldado al vapor de las aves se usa en un matadero de pavos danés.

Referencias

[243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.3.3.2 Aislamiento de los tanques de escaldado

Véase también la sección 4.2.2.3.2.

Descripción

El aislamiento del tanque de escaldado puede reducir las pérdidas térmicas en aproximadamente 0,5 kW/m².

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Cuando una empresa tiene que sustituir un tanque de escaldado viejo, el nuevo puede aislarse.

Aspectos económicos

El período de recuperación para el aislamiento de un tanque existente se estima en unos 10 años.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.3.4 Desplumado

4.2.3.4.1 Uso de pulverizadores en lugar de tuberías de irrigación

Descripción

Es posible utilizar pulverizadores en lugar de tuberías de irrigación para suministrar agua a la máquina de desplumado. También se pueden utilizar, complementadas con rodillos de latiguillos, para duchar las aves tras el desplumado.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y lavado más eficiente.

Cuestiones operativas

El agua puede dirigirse mejor con pulverizadores, por lo que se puede reducir su consumo.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002]

4.2.3.4.2 Uso de agua reciclada (p. ej. del escaldado) para el transporte de plumas

Descripción

Las plumas se recogen en un canal bajo la máquina de desplumado. A continuación se transportan mediante agua recirculada hasta un filtro que el agua atraviesa, antes de recogerlas.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

4.2.3.5 Evisceración

4.2.3.5.1 Menor cantidad de alcachofas de ducha y más eficientes

Descripción

Una línea de evisceración con un total de 32 alcachofas de ducha tiene un consumo de agua de aproximadamente 600 l/h. El cambio de unas alcachofas de ducha de tipo doméstico a una forma alternativa de pulverizador (p. ej. un diafragma) que pueden tener un caudal estimado de 500 l/h, puede ahorrar agua. Se pueden conseguir ahorros adicionales en líneas nuevas reduciendo el número de duchas.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, menor volumen de agua residual para su tratamiento y menor captura de sangre y grasas en el agua residual.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (es decir, 38 aves por minuto) el posible ahorro de agua comunicado es de 8.000 m³/año con un ahorro económico de 5.000 GBP/año. El coste informado alcachofa es de 15 GBP (en 1999).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas.

Aspectos económicos

En combinación con otros proyectos se informó de un tiempo de recuperación de 1 mes.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua y, consecuentemente, ahorro en los costes del tratamiento de aguas residuales, dentro de los límites de volumen de vertido autorizados.

Plantas de ejemplo

Un matadero de pavos en el Reino Unido.

Referencias

[214, AVEC, 2001]

4.2.3.6 Refrigeración

4.2.3.6.1 Refrigeración por aire

Descripción

La refrigeración por aire se acostumbra a utilizar cuando las canales se destinan a la venta fresca. La refrigeración se puede realizar por lotes en una cámara fría o mediante un método de chorro de aire continuo.

Beneficios ambientales logrados

Gran reducción en el consumo de agua, comparado con la refrigeración por inmersión/agitación o por pulverización.

Las pruebas han mostrado que la refrigeración por aire puede reducir la contaminación alimentaria en un tercio respecto a la conseguida con refrigeración por inmersión. La contaminación causada por la refrigeración por inmersión no sólo es intrínseca al proceso, que implica el paso de las mismas aves por una misma agua, sino que también depende de la efectividad del lavado pre-refrigeración. Durante la inmersión, las canales captan agua y en algunos EM la contaminación microbiana se controla mediante cloración, dentro de los límites de potabilidad del agua.

Igualmente, evitar la contaminación de agua depende, hasta cierto punto, de la correcta preparación de las aves (p. ej. evitar que las cabezas y las patas se rompan durante la refrigeración).

Efectos cruzados

El consumo de energía es superior al necesario para enfriar el agua o para elaborar el hielo en la refrigeración por inmersión/agitación, o el agua para la refrigeración por pulverización. Las plantas de refrigeración funcionan de forma continua. Las unidades condensadoras, compresores y torres de refrigeración asociadas al proceso, pueden representar una fuente de ruidos.

Cuestiones operativas

Los refrigeradores de aire se pueden diseñar para acomodar hasta tres pisos de aves, lo que contribuye a ahorrar espacio y energía.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos de pollos que produzcan carne fresca.

Aspectos económicos

La refrigeración por aire es más cara que por inmersión/agitación.

Motivación para la puesta en práctica

Higiene alimentaria.

Plantas de ejemplo

La mayoría de mataderos de pollos.

Referencias

[12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000; 308, Hupkes H., 2002]

4.2.3.6.2 Control del suministro de agua al refrigerador de inmersión/agitación

Descripción

Los refrigeradores de inmersión/agitación pueden ser los mayores consumidores de agua de procesado para la refrigeración, si se comparan con otros métodos.

Se puede controlar el volumen de agua suministrado, de forma que se mantenga y no se supere la cantidad requerida. Un suministro de agua, según el número de pollos, sacrificados puede asegurar este control.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, menor contaminación del agua y menor tratamiento del agua residual. Menor consumo de energía para refrigerar el agua.

Cuestiones operativas

En un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (es decir, 38 aves por minuto) el posible ahorro de agua comunicado es de 16.000 m³/año, lo que representa un ahorro económico de 9.995 GBP/año. El coste citado por refrigerador agitador es de 200 GBP (en 1999).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos avícolas que utilizan refrigeración por agitación.

Aspectos económicos

El tiempo de recuperación comunicado es de 1 mes.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de agua y, consecuentemente, ahorro en los costes del tratamiento de aguas residuales, dentro de los límites de volumen de vertido autorizados.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 214, AVEC, 2001]

4.2.4 Limpieza del matadero

Las técnicas para prevención de derrames, que pueden minimizar la necesidad de limpieza y la contaminación del agua residual se describen en otras partes del documento, por ejemplo en las secciones 4.2.1 y 4.1.

4.2.4.1 Uso de detergentes enzimáticos

Descripción

Para la limpieza del equipo, el suelo y los muros y para la desinfección se pueden utilizar agentes limpiadores bioquímicos que contienen enzimas naturales.

Beneficios ambientales logrados

Son menos dañinos para el medio ambiente que algunas alternativas. Se pueden utilizar a temperaturas más bajas, lo que se traduce en ahorro de energía. Producen un efluente con menor DQO que otros productos químicos. No son corrosivos.

Efectos cruzados

Pueden haber posibles problemas de salud laboral, como pasa con muchos productos químicos de limpieza tradicionales.

Cuestiones operativas

Un importante procesador de aves probó un producto de limpieza bioquímico en una área sucia con heces, sangre, orina, grasas y plumas, difícil de limpiar con NaOH. El producto bioquímico probado eliminó todas las trazas de materia orgánica de forma más eficiente. Hubo una reducción en el olor y en los daños a los equipos. Se necesitó menos agua caliente.

La manipulación abierta y el uso de detergentes con enzimas puede provocar una sensibilización respiratoria impredecible en individuos susceptibles.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos avícolas.

Motivación para la puesta en práctica

El uso de detergentes con enzimas en lugar de tensioactivos puede reducir los problemas asociados con el uso de estos últimos. Los tensioactivos pueden reducir la capacidad de separación de los separadores de grasas y plantas de flotación.

Referencias

[61, ETBPP, 1998; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

4.2.4.2 Pre-limpieza de contaminación de sangre y jugo de la carne con agua fría

Descripción

En áreas en donde el subproducto predominante es la sangre y el jugo de la carne, la pre-limpieza inicial se puede llevar a cabo con agua fría. El agua caliente hace que la sangre se pegue a las superficies a limpiar. Sólo es necesario usar agua caliente en áreas con residuos grasos.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía para la calefacción del agua en el aclarado inicial y en la limpieza posterior, que sería necesaria debido a la adherencia de los materiales sobre las superficies a limpiar. Menor uso de detergentes y de la contaminación de las aguas residuales por los mismos.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

El ahorro es inmediato.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes energéticos.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

4.2.4.3 Limpieza *in situ* (LIS)

Descripción

Los sistemas LIS (en inglés CIP, *cleaning in place*) son sistemas de limpieza incorporados en el equipo y que pueden ajustarse para utilizar sólo las cantidades necesarias de detergentes y de agua a la temperatura correcta (y a veces también la presión) para el equipo y la sustancia para la que se usa. La incorporación de un sistema LIS se puede considerar en la etapa de diseño del equipo y puede ser instalado por el fabricante. Es posible retroequipar un sistema LIS, pero es más difícil y caro. Los sistemas LIS pueden mejorarse incorporando el reciclaje interno de agua y productos químicos, optimizando los programas, utilizando dispositivos de pulverización eficientes y eliminando suciedad y restos grandes antes de la limpieza. Un equipo correctamente diseñado para LIS debe disponer de pulverizadores situados de forma que no haya puntos ciegos en el proceso de limpieza.

Beneficios ambientales logrados

Se puede conseguir una reducción en el consumo de agua, detergentes y la energía necesaria para calentar el agua, ya que es posible ajustar los niveles de consumo, especificando el uso de sólo lo necesario para la superficie a limpiar. Es posible recuperar y reutilizar el agua y los productos químicos dentro del sistema.

Efectos cruzados

Posibles consideraciones energéticas asociadas al bombeo de agua y detergente.

Aplicabilidad

Es aplicable en equipos cerrados o sellados por lo cuales puedan circular líquidos (por ejemplo con tuberías y recipientes).

Aspectos económicos

La inversión de capital es alta.

Motivación para la puesta en práctica

Automatización y facilidad de operación. Menores requisitos para dismantelar y reensamblar el equipo.

Referencias

[61, ETBPP, 1998; 134, Países nórdicos, 2001; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

4.2.4.4 Uso de aspiradores ciclónicos

Descripción

La Tabla 4.36 presenta las especificaciones de dos tamaños de aspiradores actualmente en uso. Se utilizan para retirar la sangre y las vísceras de los suelos de los mataderos antes de la limpieza.

	Tamaño grande	Tamaño medio⁽¹⁾
Herramienta de succión	Curvada; con frontal abierto unido a una manguera de pared interior lisa cauchutada (7,6 cm de diámetro)	Extremo abierto; unido a una manguera de pared interior lisa cauchutada (5 cm de diámetro)
Facilidad de limpieza	Tambor de acero inoxidable de 60 litros que puede extraerse	Tambor de acero inoxidable de 35 litros que puede extraerse
Método de vaciado del contenido	Manguera de desagüe de pared interior lisa cauchutada (10 cm de diámetro)	Canal basculante
Dimensiones aproximadas	1,1 m de altura por 0,6 m de anchura	0,9 m de altura por 0,5 m de anchura
Tensión	240 o 110 V	240 o 110 V
Coste aproximado (2.000)	800 GBP	650 GBP
⁽¹⁾ También disponible como unidad alimentada por baterías		

Tabla 4.36: Especificaciones de aspiradores ciclónicos

Beneficios ambientales logrados

Menor contaminación del agua.

Efectos cruzados

Aumento del uso de la energía, si se compara con un aclarado simple o el uso de un enjuagador.

Cuestiones operativas

En un matadero de bovinos de ejemplo, se utilizó un aspirador ciclónico para eliminar sangre y menudos del suelo de las salas de matanza durante el día, antes de los aclarados. También se

mejoró la separación entre sangre y agua de limpieza mediante cambios constructivos, se equiparon varios grifos y duchas con interruptores automáticos y temporizadores y se ajustó el caudal de agua. Estas medidas redujeron el consumo de agua del matadero en 170 litros por animal, es decir, 680 l/t, equivalente a un ahorro del 15% en el uso de agua. La DQO del agua residual se redujo en 0,4 kg, equivalente a una reducción del 7%.

Los aspiradores ciclónicos se pueden diseñar para un vaciado simple. Si no se vacían y limpian de forma regular pueden aumentar los riesgos de olores y plagas.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

La inversión para aspiradores ciclónicos de tamaño medio y grande era de 650 GBP y 800 GBP, respectivamente, en el año 2000.

Plantas de ejemplo

Varios mataderos en el Reino Unido y uno en Dinamarca.

Referencias

[63, ETBPP, 2000]

4.2.5 Almacenaje y manipulación de subproductos de matadero

4.2.5.1 Almacenaje y manipulación separado de los diferentes tipos de subproductos

Véase también la sección 4.2.1.6.

Descripción

Los subproductos se pueden recoger, manipular y almacenar separadamente o por categorías, según su uso posterior o vía de eliminación y según las posibles consecuencias ambientales de su mezcla. Por ejemplo, si son el mismo material pero en diferentes estados de degradación, uno de los cuales provoca problemas de olores, su mezcla llevaría a un aumento del volumen de material maloliente y disminuiría el uso de todo el material.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de olores asociadas con el almacenaje de subproductos malolientes, tanto en el matadero como las instalaciones de subproductos animales.

La separación de líquidos y sólidos destinados al usos o a la destrucción ofrece varias ventajas. Si se dispone de suficientes sistemas de almacenaje separado se reduce la contaminación cruzada entre diversos subproductos. La separación de subproductos puede reducir los posibles problemas de olores de los materiales que incluso frescos emiten los olores más desagradables. Se pueden almacenar o eliminar por separado en condiciones controladas. Si los subproductos que necesitan refrigeración se separan de los que no la necesitan, se reducirá la capacidad de refrigeración necesaria.

Además, al minimizar la contaminación cruzada, la separación permite el uso de subproductos individuales, en lugar de su eliminación. Cada subproducto se puede usar o eliminar de formas diferentes.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes de eliminación de residuos.

Referencias

[148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]

4.2.6 Tratamiento de las aguas residuales de mataderos

4.2.6.1 Tratamiento de las aguas residuales de mataderos en EDAR municipales

Descripción

El nivel de tratamiento de aguas residuales que se lleva a cabo en el matadero antes del vertido a un curso de agua o a una EDAR municipal varía según las instalaciones y en algunos EM está regido por la legislación local o la práctica.

En lugar de que el matadero reduzca el nivel de DBO de su agua residual hasta los niveles aceptables para el vertido, el agua se puede transferir, normalmente tras un tratamiento primario, a una EDAR municipal local. Los sólidos más grandes se acostumbran a retirar en el matadero y, en el caso de mataderos que manipulan material de Categoría 1 y Categoría 2, el material cernido también se considera material de Categoría 1 y 2, tal como exige el Reglamento ABP 1774/2002/CE. También se retiran las grasas porque pueden causar problemas graves en la operación de los procesos de tratamiento biológico. La EDAR municipal debe diseñarse para poder tratar el volumen y carga recibida del matadero.

Para hacer funcionar una planta de tratamiento de aguas residuales con desnitrificación completa (eliminación del nitrógeno) es necesario disponer de suficiente carbono. La proporción entre carbono y nitrógeno (el cociente C:N) del agua residual entrante acostumbra a superar el mínimo de 5:1 para la desnitrificación. El agua residual doméstica casi siempre cumple este requisito, pero incluso una mínima cantidad de agua residual mal compuesta (p. ej. de la industria) puede alterar este cociente, con lo que no se obtiene una desnitrificación completa. Algunas plantas añaden al agua residual metanol o subproductos muy carbonados, como melaza. En ciudades con mataderos este tipo de problema raras veces aparece, porque el agua residual de los mataderos contiene materia orgánica fácilmente degradable, con un cociente C:N favorable.

En algunos países, como Dinamarca y Flandes, las tasas sobre la eliminación del agua residual hacen rentable para el matadero pre-limpiar sus aguas residuales de forma que las tasas se reduzcan o no siempre se tengan que pagar. La pre-limpieza en los mataderos se acostumbra a realizar por flotación. Con la flotación el cociente C:N se reduce a aproximadamente 5:1. Ello resulta en menores costes de agua residual para el matadero, ya que el no pagar las tasas compensa plenamente los gastos asociados con el funcionamiento de la planta de flotación y la recuperación de la inversión en la planta. El agua residual pre-limpiada aún tiene un cociente C:N lo bastante alto para desnitrificarse completamente, pero las autoridades locales necesitarán la contribución adicional de carbono para desnitrificar el resto del agua residual.

Beneficios ambientales logrados

Tratamiento de los residuos municipales sin necesidad de añadir una fuente de carbono.

Efectos cruzados

La transferencia del agua residual sin tratar a la EDAR municipal introduce un riesgo de vertido accidental entre el matadero y la EDAR.

Cuestiones operativas

El agua residual del matadero contiene concentraciones elevadas de compuestos de nitrógeno y fósforo. El vertido de este agua a la EDAR municipal le impone cargas adicionales, que pueden

requerir la introducción de técnicas de tratamiento adicionales, para conseguir bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo en el efluente final.

Aplicabilidad

Es aplicable cuando las EDAR municipal está lo bastante cerca del matadero y tiene la capacidad y la voluntad de aceptar el tratamiento del agua residual.

Aspectos económicos

Los acuerdos locales determinan la cantidad que el matadero debe pagar.

Motivación para la puesta en práctica

El agua residual del mataderos puede ser una fuente útil de materia orgánica carbonada par ala EDAR municipal. El matadero no tiene que instalar u operar una EDAR en el emplazamiento.

Plantas de ejemplo

Varios mataderos daneses y alemanes.

Referencias

[186, Pontoppidan O., 2001; 240, Países Bajos, 2002; 244, Alemania, 2002; 277, CE, 1991]

4.2.6.2 Uso de reactores de alimentación discontinua (SBR) en el tratamiento de aguas residuales de mataderos

Descripción

El proceso con reactores de alimentación discontinua (SBR, *sequencing batch reactors*) es un proceso con fango activado que trata el agua residual mediante una secuencia controlada de operaciones en uno o más reactores. El sistema permite conseguir ecualización, eliminación de DQO, eliminación de nutrientes y clarificación con un SBR. El ciclo está formado por una secuencia de operaciones temporizadas y se divide en los pasos principales siguientes: llenado, reacción, estabilización, vertido y parada.

Antes del tratamiento con SBR el agua residual debe filtrarse con una malla de 0,5 – 1 mm y luego desgrasarse. Si sólo hay un reactor se recoge un tanque de ecualización antes del llenado.

Llenado

El SBR se llena con una determinada cantidad de agua residual. El llenado puede ser estático, aireado, anóxico y/o anaeróbico y puede ajustarse al agua residual concreta simplemente con una modificación de parámetros en la unidad de control. Esta adaptabilidad mejora la eliminación de nutrientes y evita problemas de acumulación. La velocidad de llenado también se puede controlar, lo que afecta la efectividad de la etapa final de estabilización.

Reacción

El reactor se mezcla y se airea secuencialmente para optimizar la eliminación final de DQO y nitrógeno. Este paso puede controlarse con oxígeno disuelto o supervisión del potencial de oxidación-reducción para asegurar la eficiencia deseada con el mínimo consumo.

Estabilización

La biomasa se separa del agua tratado por sedimentación en el reactor. La clarificación es muy efectiva, ya que no hay flujo a contracorriente del agua tratada. La duración de la etapa de sedimentación se puede modificar durante la operación para mejorar la clarificación.

Vertido

El líquido tratado clarificado se vierte mediante un dispositivo de flotación a una altura apropiada para asegurar que no se vierten ni sólidos sedimentados ni restos flotantes. Finalmente, la biomasa sedimentada se bombea del fondo del reactor para evitar la acumulación de lodo.

Parada

Cuando no hay agua residual a tratar, el SBR pasa a una etapa de paro. En esta etapa no es necesario hacer funcionar los sistemas de aireación a la misma velocidad que durante el ciclo normal.

Se ha informado de otra técnica parecida y que utiliza recipientes de reacción separados para tratamientos aeróbicos, anóxicos y anaeróbicos.

Beneficios ambientales logrados

Se informa que la eficiencia en la reducción de DQO llega al 95%, lo que implica un bajo potencial de depleción de oxígeno en las aguas receptoras. Comparado con otros procesos de tratamiento de aguas residuales, el consumo de energía resulta bajo, ya que no hay necesidad de recirculación entre los tanques (todas las operaciones se llevan a cabo en el mismo tanque). No se necesitan productos químicos y, por lo tanto, no hay fango con contaminación química. El fango se puede utilizar, por ejemplo, en compostaje.

Efectos cruzados

La mayoría de contaminación carbonosa acaba como emisiones de CO₂ que finalmente contribuirán al calentamiento global. La emisión de nitratos es mayor que la entrada, porque todo el NKT nitrifica en nitratos. Esto queda compensado por una salida de NKT mucho menor que la entrada.

Cuestiones operativas

Se ha informado de valores de emisión de DQO de 22 mg/l en una planta SBR para un matadero de pollos con recuperación total de la sangre. También se ha informado de un valor de residuo de fango de 0,05 kg SS/kg DQO.

Como en agua residual de los mataderos contiene nitrógeno y fósforo, existe un riesgo asociado de eutrofización de las aguas receptoras. Se han medido niveles tan bajos como 0,2 mg/l de amonio y < 1 mg/l de nitratos tras el tratamiento de aguas residuales con SBR en mataderos de pollos, aunque se informa que en la práctica los niveles medios en una planta en funcionamiento óptimo son de 1 – 2 mg/l de amonio y 5 – 15 mg/l de nitratos.

Los SBR pueden alternar períodos anóxicos con períodos aeróbicos, eliminando el nitrógeno de las aguas residuales. La duración de los períodos anóxicos se puede ajustar para crear condiciones anaeróbicas que facilitan la eliminación de hasta el 40% del fósforo.

Se informa que los olores no constituyen un problema si el reactor biológico y el tanque de ecualización están bien aireados.

Se informa que hay un pequeño riesgo de accidentes, ya que la planta funciona automáticamente y necesita muy poco control por parte del personal.

Se informa, finalmente, que el único producto químico necesario es un agente desespumante, y sólo durante la primera semana de puesta en marcha, debido a la presencia de sangre en el agua residual.

La Tabla 4.37, Tabla 4.38, Tabla 4.39 y Tabla 4.40 muestran los datos para una planta piloto y para tres EDAR con SBR existentes en mataderos avícolas.

Referencia	Planta piloto (23 de agosto de 2001 – 2 de agosto de 2002)					
Agua residual	Matadero avícola con < 85% de recuperación de sangre					
Diseño	TRH = 3 días					
Pretratamiento	Ecuación (TRH = 1 día) + filtrado de 0,5 mm					
Producción de fango neta	0,1 kg SS/kg de DQO					
Parámetros	pH	Conductividad (mS/cm)	DQO (mg/l)	NKT (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
Entrada	6,5 – 8	3 – 4	3.500	350		10
Salida	7 – 8	3 – 4	< 125		< 5	< 20
Valor mínimo			17		0,4	8,4

Tabla 4.37: Datos operativos para un SBR en una planta piloto de un matadero avícola

Referencia	Matadero A					
Agua residual	Matadero avícola					
Caudal	40 m ³ /d					
Diseño	TRH = 3 días					
Pretratamiento	0,6 mm filtrado + desengrasado unidad aire disuelto + ecuación aireada (TRH = 1,5 días)					
Producción de fango neta	0,06 kg SS/kg DQO					
Parámetros	pH	Conductividad (mS/cm)	COD (mg/l)	NKT (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
Entrada (tanque de ecuación)	7 - 8	3,0 - 4,5	2.800 – 4.200	300 – 475		5
Salida	7 – 8	1,8 – 2,3	< 200		< 5	< 30
Valor mínimo			42		0,4	14,6

Tabla 4.38: Datos operativos de un SBR a 40 m³/d en un matadero avícola

Referencia	Matadero B					
Agua residual	Matadero avícola					
Caudal	100 m ³ /d					
Diseño	TRH = 2 días					
Pretratamiento	Filtrado de 1 mm + tanque de ecuación + unidad primaria de aire disuelto					
Producción de fango neta	SBR = 0,023 kg SS/kg DQO Flotación primaria aprox. 4.000 l/día a 4% de sequedad					
Parámetros	pH	Conductividad (mS/cm)	COD (mg/l)	NKT (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
Entrada (tanque de ecuación)	6,4 – 8,2	3,3 - 4,5	2.900 – 7.250	200		2,5
Salida	6,8 – 8,5	2,5 – 3,5	< 100		< 25	< 10
Valor mínimo			22		0,2	0,8

Tabla 4.39: Datos operativos de un SBR a 100 m³/d en un matadero avícola

Referencia	Matadero C					
Agua residual	Matadero avícola					
Caudal	470 m ³ /d					
Diseño	TRH = 1,25 d x 2 SBR = 2,5 d					
Pretratamiento	Filtrado de 0,3 mm + unidad de aire disuelto de desengrasado					
Producción de fango neta	0,21 kg SS/kg DQO					
Parámetros	pH	aceites y grasas (mg/l)	DQO (mg/l)	NKT (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
Entrada (tanque de ecuación)	5,8 – 6,4	400 - 725	3.300 – 3.820	227		
Salida	6,1 – 7,4	1 – 35	< 150		< 20	< 5
Valor mínimo		0,8	93		0,4	< 1

Tabla 4.40: Datos operativos de un SBR a 470 m³/d en un matadero avícola

El SBR está automatizado y se controla con un PLC. Los controles principales son para la limpieza de los filtros y las unidades de desengrasado, más que para el funcionamiento de la técnica. EL funcionamiento se supervisa con mediciones periódicas de valores V_{30} , es decir, midiendo el volumen de 1 litro de fango del reactor tras 30 minutos de tiempo de sedimentación.

El ciclo se puede ajustar fácilmente con el panel táctil del PLC y según como sea necesario por las propiedades del agua residual de entrada, por ejemplo, si el cociente DQO:N cambia o si hay un problema por la aparición de bacterias filamentosas, que crean acumulación.

El fango se acostumbra a secar en un decantador, para conseguir una reducción del 95% en volumen.

Parece ser que los SRB proporcionan un tratamiento secundario de bajo mantenimiento, ya que utilizan menos equipos electromecánicos que otros tratamientos biológicos.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Según la información recibida la técnica tiene la ventaja de no necesitar mucho espacio y de no necesitar un sistema de clarificación (unidades de sedimentación o flotación) ni un tratamiento anóxico separado para desnitrificación o eliminación de fósforo. Funciona con grandes concentraciones de sólidos ($SSVLM = 4.000 - 5.000 \text{ mg/l}$), por lo que se requieren pequeños volúmenes.

Aspectos económicos

Costes de inversión

Se informa que el SBR es el tratamiento secundario más barato, porque se puede llevar a cabo en un solo recipiente.

Los precios de venta comunicados para algunas plantas de tratamiento con SBR se muestran en la Tabla 4.41.

Nombre	Caudal (m ³ /d)	DQO efluente (mg/l)	Precio sin IVA (EUR)	Observaciones
Matadero A	40	200	63.106	Obra civil no incluida.
Matadero B	200	160	96.162	Obra civil no incluida.
Matadero C	570	160	280.524	Obra civil y línea de fango incluidas. Tanques de acero inoxidable y línea de fango con decantador centrífugo.
Matadero D	1.500	*1.750	187.305	Obra civil y línea de fango incluidas. Tanques galvanizados y línea de fango con decantador centrífugo. Pretratamiento existente.
Matadero E	160	160	75.685	Obra civil no incluida.
Matadero F	200	160	110.115	Obra civil parcialmente incluida.
* DQO exigido según autorización local, antes del tratamiento en una EDAR municipal.				

Tabla 4.41: Precios de venta comunicados para algunas plantas de tratamiento con SBR en 6 mataderos

Costes operacionales

El intervalo de costes eléctricos informado es de 0,12 – 0,25 EUR/m³, para una tarifa eléctrica de 0,06 EUR/kWh. No hay costes de reactivos.

Motivación para la puesta en práctica

La motivación principal para el uso de SBR en mataderos es su capacidad para eliminar el nitrógeno con una gran eficiencia y una inversión y costes de funcionamiento reducidos. La técnica es flexible y condiciones como la duración y frecuencia de los periodos anóxicos, la

velocidad de llenado, el tiempo de estabilización y los períodos anaeróbicos se pueden modificar fácilmente con un PLC. La técnica no necesita mucho espacio.

Plantas de ejemplo

Al menos 3 mataderos avícolas en España, un matadero de avestruces en Chipre y varios mataderos de porcinos, avícolas y bovinos en los Países Bajos. Hay planes para instalar la técnica en un matadero de cerdos y en un matadero avícola en Chipre.

Referencias

[302, Jiménez Rodríguez J. J., 2002; 306, Hydrotech Water and Environmental Engineering Ltd, 2001; 333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.2.6.3 Filtro de goteo de lecho móvil para el tratamiento de aire, agua y mezclas agua/aire

Descripción

El filtro de goteo de lecho móvil (FGLM, en inglés MBTF, *moving bed trickling filter*) es un filtro biológico aeróbico con transporte de fango para el tratamiento del agua residual, gases residuales y mezclas de aire y agua. Es posible tratar simultáneamente el aire y el agua residual.

El FGLM está formado por un tanque cilíndrico vertical lleno de esferas de plástico. Las esferas, de un material resistente, actúan como material portador para microorganismos. El agua residual se introduce en el filtro por la parte superior, mientras que el aire pasa a través del filtro paralelamente al agua o a contracorriente. En el filtro se produce una mezcla intensa y los contaminantes en el agua y en el aire se descomponen por efecto de los microorganismos. Una característica especial es que periódicamente se retiran algunas esferas portadoras de microorganismos del fondo del filtro y se limpian. Los microorganismos retirados de las esferas se espesan en un fango compacto en el cono del filtro. Las esferas limpias se devuelven a la parte superior del filtro. Este proceso único de limpieza integrado permite controlar la cantidad de microorganismos e imposibilita la obturación del filtro. El FGLM se muestra en la Figura 4.12.

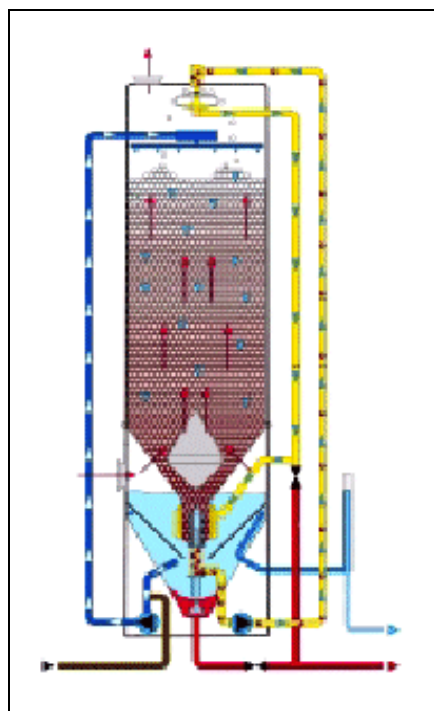


Figura 4.12: Diagrama de un filtro de goteo de lecho móvil diseñado para tratar agua residual y emisiones de aire
[147, DHV, 1999]

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía. Se informa que los niveles de DQO y compuestos nitrogenados se reducen en un 90% y un 55%, respectivamente.

Cuestiones operativas

Comparado con otros sistemas de tratamiento de aire/gas o agua residual, el FGLM se caracteriza por una gran eficiencia y capacidad. Según las concentraciones y los flujos, un reactor con un diámetro de 4 metros puede tratar un caudal de gas residual de 30.000 Nm³/h de aire y simultáneamente 20 m³/h de agua residual. Para flujos muy concentrados o con requisitos de efluente muy estrictos se pueden adaptar otras proporciones gas:líquido. El FGLM ha demostrado ser relativamente insensible a los sólidos y grasas en suspensión en el flujo de agua residual. Esto a menudo hace innecesario el uso de aglomerantes o floculantes durante el pretratamiento.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales.

Aspectos económicos

Los costes del filtro quedan compensados con las menores tarifas para el agua residual. Con tratamientos combinados no es necesario invertir en técnicas de tratamiento de aire/gas separadas.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en los Países Bajos.

Referencias

[147, DHV, 1999; 240, Países Bajos, 2002]

4.2.7 Tratamiento de residuos de mataderos

4.2.7.1 Tratamiento microbiológico de residuos de mataderos

Descripción

Se ha informado de un sistema de tratamiento biológico que utiliza un cultivo microbiano a medida. En un proceso de digestión aeróbica en dos etapas se combinan y se tratan tres flujos residuales de un matadero: el agua de limpieza, el contenido estomacal y la sangre. La tecnología es aplicable a otros residuos con alto contenido de sangre o grasas.

El fango producido por los digestores se deshidrata en una prensa de bandas para obtener una biomasa de valor comercial como fertilizante. Los análisis de la biomasa muestran que contiene concentraciones elevadas de los nutrientes vegetales principales, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre.

El líquido de la prensa se somete a un pulido biológico final y se recoge en una cisterna para esparcido o se usa para lavado de los sistemas de correas. El efluente final es adecuado para lavado de corrales, tras autorización veterinaria.

Este sistema biológico en dos etapas ha demostrado ser capaz de tratar residuos de fuerza elevada con una concentración de DQO superior a 100 g/l y de adaptarse a una gran variedad de cargas contaminantes.

El proceso se muestra en la Figura 4.13.

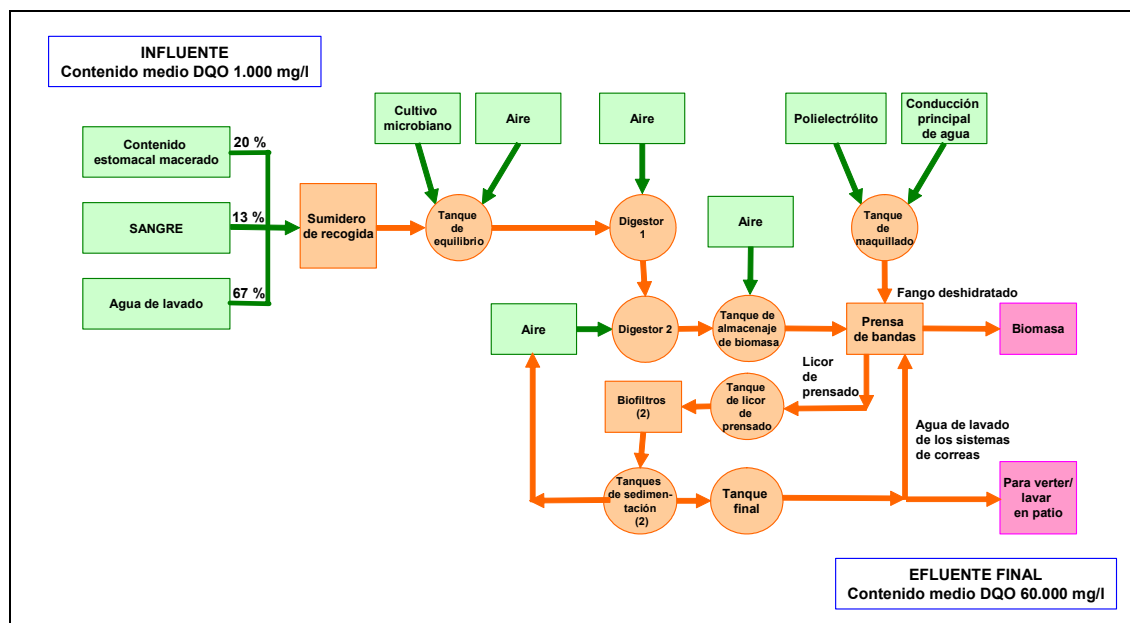


Figura 4.13: Esquema del proceso de tratamiento biológico para residuos de mataderos de concentración elevada
[56, ETBPP, 1997]

Beneficios ambientales logrados

Tratamiento de aguas residuales que produce agua y sólidos utilizables, en lugar de desechables. Aunque no se halla dentro del ámbito de la IPPC, se puede informar de beneficios ambientales procedentes de la reducción en el transporte de subproductos.

Efectos cruzados

Cierto gasto de energía para el funcionamiento del proceso y olores procedentes de la biomasa.

Cuestiones operativas

El influente combinado que llega a la planta de tratamiento consiste en un 67% de agua de limpieza, un 20% de contenido estomacal macerado y un 13% de sangre. Estos flujos de residuos varían en DQO y en sólidos en suspensión debido a cambios en la producción del matadero y al tipo de animal sacrificado. La concentración media de DQO del influente combinado es de 60 g/l, aunque se pueden dar valores superiores a 100 g/l.

Desde el sumidero de recogida los flujos residuales combinados se bombean a un tanque de equilibrio a una velocidad de aproximadamente 45 m³/d. Este tanque, que está aireado, proporciona un tampón frente a la entrada de cargas contaminantes muy altas en la etapa biológica del proceso y asegura una alimentación constante al primer digestor. Se añade cultivo microbiano seco al tanque de equilibrio a intervalos regulares. El diseño modular del proceso de digestión aeróbica en dos etapas permite flexibilizar el funcionamiento y variar la capacidad. El proceso no necesita calefacción ni refrigeración externas.

El fango producido durante el proceso de tratamiento biológico se deshidrata en lotes en una prensa de bandas, a la cual se añade un polielectrolito de propiedad para ayudar a la deshidratación. La biomasa resultante, que contiene aproximadamente un 30% de materia seca, se vierte en un contenedor y se almacena en el emplazamiento antes de su uso o venta.

La concentración de DQO media del efluente final tratado es 1 g/l, lo que da una eficiencia media de eliminación de DQO superior al 98%. Con un pulido adicional se han conseguido valores inferiores.

Se ha informado de que en Italia se han reducido valores de DQO de 4.000 – 7.000 mg/l a menos de 160 mg/l.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Puede ser caro eliminar los grandes volúmenes de residuos con una gran concentración de sangre y grasas procedentes de los mataderos. En el momento en que se comunicó el caso de estudio, se esperaba que controles legales más estrictos aumentaran el coste de transportar y eliminar estos residuos.

En 1996, la producción de bovinos, ovinos y porcinos en un matadero del Reino Unido generó aproximadamente 11.400 m³ de efluente con una gran concentración de DQO y sólidos en suspensión. Este residuo de concentración elevada se había almacenado previamente fuera del emplazamiento, para su eliminación por un especialista en eliminación de residuos con un coste anual superior a 128.000 GBP. Frente al aumento de los costes de eliminación, se tomó la decisión de instalar un sistema de tratamiento biológico que eliminara la necesidad de la costosa eliminación de residuos fuera del emplazamiento y que permitiera un aumento en la capacidad de producción.

Entre los beneficios de este innovador sistema de tratamiento biológico se halla el ahorro de más de 130.000 GBP anuales y la desaparición de la necesidad de una eliminación de residuos de alta fuerza fuera del emplazamiento.

El valor comercial de la biomasa producida se estimó en 50 GBP por tonelada. Basándose en una producción de 10 toneladas por semana (unas 500 toneladas anuales de biomasa), los ingresos potenciales de las ventas de la biomasa eran en 25.000 GBP por año (1997). Se ha informado de que en Italia el esparcido de la biomasa producida en una EDAR, según la Directiva del Consejo 86/278/CEE cuesta aproximadamente 20 EUR/t.

En la planta de ejemplo, antes de instalar la planta de biotecnología, el efluente de carga elevada se almacenaba fuera del emplazamiento durante 32 semanas del año para su eliminación por un contratista de gestión de residuos. Este método de eliminación cuesta 128.000 GBP anuales, es decir, 17,7 GBP/m³ para 45 m³/d de efluente (precios de 1996). Durante las restantes 18 semanas, el residuo se esparcía en el emplazamiento, con un coste estimado de 3.000 GBP anuales. De esta forma se eliminaba la necesidad de almacenar residuos de concentración elevada fuera del emplazamiento.

Con unos costes de equipos de 350.000 GBP (precios de 1996), el ahorro neto en los costes de más de 130.000 GBP por año llevó a un período de recuperación de 2,7 años. Este período se reduciría considerablemente si la opción más barata hubiera estado disponible, ya que hubiera sustituido a una alternativa más cara.

En el momento en que se comunicó el caso de estudio, se estaban mejorando las EDAR municipales para cumplir con los requisitos de la *Directiva del Consejo 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991 sobre tratamiento de aguas residuales urbanas* [277, CE, 1991]. Esto puede haber llevado a un aumento de tarifas para el tratamiento de las aguas residuales de los mataderos. Por lo tanto, esta nueva tecnología puede generar ahorros significativos para los mataderos que vierten sus efluentes al alcantarillado.

La Tabla 4.42 muestra los costes operativos, inversión y ahorros anuales para el tratamiento biológico en el matadero descrito en el caso de estudio.

	Costes, ahorros y recuperación (GBP)
Costes operativos anuales	
Cultivo microbiano	3.200
Polielectrólito	4.380
Agua	1.050
Mantenimiento por especialistas	2.500
Electricidad	9.200
Mano de obra ⁽¹⁾	5.000
Costes operativos anuales totales ⁽²⁾	25.330
Ahorro anual	
Valor de la biomasa	25.000
Eliminación de residuos	131.000
Ahorro anual total	156.000
Ahorro anual neto	130.670
Inversión total	350.000
Período de recuperación	2,7 años
⁽¹⁾ Estimación para una persona a media jornada, 5 días por semana y 50 semanas al año.	
⁽²⁾ Basado en el tratamiento de 45 m ³ /día de efluente 5 días por semana y 50 semanas al año.	

Tabla 4.42: Análisis del tratamiento biotecnológico de residuos de mataderos

Motivación para la puesta en práctica

Aumento en los costes de la eliminación de residuos fuera del emplazamiento.

Plantas de ejemplo

Un matadero en el Reino Unido y otro en Bélgica.

Referencias

[56, ETBPP, 1997; 237, Italia, 2002; 248, Sorlini G., 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

4.3 Instalaciones de subproductos animales

4.3.1 Instalaciones de subproductos animales – técnicas generales aplicables a nivel de instalación

4.3.1.1 Recogida continua y separada de subproductos en todo el tratamiento de subproductos animales

Véase la sección 4.2.1.6 para una descripción de otra técnica que también es aplicable en instalaciones de subproductos animales.

4.3.1.2 Mantenimiento de presión negativa en las áreas de almacenaje, manipulación y procesado

Descripción

El material puede almacenarse en tolvas o en suelo abierto en edificios bien sellados y mantenidos a una ligera presión negativa, al mismo tiempo que se asegura que el aire se renueva con la suficiente frecuencia para la salud y bienestar del personal. Los tiempos de almacenaje también se pueden minimizar.

El edificio de procesado se puede subdividir internamente en áreas funcionales mediante muros macizos de altura completa, para controlar y gestionar el movimiento del aire. Todos los edificios se pueden diseñar y construir de forma que estén bien sellados para separar diferentes áreas de procesado, como la recepción de la materia prima, el almacenaje, la refrigeración y el

almacenaje del producto final. La ventilación debe ser capaz de mantener la presión negativa y evitar escapes incontrolados al exterior de aire maloliente. Las áreas desde las que se suministra la ventilación deben estar conectadas a una planta de reducción de olores adecuada.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de olores y de polvo.

Efectos cruzados

Para desplazar grandes volúmenes de aire se necesita energía. Puede haber efectos cruzados asociados con la planta de reducción de olores.

Cuestiones operativas

Véase también la sección 4.3.8.14.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales en que se manipulen subproductos malolientes.

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de las emisiones de olores más allá de los límites del emplazamiento.

Plantas de ejemplo

Una planta de aprovechamiento y una planta de fundición de grasa en el Reino Unido. Dos incineradoras de cadáveres animales en Italia. Un matadero y varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[47, DoE SO y WO, 1997; 164, Nottrodt A., 2001; 241, RU, 2002; 248, Sorlini G., 2002]

4.3.1.3 Almacenaje, manipulación y carga sellada de subproductos animales

Descripción

Las tolvas pueden ofrecer un método de almacenaje relativamente fácil de controlar y que puede combinarse con equipos de manipulación y transferencia automatizados y totalmente cerrados. El material se puede entregar, por ejemplo en camiones de volquete y transferirse directamente a una tolva de descarga, mecánicamente con cintas o tornillos transportadores o neumáticamente.

El equipo de almacenaje, manipulación y quizá el de compresión, puede sellarse o mantenerse a presión negativa y el aire extraído puede utilizarse para proporcionar oxígeno a un proceso de combustión, como la incineración (véase la sección 4.3.8.15) o se puede llevar a un sistema de reducción de olores.

Beneficios ambientales logrados

Las instalaciones de subproductos animales pueden utilizar sistemas de alimentación completamente cerrados para minimizar los riesgos biológicos y las posibles fugas de sustancias malolientes.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En un incinerador de ejemplo, las canales y partes de canales se introducen en una tolva, desde la que se transfieren inmediatamente a un recipiente de almacenaje diseñado y construido para aceptar la máxima cantidad de material susceptible de ser entregado en el emplazamiento.

Se puede instalar una cubierta para la tolva inicial en la que se introducen los subproductos animales tal como llegan del matadero, para reducir las emisiones de olores. Si los subproductos animales se reciben frescos y no son intrínsecamente malolientes (por ejemplo si el incinerador se halla en el mismo emplazamiento que el matadero), si el material contiene canales sacrificadas frescas y huesos y a continuación se pasa al recipiente de almacenaje, la cubierta puede no tener efecto en la reducción de olores, pero sí puede reducir problemas asociados con pájaros y parásitos.

Las tolvas de almacenaje se sellan y se cubren. La alimentación final al horno rotatorio en funcionamiento continuo siempre se halla sellada por un transportador de tornillo completamente cargado.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las instalaciones de subproductos animales en donde se puedan almacenar, manipular y tratar materiales en equipos cerrados y en donde puedan aparecer problemas de olores y parásitos. Esto incluye, por ejemplo, la fundición de grasa, el aprovechamiento, el procesado de harina y aceite de pescado, la elaboración de gelatina, el procesado de sangre, el procesado de huesos, la incineración y la producción de biogás.

Aspectos económicos

No resulta caro sellar el equipo previo del incinerador, para evitar el ingreso de aire durante la carga.

Motivación para la puesta en práctica

El cierre de las materias primas reduce los problemas de olores y parásitos.

Plantas de ejemplo

La manipulación sellada, incluyendo la carga de tolvas con canales enteras o partes de canales, se lleva a cabo en al menos dos incineradores de canales y partes de canales de Italia.

Referencias

[6, EA, 1997; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002; 293, Smith T., 2002]

4.3.1.4 Uso de materia prima fresca refrigerada

Descripción

Si las materias primas se manipulan lo más frescas posible, se puede reducir la cantidad de compuestos que van a parar en el agua residual o el aire. Por ejemplo, al refrigerar residuos tibios, como el residuo blando de la línea de matanza y del departamento de limpieza de tripas, se puede reducir la formación de contaminación en el agua y el aire. Consecuentemente también se reduce el consumo de energía para la limpieza del aire y el agua residual. Si no es posible que el proceso se pueda realizar antes de que se desarrollen problemas de olores tras la matanza o el tratamiento intermedio, se puede refrigerar los materiales. Si es necesario la refrigeración se puede realizar en el mataderos, en tránsito o en la instalación de subproductos animales. El período de refrigeración se puede mantener al mínimo, el suficiente para prevenir los problemas de olores y calidad sin retrasar el tratamiento de los subproductos. Una buena cooperación entre los operadores del mataderos, el transportista y la instalación de subproductos animales minimiza la necesidad de refrigeración y el tiempo necesario, si es que llega a ser necesaria.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de DQO, DBO, sedimentos, nitratos y fosfatos en el agua residual y de las emisiones de olores del almacenaje y el procesado.

Efectos cruzados

Un mayor consumo de energía si es necesaria la refrigeración.

Cuestiones operativas

Puede ser adecuado refrigerar los subproductos animales debido a dificultades operativas extremas, como una larga distancia desde la fuente de los materiales, lo que imposibilita un tratamiento rápido. Una razón adicional o alternativa puede ser las altas temperaturas ambientales, que provocan la rápida descomposición de los materiales y emisiones malolientes. Las altas temperaturas pueden ser estacionales en el norte de Europa o permanentes en países con climas más templados.

Una investigación británica demostró que los niveles de DQO en el aprovechamiento de condensado procedente de materia prima totalmente fresca, materia prima almacenada en invierno y materia prima almacenada en verano fueron de 2,7, 10 y 50 g/l, respectivamente.

Un estudio alemán que compara la contaminación del agua residual en verano e invierno ilustra el efecto que puede tener la temperatura de almacenaje de materias primas sobre las cargas contaminantes del agua residual, véase la Tabla 3.24.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las instalaciones de subproductos animales en donde hay un riesgo de emisiones de olores con probabilidad de ser molestas y que no pueden evitarse sin el uso de refrigeración.

Motivación para la puesta en práctica

Las empresas de subproductos cobran más por materiales degradados y malolientes, en parte por los costes ambientales adicionales asociados con el control de olores y el tratamiento de aguas residuales y en parte debido al hecho que no tienen ningún valor y deben eliminarse. Esto proporciona un incentivo para que el matadero acorte tanto como sea posible el almacenaje de los subproductos e, incluso refrigerarlos cuando no es posible ningún tratamiento adicional, pero antes de la degradación y de la formación de sustancias malolientes.

Plantas de ejemplo

Seis plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 244, Alemania, 2002; 272, Woodgate S., 2002]

4.3.1.5 Evaporadores de efecto múltiple

Véanse también las secciones 4.3.2 y 4.3.4.

Descripción

Los evaporadores de efecto múltiple se utilizan, por ejemplo, en fundidores de grasa, sistemas de aprovechamiento, factorías de harina de pescado y plantas de elaboración de gelatina, para eliminar el agua de las mezclas líquidas. En el aprovechamiento las materias primas acostumbran a contener un 60% de agua. Los evaporadores de efecto múltiple funcionan a temperaturas relativamente bajas, lo que previene el quemado de los subproductos animales a tratar. La separación del agua por evaporación es un proceso que consume mucha energía, y en esto los evaporadores a baja presión son más eficientes que las calderas abiertas u otros sistemas que funcionan a presión atmosférica. A 50,7 kPa (0,5 atmósferas) el agua hierve a 81,5 °C. Los evaporadores se pueden hacer funcionar a presiones muy inferiores a 50,7 kPa, por lo tanto se puede usar el vapor justo por encima de 100 °C como fuente de calor para los evaporadores.

En un evaporador de efecto múltiple se puede conseguir un uso efectivo del calor de evaporación. Tras la separación de las materias primas en una fase sólida y una fase líquida en un sistema continuo (por prensado, centrifugación o una combinación de ambos), la fase líquida se puede secar en un evaporador de efecto múltiple. El medio calefactor es el vapor procedente del secado de la fase sólida y de la evaporación en las otras etapas del secador de vacío. El

proceso Atlas de deshidratación mecánica es un ejemplo de este tipo de procesos. El consumo de calor en este proceso es de 400 – 450 kWh/t de materia prima.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el uso de energía para evaporación, por ejemplo mediante la reutilización del calor del agua evaporada.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En la Figura 4.14 se muestra un evaporador de efecto múltiple. En teoría, la eficiencia de evaporación se puede casi doblar en cada duplicación de los efectos; es decir, se puede evaporar el doble de líquido por cantidad de vapor directo o vapor consumido en la camisa de vapor. En un sistema con evaporador de efecto múltiple, el vapor de un efecto se condensa en la camisa de vapor del siguiente. Esto es posible porque el efecto siguiente funciona a una presión inferior y, por tanto, a una temperatura inferior.

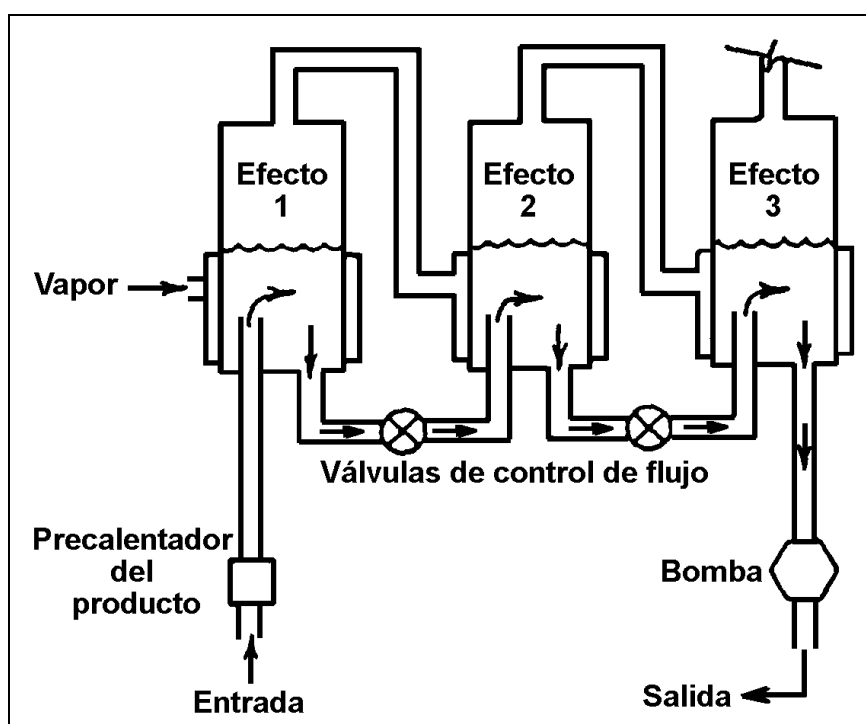


Figura 4.14: Evaporador de efecto múltiple

La eficiencia de los evaporadores puede mejorarse facilitando más superficie para la transferencia de calor que la obtenida mediante el método simple de recubrir con una camisa la caldera. Los evaporadores a menudo consisten en haces de tubos verticales con el producto en ebullición en el interior. El producto se desplaza hacia arriba por los tubos (en cuyo caso el evaporador se denomina “evaporador Kestner”) o hacia abajo (y se denomina “evaporador de capas delgadas”). El producto se introduce en estos evaporadores con un caudal lo suficientemente bajo para facilitar la formación de una capa delgada que cubre el interior de los tubos. Esto permite un gran coeficiente de transmisión térmica y se puede hervir una gran cantidad de agua en una zona relativamente pequeña del equipo.

Aplicabilidad

Es aplicable en fundición de grasa, aprovechamiento, producción de harina de pescado y elaboración de gelatina que trate más de 50.000 – 100.000 toneladas anuales.

Aspectos económicos

La inversión de capital de estas instalaciones continuas es superior a la de los sistemas convencionales y se informa que sólo son adecuadas para plantas con un suministro relativamente alto de materia primas, superior a 50.000 - 100.000 t/año.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de energía y en los costes asociados.

Plantas de ejemplo

Todas las plantas de aprovechamiento en Dinamarca.

Referencias

[249, GME, 2002; 268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.3.2 Fundición de grasa

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.3 Aprovechamiento

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.3.1 Línea de aprovechamiento totalmente encerrada

Descripción

La transferencia de materiales en toda la línea de procesado, incluyendo el transporte de gases de procesado y efluentes líquidos, se puede llevar a cabo con sistemas de manipulación totalmente sellados y cerrados, diseñados y contruidos para evitar fugas. Si es necesario el acceso ocasional, por ejemplo para retirar metal atrapado en un imán colocado al inicio de la línea, se puede equipar el sistema con una trampilla con bloqueo del mecanismo cuando se abre.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las fugas de líquidos y sólidos y en las emisiones a la atmósfera, incluyendo olores.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las plantas de aprovechamiento.

Aspectos económicos

No resulta caro.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los olores.

Referencias

[49, VDI, 1996]

4.3.3.2 Reducción del tamaño de las canales animales y partes de canales antes del aprovechamiento

Véase también la sección 4.3.8.4.

Descripción

El Reglamento ABP 1774/2002/CE prescribe el tamaño máximo de partículas en el aprovechamiento de subproductos animales. Según el proceso a que se sometan los materiales y según su categoría y destino de procesamiento posterior, el tamaño varía entre 20 y 150 mm. La reducción de tamaño también puede aportar ventajas de procesamiento, como mayor capacidad de peso y rendimiento de producción. La materia prima finamente molida se puede bombear por tuberías cerrada.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía para el procesamiento completo de partículas más pequeñas que para el de canales enteras o partículas grandes.

Efectos cruzados

En la operación de reducción de tamaño se consume energía.

Cuestiones operativas

Con una buena mezcla, la mayor área superficial puede facilitar todo el procesamiento. Se informa que el pre-corte de la materia prima se debe realizar justo antes de iniciar el tratamiento, para minimizar posibles problemas de descomposición, calidad y olores.

Se utilizan trituradoras equipadas con cuchillas o muelas. A menudo son puntos críticos en el proceso, ya que son muy sensibles al desgaste y las roturas, por lo que el mantenimiento es importante.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las plantas de aprovechamiento de subproductos animales sólidos.

Plantas de ejemplo

Seis plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

4.3.3.3 Aprovechamiento continuo de plumas y pelo frescos

Descripción

El procesamiento de plumas y pelo en un estado lo más fresco posible puede minimizar las emisiones a la atmósfera y a las aguas residuales. La hidrólisis en una instalación continua con vapor directo, seguida de deshidratación mecánica en un decantador y la evaporación de la fase líquida del decantador en un evaporador de efecto múltiple, puede ahorrar cantidades considerables de energía calorífica.

Beneficios ambientales logrados

Ahorros potenciales del 40 – 50% de la energía calorífica del proceso, si se dispone de grandes cantidades de materia prima y se usa un evaporador de vapor residual.

La reducción en los tiempos de almacenaje puede llevar a una reducción en las emisiones de olores del almacenaje, el procesamiento y el tratamiento de las aguas residuales.

Efectos cruzados

Pueden ser necesarios viajes adicionales entre el matadero y la planta de aprovechamiento para asegurar que las plumas se entregan lo más frescas posible. De esta forma el transporte puede

implicar sólo cargas parciales, con el consiguiente aumento del impacto ambiental del transporte, respecto a un transporte con cargas completas.

Cuestiones operativas

Esta técnica requiere una gran cantidad de materia prima y acceso a un evaporador de vapor residual.

Aplicabilidad

Es aplicable cuando hay un entrada de plumas de al menos 2 t/h y normalmente no superior a 5 t/h. El aprovechamiento continuo también es aplicable para otros subproductos animales destinados al aprovechamiento si su velocidad de entrada coincide con la capacidad de una planta de aprovechamiento continuo, es decir, si se sincroniza la matanza y el aprovechamiento.

Motivación para la puesta en práctica

Las empresas de subproductos cobran más por materiales degradados y malolientes, en parte por los costes ambientales adicionales asociados con el control de olores y el tratamiento de aguas residuales y en parte debido al hecho que no tienen ningún valor y deben eliminarse. Esto proporciona un incentivo para que el matadero acorte, tanto como sea posible, el almacenaje de los subproductos e incluso refrigerarlos cuando no es posible ningún tratamiento adicional, pero antes de la degradación y de la formación de sustancias malolientes.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 272, Woodgate S., 2002]

4.3.3.4 Eliminación del agua de la sangre, mediante coagulación por vapor, antes del aprovechamiento o secado por pulverización

Véase también la sección 4.3.5.

Descripción

La sangre contiene más de 800 kg de agua por tonelada, es decir, aproximadamente un 80%. Para eliminarla se necesita una gran cantidad de energía; para minimizar esta energía (p. ej. durante el aprovechamiento o el secado por pulverización) una parte del proceso puede realizarse previamente, mediante coagulación por vapor. Se trata de una práctica habitual en la mayoría de plantas.

La sangre se coagula mediante inyección directa del vapor. La sangre coagulada se separa en un decantador en un grax con un 50 – 55% de agua y agua de sangre con un 70 – 75% del contenido inicial del agua. El agua de sangre se trata en la EDAR. El grax se esteriliza y finalmente se seca en una caldera de aprovechamiento en seco u otro secador, como un secador por pulverización. Alternativamente la sangre se puede mezclar con otras materias primas y procesarse conjuntamente.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía.

Efectos cruzados

El tratamiento térmico de las proteínas lleva a la formación de varios compuestos malolientes, como amoníaco, aminas y compuestos de azufre.

Cuestiones operativas

El consumo de energía en una instalación con ahorro de energía se ha medido en unos 60 kg de fueloil y aproximadamente 120 kWh de electricidad por tonelada de materia prima. Del consumo de electricidad 72 kWh se utilizan para el procesado y 48 kWh para la limpieza del aire y el agua residual.

El consumo de energía se puede reducir de 700 – 800 kWh/t de sangre a 350 – 400 kWh/t, según el tipo de secador utilizado.

El consumo de agua se ha medido en 2.000 - 2.300 litros de agua por tonelada de materia prima. De este, 600 – 700 litros se utilizan para condensación y 200 – 250 en las calderas.

Por cada tonelada de materia prima se producen 2.000 litros de agua residual. De éstos 700 – 800 litros es agua condensada a partir de la materia prima, que contiene varios compuestos en disolución. En gran medida, la composición del agua residual depende de la frescura de la sangre procesada y del propio proceso. Se ha informado de cifras de vertido del orden de 5 – 6 kg DQO, 0,6 - 0,8 kg N y 0,20 – 0,25 kg P por tonelada de materia prima.

Aplicabilidad

Si sólo deben procesarse pequeñas cantidades de sangre la inversión en un equipo con ahorro de energía no resulta rentable.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de energía.

Plantas de ejemplo

Ampliamente aplicado.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 244, Alemania, 2002]

4.3.3.5 Evaporador de efecto simple

Descripción

Los evaporadores se utilizan en los sistemas de aprovechamiento para eliminar el agua de las mezclas líquidas. Funcionan a temperaturas relativamente bajas, lo que previene el quemado de los subproductos animales a tratar. La separación del agua por evaporación es un proceso que consume mucha energía, y en esto los evaporadores a baja presión son más eficientes que las calderas abiertas u otros sistemas que funcionan a presión atmosférica. A 50,7 kPa (0,5 atmósferas) el agua hierve a 81,5 °C. Los evaporadores se pueden hacer funcionar a presiones muy inferiores a 50,7 kPa, por lo tanto se puede usar el vapor justo por encima de 100 °C como fuente de calor para los evaporadores.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el uso de energía para evaporación, por ejemplo mediante la reutilización del calor del agua evaporada.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

La Figura 4.15 ilustra un evaporador de efecto simple y el método habitual de funcionamiento. La condensación del vapor directo o el vapor de la caldera/secador en la camisa de vapor proporciona la fuente de calor para hacer funcionar el evaporador. El vapor producido a partir del líquido que se está evaporando se condensa gracias al agua fría pulverizada en la cámara de condensación. El agua que abandona el condensador pasa por una columna barométrica y va a parar a un tanque abierto. El nivel de agua en la columna barométrica es superior al del tanque abierto, por lo que crea un vacío en el evaporador, aproximadamente igual a 74 mm Hg (9,87 kPa) por metro de agua en la columna. Para mantener el vacío se puede utilizar una bomba en lugar de la columna barométrica. La función de la bomba de vacío es eliminar los gases no condensables, como el aire, del evaporador.

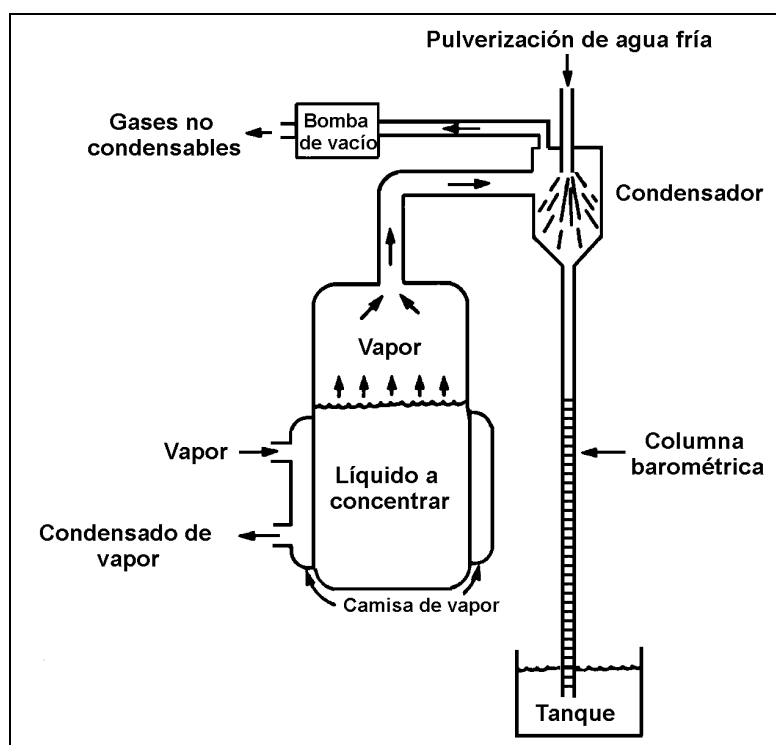


Figura 4.15: Evaporador de efecto simple

Aplicabilidad

Es aplicable en fundición de grasa, aprovechamiento y producción de harina de pescado.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes energéticos.

Plantas de ejemplo

Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura en los Estados Unidos.

Referencias

[268, Ockerman H. W. y Hansen C. L., 2000]

4.3.3.6 Extracción de amoníaco de los condensados de vapores de escape en el aprovechamiento

Descripción

El siguiente ejemplo de una planta de extracción de sustancias volátiles para el tratamiento del aire de escape en un biofiltro describe el rendimiento de depuración. La planta de extracción consiste en dos columnas dimensionadas como se describe a continuación:

Influente en la planta de extracción:	75 m ³ /d
Altura de llenado:	~ 8 m
Procesado de la columna 1:	2.100 l/h
Procesado de la columna 2:	3.000 l/h
Temperatura de entrada en la columna:	~ 60 °C
Caudal de aire recirculante:	5.100 Nm ³ /h
Demanda de NaOH:	~ 5 k/kg (nitrógeno eliminado)
Nitrógeno de amonio (influyente):	~ 2000 mg/l
Valor garantizado (efluente):	150 mg/l

El condensado del vapor de escape, que está a una temperatura de 60 – 80 °C, se transporta a un contenedor de 3 m³ de volumen. Para evitar la formación de espumas, se dosifica un agente

desespumante, de base siliconada, en la tubería de entrada de la extracción que alimenta las columnas. El pH se aumenta añadiendo NaOH. El aire saturado de vapor se introduce a contracorriente desde la cámara de presión a una temperatura de unos 30 °C y con un cociente agua residual:aire de 1:1000. La neutralización del efluente no se produce inmediatamente, sino sólo tras la reconvergencia con los otros flujos parciales de agua residual. El aire de escape de la extracción se hace pasar por un biofiltro con un caudal máximo de 122.400 m³/d. Las vías alternativas de eliminación del aire amoniaco son la incineración, la oxidación catalítica y la absorción ácida.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación del NH₃ de los condensados de los vapores de escape.

Efectos cruzados

Dependen de cómo se trate el aire de escape.

Cuestiones operativas

La Tabla 4.43 muestra datos de rendimiento para un mes estival y uno invernal.

Parámetro	Febrero			Julio		
	Influente	Efluente	% aumento/ disminución	Influente	Efluente	% aumento/ disminución
pH	7,6	12,1		5,7	12,5	
Conductividad específica (mS/cm)	3,67	8,45		6,08	14,8	
DQO total (mg/l)	6.168	5.553	- 10	14.016	12.780	- 9
N-NH ₄ (mg/l)	647	64,3	- 90	931	95,4	- 90

Tabla 4.43: Datos de una planta de extracción de volátiles para amonio (valores medios - muestras mezcladas diarias)

Plantas de ejemplo

Al menos 2 plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002]

4.3.3.7 Eliminación del N amoniacal del condensado del aprovechamiento mediante conversión de amoníaco

Descripción

El nitrógeno amoniacal se puede eliminar de los condensados del vapor de escape (CVE) mediante conversión de amoníaco. El amoníaco se transporta con los CVE en una torre de lavado (convertidor) a contracorriente con una solución nitrosa con una fuerza de 50 – 60%. La reacción que se produce da una solución de nitrato de amonio. Esta solución concentrada se bombea a través de una torre de filtrado en el convertidor. El nitrato de amonio se extrae de la torre cuando se alcanza la concentración deseada. Los vapores de escape, ahora libres de amoníaco, se condensan en un condensador en vapores de escape ácidos.

Mediante adición de urea, la solución de nitrato de amonio obtenida se puede convertir en una solución de urea y nitrato de amonio al 28%, que se puede utilizar en agricultura como fertilizante de alto contenido de nitrógeno.

Para el funcionamiento de este tipo de convertidor los vapores de escape no pueden transportar ningún tipo de sólidos. Por ello deben instalarse ciclones u otros medios de separación previa de los convertidores. Los ácidos de carbono volátiles en los vapores de escape están causados básicamente por las altas temperaturas (> 130 °C) durante el proceso de secado.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación del nitrógeno amoniacal de los condensados generados en el aprovechamiento.

Plantas de ejemplo

Al menos tres plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002]

4.3.3.8 Biolavado – generalDescripción

Los lavadores biológicos trabajan mediante descomposición microbiana de los contaminantes atmosféricos absorbidos en el medio de lavado. El absorbente es un medio de lavado con una gran concentración de microorganismos, como fango activado. El biolavador puede funcionar en varias etapas, con absorbentes de pH diferentes para absorber componentes de diferente composición química y consiguiendo una descomposición tan exhaustiva como sea posible.

Los microorganismos también pueden disponerse como película filtrante en elementos integrados o en rellenos (p. ej. reactores de lecho de goteo).

Se añaden nutrientes para los microbios en los absorbentes en cantidades controladas.

Beneficios ambientales logrados

Puede reducir las emisiones de olores en un 70 – 80%.

Efectos cruzados

El requisito de que el agua y el aire deban recircular implica que esta técnica de reducción consuma una cantidad considerable de energía.

Se genera fango que luego se debe espesar, deshidratar y eliminar. El agua residual producida necesita vaciarse para evitar incrustaciones y para evitar que inhiba la actividad microbiológica.

Cuestiones operativas

El gas a tratar se pasa a contracorriente por un flujo de agua con una población microbiana adecuada para oxidar los contaminantes malolientes. El tratamiento se realiza en una torre que contiene un medio de relleno que soporta el crecimiento microbiano. Las bacterias del fango de depuración activado se pueden usar para alimentar el relleno. El agua circula a través del absorbente y se añaden nutrientes según lo necesario. El equilibrio de pH y nutrientes es especialmente importante para evitar que la biomasa se acumule en el relleno y provoque una reducción en la circulación y el flujo y finalmente una obturación, si no se retira periódicamente.

Las fluctuaciones en las condiciones de los flujos de aire pueden tener un impacto considerable en el rendimiento.

Se han comunicado los rendimientos mostrados en la Tabla 4.44.

Contaminante	Concentración a 15 - 40 °C y presión atmosférica	Rendimiento (% de eliminación)
COV	400 – 1.000 mg/m ³	80 – 95
Olores	> 20.000 UO/m ³	70 – 90
H ₂ S	50 – 200 mg/m ³	80 – 95
NH ₃	100 – 400 mg/m ³	80 – 95
Mercaptanos	5 – 100 mg/m ³	70 – 90

Tabla 4.44: Datos de rendimiento comunicados para una instalación de goteo biológico

Aplicabilidad

No es adecuado para concentraciones tóxicas y elevadas de sustancias acidificantes. La técnica no es adecuada para compuestos muy poco solubles.

Aspectos económicos

Se han comunicado inversiones de 5.000 – 15.000 EUR para un biofiltro que trata 1.000 Nm³/h. Los costes de funcionamiento son relativamente altos, debido a los requisitos energéticos para la circulación del agua.

Plantas de ejemplo

Una planta de ejemplo en Dinamarca.

Referencias

[241, RU, 2002; 242, Bélgica, 2002; 266, Tauw, sin fecha]

4.3.3.9 Lavado húmedo – general

Descripción

La concentración de sustancias malolientes en los gases residuales se puede reducir mediante un proceso de lavado del gas residual mediante un fluido de lavado (absorbente). La absorción de una sustancia por el fluido de lavado es una reacción de equilibrio que depende de la solubilidad y presión de vapor de la sustancia en las condiciones dominantes de temperatura y presión, del área de contacto, del tiempo de residencia y del cociente del caudal de gas respecto al caudal de líquido. El proceso se puede optimizar atomizando el fluido de lavado o recubriendo los absorbentes sobre un material de soporte para maximizar la superficie expuesta.

Frecuentemente se utiliza agua como fluido de lavado preliminar para eliminar polvo y gotas de grasa, que en caso contrario podrían interferir con la capacidad del absorbente, así como para eliminar algunos compuestos nitrogenados. El uso exclusivo de agua, incluso en varias etapas, no es suficiente para reducir las emisiones de olores a niveles aceptables. Por ello normalmente se sigue de exposición a flujos oxidantes ácidos o alcalinos.

Los absorbentes de gas son básicamente dispositivos de contacto gas-líquido, donde se absorben los vapores y los gases en soluciones químicas a partir de un flujo de escape contaminado. Esta fase líquida acostumbra a recircularse, con una la extracción continua de una pequeña cantidad y la adición de una misma cantidad de reactivo fresco. Los contaminantes malolientes se absorben en soluciones químicas oxidantes apropiadas.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

Efectos cruzados

Se genera agua residual. Normalmente en las instalaciones la capacidad de separación es insuficiente y no se dispone de medios adecuados de control para medir los productos químicos. Por ello en Alemania no ha habido nuevas inversiones en lavadores químicos durante los últimos años, ni para su uso en plantas antiguas.

El uso de oxidantes puede llevar a la formación de compuestos malolientes y a una mala gestión de los efluentes líquidos, así como crear una fuente de olores secundaria.

Aplicabilidad

La rentabilidad de los absorbentes se reduce si el gas de escape a tratar tiene una alta concentración de humedad, debido a su absorción preferencial de vapor de agua.

Referencias

[49, VDI, 1996; 241, RU, 2002]

4.3.3.10 Oxidación térmica para combustión de vapor, gases no condensables y aire ambiental

Descripción

La combustión directa de gases malolientes se puede llevar a cabo durante pocos segundos a 850 °C. Los costes de operación son altos en términos de consumo de energía, por lo que se necesitan caros sistemas de intercambio de calor para minimizarlo.

Un ejemplo de sistema de oxidación térmica está formado por un sistema de 3 unidades y consiste en una cámara de combustión, en donde los gases se calientan, p. ej. a 950 °C, una cámara de retención en donde se mantiene la temperatura durante el tiempo necesario, p. ej. 1 -2 segundos, y una caldera de vapor que usa los gases calentados para producir vapor utilizable. El calor de exceso se hace pasar por un intercambiador de calor para precalentar el aire y el vapor que van hacia la cámara de combustión.

El sistema desodoriza los gases no condensables y parte del aire de procesado y de ventilación. También puede tratar el agua evaporada de las materias primas y luego verter el agua en el aire como vapor de agua limpio. Sin embargo, aún habrá parte de agua que necesite un tratamiento en una EDAR, como el agua de lavado, parte de la cual procederá del lavado del equipo de oxidación, como los filtros.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores de pequeño volumen/alta intensidad y alto volumen/baja intensidad con una eficiencia de casi el 100% y eliminación completa de vapor, ahorrando la necesidad de ser tratado en la EDAR.

Efectos cruzados

Los sistemas de combustión producen gases con efecto invernadero como CO₂ y NO_x y pueden generar emisiones de SO_x.

La cantidad de NO_x emitido puede ser alta si las materias primas no son frescas, especialmente en condiciones climáticas cálidas, si antes no se previene la degradación mediante un tratamiento rápido o conservación de las materias primas (p. ej. mediante refrigeración). Puede ser necesaria una medición continua de NO_x para supervisar las condiciones de combustión.

Se necesita combustible para hacer funcionar el sistema de oxidación térmica.

Cuestiones operativas

Normalmente se incineran los gases de procesado concentrados, especialmente los que contienen gases no condensables. Se puede conseguir la combustión completa, ya que la materia orgánica parcialmente oxidada aún puede producir sustancias malolientes. La destrucción efectiva de las emisiones malolientes se consigue controlando detalladamente la temperatura en la cámara de combustión, para mantenerla a 850 – 950 °C, con un tiempo de residencia de 1 – 2 s y utilizando turbulencia o mezcla y oxígeno suficiente.

El tamaño de la cámara de combustión es importante. Su longitud y diseño está determinado por la longitud de la llama y el requisito de conseguir el tiempo de residencia necesario y la mezcla efectiva del gas con el aire de combustión. Los gases y vapores de procesado se extraen directamente de la caldera y la prensa de harina a través de tuberías de acero inoxidable y se llevan a un colector. Fosas sépticas dentro de las tuberías eliminan cualquier materia sólida arrastrada por el aire que se haya introducido en el flujo de gas.

El aire ambiental de otras áreas malolientes también se puede extraer, tras un primer filtrado para eliminar materia capturada. Se puede precalentar con un economizador y se puede utilizar como aire de combustión dentro de la cámara de combustión. Véase también la sección 4.3.8.15, sobre la conducción de aire en una instalación incineradora.

El funcionamiento del sistema de oxidación térmica se controla con un sistema PLC. La temperatura se mide continuamente en la cámara de combustión y unos ventiladores de velocidad variable aseguran un ritmo equilibrado de combustión, extracción de gases de procesado y producción de vapor. Hay una fuerte relación entre los requisitos de destrucción térmica y la demanda del vapor. Ello incluye dispositivos de extracción de vapor al detener el proceso y la disposición de vapor durante los períodos de puesta en marcha y de inactividad.

Durante la oxidación térmica, el objetivo es oxidar completamente los gases combustibles. Esto lleva a la producción de contaminantes como CO_2 , NO_x y posiblemente SO_2 y/o cloruros, además de agua.

Como el proceso destruye todos los olores de las calderas, incluyendo los gases no condensables, se elimina la necesidad de disponer de medios alternativos de eliminación o tratamiento de efluentes muy malolientes. Si, además, el agua residual también se somete a destrucción térmica, se reduce considerablemente la generación de efluente líquido e incluso se puede llegar a eliminar.

Los niveles de emisión alcanzables por cualquier instalación están afectados por las condiciones básicas de combustión asociadas con el combustible utilizado y las características del gas de procesado a destruir. De la destrucción de sustancias presentes en el aire de procesado introducido en la cámara de combustión se generan niveles adicionales de sustancias como NO_x . El factor principal que afecta a la cantidad de emisiones de NO_x es el nivel de NH_3 presente en los gases de procesado, que está directamente relacionado con el historial de almacenaje de la materia prima antes del aprovechamiento. Para minimizar las emisiones de amoníaco y NO_x un cierto control del almacenaje, manipulación y transferencia de la materia prima en el origen y en la instalación de subproductos animales puede asegurar que los materiales se procesan en un estado lo más fresco posible.

Una caldera de recuperación de calor conectada íntegramente al sistema de oxidación térmica puede utilizar calor de los gases de combustión para proporcionar vapor utilizable en la operación de cocción o aprovechamiento.

Hay cierta oposición al uso de esta técnica basándose en el gran consumo de energía y la inversión de capital necesaria, que pueden limitar su viabilidad a pequeñas cantidades de aire y/o aire muy contaminado.

Caso de estudio

Se estudió una nueva planta como caso de análisis. Trata menudos de aves en un secador continuo, seguido por una prensa de tornillo y una centrífuga para la purificación de la grasa. También hidroliza plumas en un hidrolizador continuo, que también se usa para la esterilización / cocción a presión de menudos de porcinos. Se instaló y se probó un sistema de oxidación térmica. El análisis de los gases de combustión mostró que las emisiones estaban por debajo de los límites autorizados; no se midieron emisiones de olores. La planta tiene una producción potencial de 13 – 15 t/h de materia prima.

Se comunicaron los datos operativos presentados en la Tabla 4.45:

Caudal máximo de vapor		10.000 kg/h
Caudal máximo de gases no condensables	1.930 m ³ /h	2.500 kg/h
Caudal máximo de aire (aire a desodorizar)	10.800 m ³ /h	14.000 kg/h
Temperatura de trabajo		900 °C
Tiempo de residencia		> 1 s
Producción de vapor*		11.500 kg/h, 12 Pa
* Como regla general, la cantidad de vapor utilizado para aprovechar en seco una materia prima dada es $10 \times x\%$, donde x es el contenido de agua de la materia prima, se utilizan $10 \times x$ kg de vapor. Por ejemplo, si la materia prima contiene un 75% de agua, al menos se utilizarán 750 kg de vapor.		

Tabla 4.45: Datos operativos para un caso de estudio en una planta de aprovechamiento con sistema de oxidación térmica

Aplicabilidad

Los proveedores de equipos han concluido que el sistema es más adecuado para sistemas de aprovechamiento convencionales que no utilizan evaporadores de calor residual o sistemas de recuperación de calor similares.

Aspectos económicos

Los proveedores de equipos han calculado los costes de inversión y funcionamiento para un sistema de este tipo instalado en varios sistemas convencionales. Sus cálculos se muestran en la Tabla 4.47. Los aspectos económicos parecen mejorar considerablemente si de esta manera se pueden evitar nuevas inversiones en una caldera convencional, una unidad condensadora y una planta de tratamiento de aguas residuales.

La Tabla 4.47 muestra los costes comparativos de 3 procesos de aprovechamiento diferentes que sustituyen si caldera por un sistema de oxidación térmica. En cada caso el sistema de oxidación está diseñado para hacer frente a todo el vapor, incluyendo los gases no condensables y una parte del aire ambiental extraído del proceso y para proporcionar el 100% del vapor requerido por el proceso. La información se refiere a una producción de 12,5 t/h de materia prima, formada por un 25% de materia seca, 12% de grasas y 63% de agua.

El coste total presentado es el coste anualizado adicional de funcionamiento del sistema de oxidación térmica comparado con la conservación del sistema existente de caldera, sistema de condensador y sistema de tratamiento de aguas residuales. Está formado por los elementos mostrados en la Tabla 4.46.

Elemento	Definición
Inversión	Coste monetario del nuevo sistema de oxidación térmica.
Combustible extra	Combustible adicional que necesita el sistema de oxidación térmica, respecto a la caldera existente, para procesar los vapores que la caldera no hubiera procesado.
Agua residual ahorrada	Cantidad de vapor de proceso que ya no se condensa, sino que pasa directamente al sistema de oxidación térmica.
Coste de capital	El capital invertido anualizado a 4 años con un tipo de interés del 5%
Coste de combustible	Coste anualizado del combustible extra basado en un precio de combustible de 200 EUR/t
Agua residual	El ahorro en los costes de eliminación/tratamiento del efluente correspondiente al vapor que ya no se condensa, basado en un coste de tratamiento de 2 EUR/t

Tabla 4.46: Elementos de coste para la sustitución de una caldera existente por un sistema de oxidación térmica

El uso de sistemas de recuperación de calor regenerativos o recuperativos puede mejorar la eficiencia del proceso y reducir los costes de funcionamiento. Los costes comparativos del sistema de oxidación térmica también se pueden mejorar si su instalación evita la necesidad de invertir en calderas, condensadores o instalaciones de tratamiento de aguas residuales nuevas o sustituidas.

Precio combust. (EUR/t)	200
Agua residual (EUR/t)	2
Período de produc. (h/año)	5.000
Interés (% anual)	5
Período de depreciación (años)	4

Materia prima		
Mat. seca	25%	3.125 kg/h
Grasas	12%	1.500 kg/h
Agua	63%	7.875 kg/h
Total	100%	12.500 kg/h

Aprovech. húmedo		
Calent. vapor		
1.620 kg/h		
Secador vapor		
5.210 kg/h		
Vapor total		
6.830 kg/h		
Condensado total		
6.440 kg/h		
Vapor de 1 efecto		
1.130 kg/h		
Comb. oxid. térm.	Carga	
490 kg/h	100%	
Comb. caldera norm.	Carga	
0 kg/h	0%	
Comb. caldera norm.	Carga	
427 kg/h	100%	

Aprovech. seco		
Vapor total		
10.910 kg/h		
Caldera evaporación		
7.680 kg/h		
Comb. oxid. térm.	Carga	
767 kg/h	100%	
Comb. caldera norm.	Carga	
0 kg/h	0%	
Comb. caldera norm.	Carga	
682 kg/h	100%	

WHD		
Calent. vapor		
1.620 kg/h		
Secador vapor		
5.160 kg/h		
Vapor total		
6.780 kg/h		
Condensado total		
6.740 kg/h		
Vapor de 1 efecto		
840 kg/h		
Comb. oxid. térm.	Carga	
487 kg/h	100%	
Comb. caldera norm.	Carga	
0 kg/h	0%	
Comb. caldera norm.	Carga	
424 kg/h	100%	

Referencia

Referencia	Planta con caldera estándar y sistema de oxidación térmica adicional (capacidad = 100% de la carga)				
Inversión (EUR)	52.500		575.000		525.000
Combustible extra (kg/h)	63		85		63
Ahorro de agua residual (kg/h)	1.130		7.680		840
Coste de capital (EUR/año)	141.006		154.435		141.006
Coste de combustible (EUR/año)	63.432		85.229		63.377
Agua residual (EUR/año)	- 11.300		- 76.800		- 8.400
Total (EUR/año)	193.138		162.864		195.983

Tabla 4.47: Datos económicos, de consumo y emisión de un sistema de oxidación térmica para combustión de vapor, gases no condensables y aire ambiental [194, EURA, 2000]

Motivación para la puesta en práctica

Eliminación de gases muy maloliente, especialmente los gases no condensables producidos durante el aprovechamiento.

Plantas de ejemplo

Plantas de aprovechamiento en Irlanda, España y el Reino Unido.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 168, Sweeney L., 2001; 194, EURA, 2000; 241, RU, 2002; 310, Oberthur R., 2002]

4.3.3.11 Combustión de gases malolientes, incluyendo gases no condensables, en una caldera

Descripción

Los gases malolientes, incluyendo los gases no condensables, producidos durante el aprovechamiento se pueden quemar en una caldera existente en la instalación. El vapor recogido de las calderas, secadores y evaporadores se pasa primero por un ciclón para separar la materia sólida. Luego pasa a través de un intercambiador de calor en donde se enfría el vapor. A continuación el aire húmedo se deshidrata y el agua se vierte a una EDAR, mientras que el aire con las sustancias malolientes, incluyendo el aire de las instalaciones, se quema.

Beneficios ambientales logrados

Se informa que el sistema es muy eficiente y, si se opera correctamente, tan eficiente en la eliminación de olores (incluso los intensos) como otros métodos de quemado.

Efectos cruzados

Aumenta algo el consumo de combustible, debido a la menor eficiencia de la caldera. Puede ser necesario mantener la caldera encendida durante el aprovechamiento, incluso cuando no hay demanda de vapor; en caso contrario los olores podrían escaparse, por ejemplo a través de un biofiltro, que puede ser capaz de tratar sólo olores de baja intensidad. El mantener la caldera encendida implica un consumo adicional de combustible.

Cuestiones operativas

Si la instalación no dispone de una caldera capaz de funcionar continuamente para quemar los gases malolientes en lugares en que hay una demanda de reducción, puede ser necesario un sistema de tratamiento alternativo. Debe controlarse el caudal para asegurar una combustión completa de los gases malolientes.

Aplicabilidad

Es aplicable a olores de bajo volumen y alta concentración.

Aspectos económicos

Los altos costes de funcionamiento se pueden reducir mediante recuperación de calor y si se puede minimizar la reducción inevitable en la eficiencia de la caldera, a condición de que la instalación esté correctamente diseñada y construida para minimizar los efectos de los gases corrosivos tratados.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones de olores.

Plantas de ejemplo

Al menos una planta de aprovechamiento en los Países Bajos y una en el Reino Unido.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001; 200, Widell S., 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.3.3.12 Lavador de dióxido de cloro generado a partir de clorito de sodio - reducción de olores

Descripción

Una técnica alternativa o complementaria a la combustión de los gases de aprovechamiento malolientes es pasar el aire y el agua de salida a través de un sistema de lavado recirculante. En este caso el agua de lavado se puede tratar con un oxidante químico para eliminar contaminantes malolientes, como H₂S, mercaptanos y compuestos amoniacales como las aminas. El dióxido de cloro es un oxidante efectivo para controlar los productos de descomposición generados en las operaciones de aprovechamiento, es decir, productos formados por la acción de bacterias putrefactoras en la materia nitrogenada.

Se puede aplicar una solución técnica de clorito de sodio a través de un sistema de generación de dióxido de cloro.

Efectos cruzados

Se pueden formar aminas cloradas y AOX.

Cuestiones operativas

Se informa que esta técnica es menos eficiente que la combustión de gases malolientes.

El dióxido de cloro es más atractivo que el cloro porque no reacciona con el amoníaco ni aminas primarias, sólo reacciona con las aminas secundarias y terciarias malolientes.

Referencias

[200, Widell S., 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003; 348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003; 350, EFRA, 2003]

4.3.3.13 Lavador de dióxido de cloro generado a partir de clorato de sodio - reducción de olores

Descripción

Se puede utilizar una tecnología de dióxido de cloro basada en clorato de sodio como alternativa o complemento a la combustión de los gases de aprovechamiento malolientes. El agua de salida se hace pasar a través de un sistema de lavado recirculante. En este caso el agua de lavado se puede tratar con un oxidante químico para eliminar contaminantes malolientes, como H₂S, mercaptanos y compuestos amoniacales como las aminas. El dióxido de cloro es un oxidante efectivo para controlar los productos de descomposición generados en las operaciones de aprovechamiento, es decir, productos formados por la acción de bacterias putrefactoras en la materia nitrogenada.

Se afirma que el clorato de sodio presenta ventajas sobre el clorito de sodio por su naturaleza libre de cloro. El proceso con clorito añade cloro al sistema como agente no reaccionante.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

Efectos cruzados

Se pueden formar aminas cloradas y AOX.

Cuestiones operativas

Se informa que esta técnica es menos eficiente que la combustión de gases malolientes.

Referencias

[200, Widell S., 2001; 243, Clitravi - DMRI, 2002; 347, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2003; 348, Miembros austriacos del Grupo de Trabajo, 2003; 350, EFPPA, 2003]

4.3.3.14 Uso de H_2O_2 para eliminar el H_2S del agua residual en plantas de aprovechamiento de plumas

Descripción

Para el agua residual con grandes concentraciones de sulfuros (por ejemplo del procesado de plumas) la reducción de la concentración de H_2S es una prioridad. Concentraciones de unos 80 - 100 mg/l de sulfuro impiden la biocenosis del fango activado y, por tanto, el proceso de tratamiento biológico en las etapas posteriores.

Se puede añadir peróxido de hidrógeno al agua residual para oxidar el sulfuro.

Cuestiones operativas

Para oxidar estequiométricamente 1 kg de sulfuro se necesitan aproximadamente 13 litros de peróxido de hidrógeno al 30%. La reacción tarda unos 10 minutos. Si se utiliza un exceso de peróxido de hidrógeno el tiempo de reacción se reduce; p. ej. con un exceso del 50% la reacción tarda unos 5 minutos.

Plantas de ejemplo

Una planta de aprovechamiento en Alemania

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002]

4.3.3.15 Tratamiento biológico del agua residual utilizando sobrepresión junto con ultrafiltración

Descripción

El efluente, procedente de una planta de aprovechamiento de cadáveres animales, se trata inicialmente mediante flotación por vacío y a continuación mediante purificación biológica aeróbica.

El efluente pasa por un filtro de tambor rotatorio y luego a un tipo de flotación por relajación de presión, durante la cual se separan considerablemente las grasas y sustancias lipofílicas. Esto se realiza sin el uso de productos químicos, de forma que las sustancias se pueden volver a reciclar en proceso de aprovechamiento junto con el material basto del filtro de tambor rotatorio.

A continuación el efluente tratado mecánicamente se somete a un tratamiento biológico aeróbico, adecuado para el tratamiento de efluentes muy cargados. Los sólidos se separan mediante un filtro de mangas y el efluente se bombea a una serie de 3 “reactores de activación”. La activación se produce a 300 kPa, lo que facilita el uso de oxígeno. El tratamiento biológico consiste en una fase en un reactor de desnitrificación, seguida de 2 fases de nitrificación. Los compuestos de carbono (DBO_5 , DQO) y de nitrógeno (N-org., $N-NH_4$, $N-NO_3$ y $N-NO_2$) se convierten biológicamente en biomasa, CO_2 , N_2 y H_2O . Se proporciona ácido fosfórico y sosa cáustica para los microorganismos. La planta dispone de una torre de refrigeración, a través de la cual se elimina en calor del sistema. La temperatura en los reactores de activación se mantiene a 35 – 37 °C.

El proceso tiene una gran estabilidad operativa, incluso si cambian las condiciones del efluente. En contraste con los procesos convencionales de purificación biológica de efluentes, la separación de materia bacteriana del líquido purificado tiene lugar mediante filtración por membrana durante un proceso de ultrafiltración. Se pueden eliminar sólidos con un tamaño de

partícula de hasta $0,05\ \mu\text{m}$. Las bacterias y las sustancias peligrosas adsorbidas en el fango activado quedan retenidas en el sistema. La formación de volúmenes grandes de fango en el biorreactor se puede controlar con el uso de membranas.

El proceso se caracteriza por un aumento relativamente pequeño del fango, lo que permite obtener una edad elevada del fango, que favorece considerablemente la adaptación de los microorganismos al efluente. En este sistema cerrado se consigue una concentración de biomasa similar a la de una planta de activación convencional.

El concentrado de fango retenido en la unidad de ultrafiltración se devuelve continuamente al reactor de activación como residuo. El caudal del residuo ayuda a la mezcla, que también es favorecida por la inyección de aire en el sistema.

Tras la purificación biológica, el efluente se lleva a una planta de sedimentación municipal. El efluente puede utilizarse para lavar el aire de escape procedente del sistema. Posteriormente el agua se pasa otra vez por el proceso de tratamiento biológico y el aire de escape se trata en un biofiltro.

La técnica se esquematiza en la Figura 4.16.

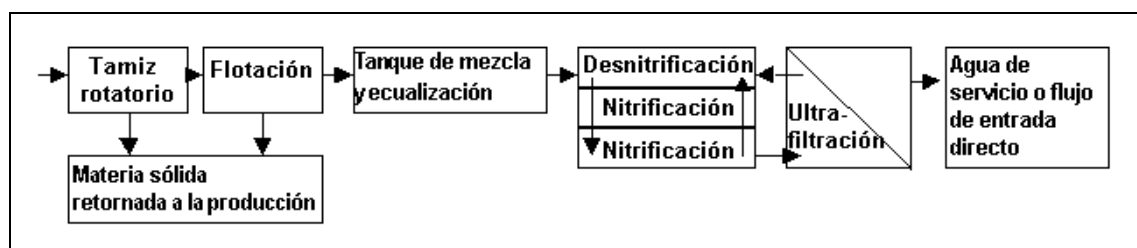


Figura 4.16: Diagrama de flujo del tratamiento biológico del agua residual mediante sobrepresión junto con ultrafiltración

Beneficios ambientales logrados

El tratamiento biológico consigue una reducción de DQO superior al 97% y una reducción de nitrógeno superior al 90%.

Efectos cruzados

Las emisiones de olores necesitan reducción. En una instalación de ejemplo se utiliza un biofiltro. Las bombas y compresores producen ruido.

Cuestiones operativas

Los productos químicos de limpieza, como el ácido cítrico, el ácido nítrico y la sosa cáustica se utilizan para limpiar membranas, lo que evita el uso de agentes complejantes. Los productos químicos de limpieza se devuelven a la planta de tratamiento biológico.

El consumo medio de energía de la planta es de $40\ \text{kWh/m}^3$.

El consumo medio anual de agua para la torre de refrigeración y para la limpieza de la membrana es de unos $1.800\ \text{m}^3$.

El lodo del tratamiento biológico tiene un contenido orgánico superior al 90% y se puede transportar a la torre de digestión de una planta de sedimentación municipal o a una planta de biogás. Con un contenido de materia seca de aproximadamente $18 - 20\ \text{g/l}$ el volumen del fango producido se sitúa en unos $1.500\ \text{m}^3/\text{año}$. La unidad de ultrafiltración puede concentrar el lodo hasta un contenido de materia seca de aproximadamente $35 - 38\ \text{g/l}$, lo que reduce el volumen a eliminar. Es posible reducir el volumen del fango hasta un 50% del volumen producido de lodo.

Las bombas y los compresores para suministrar aire son la fuente principal de ruidos en la planta. Se ha informado de que el nivel de ruido es de 80 – 85 dB(A), cayendo a menos de 45 dB(A) a una distancia de 50 metros.

Aplicabilidad

Es aplicable para aguas residuales con una gran carga orgánica, como la procedente de plantas de aprovechamiento. Las pausas para mantenimiento y limpieza representan sólo el 5% del tiempo de funcionamiento. El proceso tiene unos requisitos de espacio especialmente reducidos, comparados con otras EDAR. Por ello es posible reducir considerablemente los costes de construcción.

Aspectos económicos

Los costes de funcionamiento para el tratamiento de efluentes son de aproximadamente 8,20 EUR/m³ de efluente o 7,38 EUR/t de materia prima procesada.

Los requisitos de espacio especialmente reducidos, comparados con otras EDAR, implican unos costes de construcción relativamente bajos.

Motivación para la puesta en práctica

Tecnología de la planta compacta, mínimos requisitos de espacio, alta fiabilidad de funcionamiento, alta disponibilidad, conformidad segura con parámetros de vertido restrictivos y pocos gastos de personal gracias a un funcionamiento totalmente automatizado.

Plantas de ejemplo

Una planta de aprovechamiento de cadáveres animales en Alemania. En la Tabla 4.48 y Tabla 4.49 se muestran algunos datos.

Mes	Año fiscal 2001		
	Medias mensuales de materia prima procesada (t)	Volumen de agua (m ³)	Volumen de agua específico (m ³ /t)
Enero	2.339,8	2.295	0,981
Febrero	2.309,2	1.966	0,851
Marzo	3.195,3	2.267	0,709
Abril	5.065,1	3.050	0,602
Mayo	5.458,5	2.341	0,429
Junio	2.359,5	2.146	0,910
Julio	2.331,2	2.384	1,023
Agosto	2.804,7	1.489	0,531
Septiembre	2.689,5	2.852	1,060
Octubre	2.735,2	2.549	0,932
Noviembre	2.942,4	1.909	0,649
Diciembre	2.579,0	1.870	0,725
Media	3.067,5	2.260	0,784
Total	36.809,4	27.118	

Tabla 4.48: Producción de efluente durante el año fiscal 2001

Mes	Concentraciones en el efluente						
	Medias mensuales						
	Entrada		Salida				
	DQO (mg/l)	N-NH ₄ (mg/l)	DQO (mg/l)	N- NH ₄ (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	N-NO ₂ (mg/l)	P total (mg/l)
Enero	4.935	995	55	5,0	45	3,0	0,15
Febrero	4.136	975	58	4,5	48	4,2	0,20
Marzo	4.832	838	65	2,2	52	5,3	0,30
Abril	7.490	1.067	75	3,8	50	6,5	0,20
Mayo	8.000	1.015	68	3,2	43	5,8	0,25
Junio	8.650	1.250	72	3,8	46	8,2	0,32
Julio	11.750	1.540	75	4,2	56	9,3	0,34
Agosto	6.700	1.311	71	4,6	53	8,4	0,45
Septiembre	6.200	1.137	68	4,3	68	7,6	0,30
Octubre	5.720	917	55	4,8	65	5,8	0,35
Noviembre	3.800	802	58	4,1	63	5,2	0,45
Diciembre	4.445	1.012	61	3,8	58	5,3	0,25
Media	6.388	1.072	65	4,0	54	6,2	0,30

Tabla 4.49: Concentraciones medias de efluente

Referencias

[301, Grupo de Trabajo alemán, 2002]

4.3.4 Producción de harina y aceite de pescado

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.4.1 Uso de materia prima orgánica fresca con un bajo contenido de nitrógeno volátil total (NVT)

Descripción

El pescado se puede deteriorar en las condiciones anaeróbicas presentes durante el almacenaje en el barco de pesca y en los silos de materia prima en la factoría. El deterioro causa la formación de un gran número de compuestos de olor intenso. Además de NH₃, TMA y otros compuestos básicos volátiles, se forman diversos compuestos de azufre volátiles, como mercaptanos y el gas H₂S muy tóxico y de olor fuerte.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el contenido de nitrógeno y sulfuros y, por consiguiente, en las emisiones de olor durante el almacenaje, el procesado y el tratamiento de las aguas residuales.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

Una reducción en la calidad de la materia prima (aumento en el NVT) provoca un aumento considerable en las concentraciones de compuestos de nitrógeno. Se informa que los análisis estadísticos muestran que incluso con concentraciones bajas de fósforo, p. ej. de sobreebullición, se registran aumentos en las concentraciones de nitrógeno condensado muy superiores a los esperados al considerar sólo las concentraciones de nitrógeno y fósforo del agua de cola y el agua de cola evaporada.

Se han realizado varias investigaciones sobre el deterioro de la materia prima y sobre las emisiones de olores de las factorías de harina de pescado. Las investigaciones constaban de exámenes del olor emitido durante la descarga, transporte, almacenaje y procesado del pescado industrial en función de la frescura y calidad de la materia prima. Las gráficas de la concentración de NVT en la materia prima, en función del tiempo, dan líneas casi rectas con una

fuerte dependencia de la temperatura de almacenaje. Varias investigaciones han mostrado que la velocidad de formación de NVT se duplica aproximadamente por cada aumento de 6 °C.

Las investigaciones indican que la formación de H₂S se inicia con una concentración de NVT en la materia prima de unos 50 – 100 mg N/100 g de pescado. El H₂S se libera del pescado durante la manipulación mecánica. Se ha demostrado que a 6 °C y a 12 °C se produce una disminución exponencial de la concentración de H₂S (equivalente a la cantidad liberada). También se ha demostrado que al alargar el tiempo de almacenaje en 4 o 5 días el olor aumenta en un factor 10, independientemente de la temperatura.

En resumen, los resultados de las mediciones de olor muestran que cuanto mayor sea la temperatura de almacenaje mayor será la generación de olor y éste será más intenso y desagradable, para una misma concentración. Es decir, el olor formado a mayor temperatura tiene un olor peor y más intenso que la misma “cantidad de olor” formado a una temperatura inferior.

Por lo tanto, la minimización del NVT en la instalación de procesamiento de aceite y harina de pescado depende de que el pescado se almacene en los barcos de pesca a una temperatura lo bastante baja y durante el menor tiempo posible, para minimizar la degradación y la formación de sustancias malolientes fuertes e intensas.

Los procesadores de harina y aceite de pescado no acostumbran a refrigerar la materia prima, pero se le añade hielo en los barcos de pesca. La cantidad depende de la temperatura del agua de mar y del tiempo que el pescado debe almacenarse a bordo antes del desembarco. A finales de verano se puede añadir un 25% de hielo al pescado; en invierno un 10% se considera suficiente. De promedio se añade un 15% de hielo a todo el pescado capturado. Para enfriar el pescado a 0 °C, se añade hielo en una proporción de 1,25%, en peso de pescado capturado. Por ejemplo, si la temperatura del pescado es de 4 °C, entonces se añade $4 \times 1,25\% = 5\%$, en peso de hielo, es decir 5 t hielo/100 t pescado. Si la temperatura es de 16 °C entonces se añade $16 \times 1,25 = 20$ t hielo/100 t pescado. Si el pescado debe almacenarse más de 1 – 2 días se necesita más hielo para mantener la temperatura a 0 °C. El consumo de energía para producir 1 tonelada de hielo es de 60 kWh. El consumo medio de energía por tonelada de pescado industrial por añadir 0,15 toneladas de hielo sería 9 kWh. La adición de hielo al pescado significa que se debe usar más energía para eliminar el agua, que a su vez debe tratarse en una EDAR.

El uso de materia prima fresca lleva a un producto de mayor calidad, así como a una reducción de los problemas de tratamiento de olores y aguas residuales.

Se informa que no es posible evitar totalmente los olores, incluso usando materia fresca, por lo tanto siempre se deberá considerar el uso de técnicas de reducción.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las plantas de procesamiento de harina y aceite de pescado.

Aspectos económicos

Hay ventajas económicas asociadas a la elaboración de un producto de mayor calidad a partir de materia prima más fresca (de menor NVT).

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los problemas de olores durante el almacenaje, procesamiento y tratamiento de aguas residuales, así como una mejora en la calidad del producto.

Plantas de ejemplo

Las 3 mayores factorías danesas de harina de pescado.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997; 303, Minck F., 2002]

4.3.4.2 Uso de calor del vapor procedente del secado de la harina de pescado en un evaporador de capas delgadas para concentrar el agua de cola

Descripción

El calor residual procedente del secado de la torta, el grax y el agua de cola evaporada se puede utilizar en un evaporador de capas delgadas para concentrar el agua de cola y formar agua de cola evaporada.

En la instalación que comunicó esta técnica la especificación para la mezcla aire/vapor procedente del secador es una temperatura mínima de 87 °C y que la mezcla esté saturada de vapor. Una mezcla 1:1 de aire y vapor proporciona una fuente de energía aceptable con propiedades de transferencia de calor aceptables.

La Figura 4.17 y la Figura 4.18 son representaciones esquemáticas de dos tipos diferentes de evaporador. El evaporador que se muestra en la Figura 4.17 es un evaporador antiguo de autocirculación, en donde el agua de cola o agua de cola evaporada circula hacia arriba a través del intercambiador de calor como resultado de la calefacción y la formación de vapor (esta circulación no se muestra en la figura, que sólo muestra los flujos principales de vapor y líquido). El caudal agua de mar a través del condensador barométrico es normalmente de unos 200 m³/h, mientras que la velocidad de evaporación es de 5 a 20 m³/h. El evaporador autocirculante se calienta con vapor procedente de la caldera de la factoría. Este tipo de evaporador acostumbra a contener grandes cantidades de líquido y utiliza altas temperaturas en su primera etapa, donde es habitual temperaturas de ebullición de 120 – 130 °C. Las grandes cantidades de líquido llevan a unos tiempos medios de retención largos y esto, junto con las grandes temperaturas de ebullición, provoca que el agua de cola o agua de cola evaporada esté expuesta a una carga calorífica considerable.

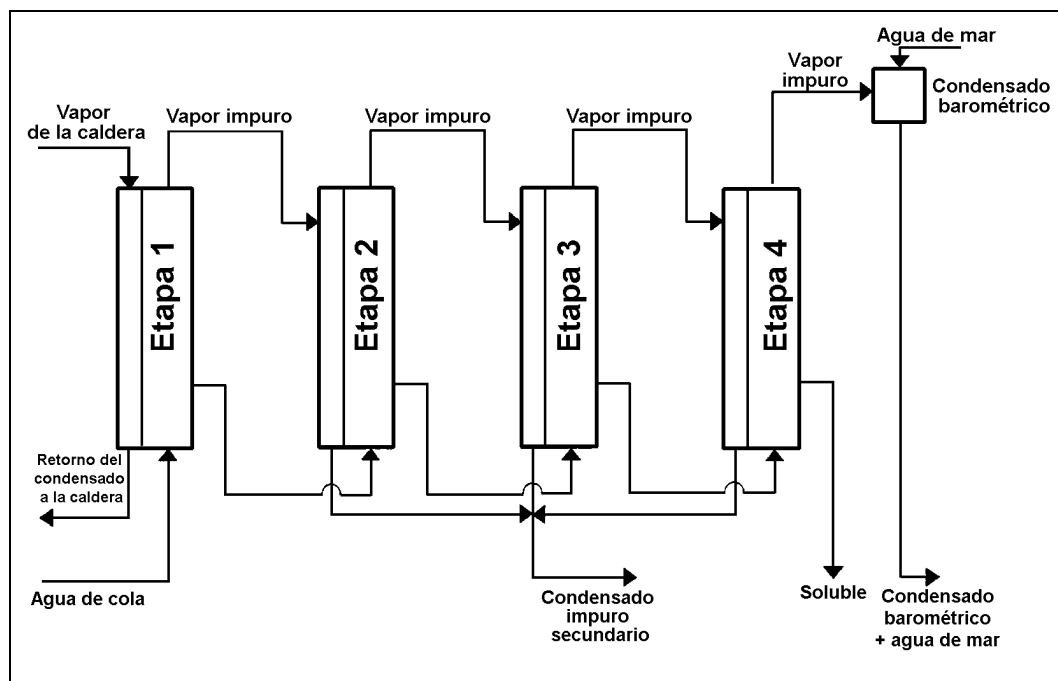


Figura 4.17: Representación esquemática de un evaporador autocirculante de 4 etapas
[155, Consejo de ministros de los países nórdicos, 1997]

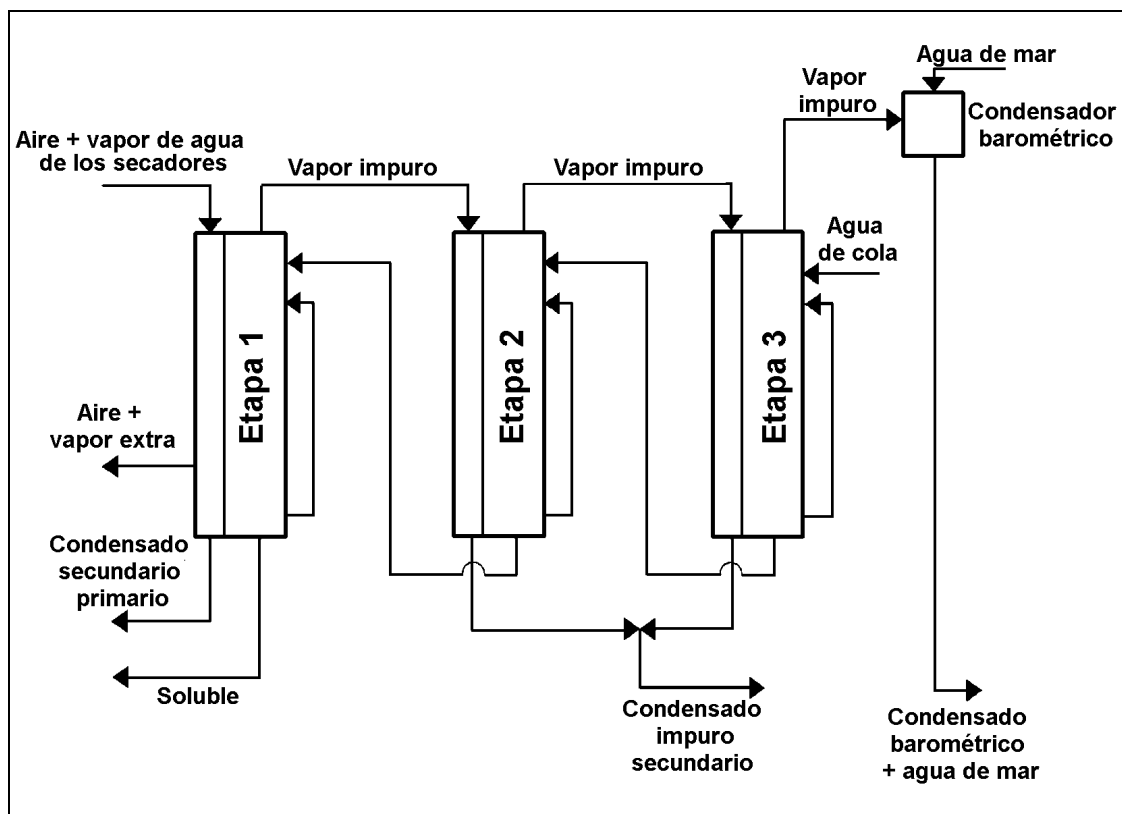


Figura 4.18: Representación esquemática de un evaporador de calor en exceso de capas delgadas [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

El evaporador que se muestra en la Figura 4.18 es un evaporador de capas delgadas. Muestra las corrientes principales de vapor y líquido. El caudal de agua de mar a través del condensador barométrico es normalmente de unos 250 m³/h, mientras que la velocidad de evaporación es de 10 a 30 m³/h. El agua de cola o agua de cola evaporada se recircula y luego se bombea hasta la parte superior del intercambiador de calor. En este punto el líquido se dispersa en un gran número de tubos donde cae en forma de capa delgada por la parte interna de los tubos hasta el fondo del intercambiador. Parte del líquido se evapora. En el fondo del evaporador se separa la mezcla de líquido y vapor. Este tipo de evaporador se acostumbra a calentarse con vapor de exceso procedente de los secadores, pero también puede calentarse con vapor de la caldera. El evaporador normalmente contiene poca cantidad de líquido, lo que lleva a tiempos de retención cortos. Habitualmente se utilizan temperaturas relativamente bajas, de 55 – 60 °C en la etapa 1 y 40 - 50 °C en la última, cuando el evaporador recibe vapor de exceso de los secadores normales a presión atmosférica. En este proceso el producto está sometido a una temperatura muy inferior que en el evaporador autocirculante, por lo que su calidad es mayor.

En el evaporador de capas delgadas se ha informado de una correlación entre el rendimiento del evaporador y la cantidad de remanente en el condensado impuro. Por ello es posible reducir el remanente controlando la salida del evaporador. El remanente comunicado a salidas moderadas del evaporador de capas delgadas es ligeramente menor que los mejores resultados con el evaporador autocirculante. No se observó rebosamiento del líquido al producirse el hervido en el evaporador de capas delgadas.

Un evaporador autocirculante contiene grandes cantidades de agua de cola y agua de cola evaporada, respecto a un evaporador de capas delgadas, que permanece en el evaporador durante los paros temporales. Como el agua de cola y el agua de cola evaporada son muy inestables, incluso unos paros breves pueden dar lugar a cambios en el producto lo bastante grandes como para tener un efecto negativo en el vertido procedente del proceso de evaporación al reiniciar el evaporador.

El gran volumen del evaporador autocirculante exige grandes cantidades de agua y NaOH para la limpieza, que posteriormente dan lugar a grandes cantidades de agua residual.

Se afirma que el uso de evaporadores de capas delgadas en la industria de harina de pescado mejora el producto y reduce el impacto ambiental. Parece ser que la calidad del agua de cola evaporada de un evaporador de capas delgadas es considerablemente mayor que la de un evaporador autocirculante, debido a las temperaturas inferiores a las que se somete el producto en el evaporador de capas delgadas.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía, debido al uso de vapor procedente del secador y a las menores temperaturas. Menor contaminación del agua por pérdida de producto y sustancias limpiadoras que cuando se utiliza un evaporador autocirculante.

Efectos cruzados

El agua de mar se vierte a unos 10 – 15 °C.

Cuestiones operativas

El condensado impuro secundario recibía poca contaminación debido a la sobreebullición del evaporador autocirculante, hasta que se produjeron problemas técnicos sin determinar en el evaporador. A pesar de ello, los resultados de un análisis estadístico sugieren que el contenido de fósforo tenía una influencia significativa en el grado de contaminación en el condensado. En el evaporador de capas delgadas no se observó un efecto equivalente en el condensado impuro secundario, incluso aunque a menudo contenía tanto fósforo como las muestras del evaporador autocirculante.

La calidad del agua de cola evaporada de un evaporador de capas delgadas es considerablemente mayor que al de un evaporador autocirculante, debido a las temperaturas inferiores a las que se somete el producto en el evaporador de capas delgadas. La harina de cola extraída de la torta, el grax y el agua de cola evaporada también es, por ello, de mejor calidad.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las factorías de aceite y harina de pescado.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en el consumo de energía y mejor calidad del producto.

Plantas de ejemplo

Una factoría de harina y aceite de pescado en Dinamarca.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997; 213, Nielsen E.W., 2001]

4.3.4.3 Incineración del aire maloliente, con recuperación de calor

Descripción

Se ha descrito una instalación en que se incineran 80.000 m³/h de aire en cada uno de 3 incineradores. La mayoría del aire procede de la torta, grax y secador de agua de cola evaporada. Otras fuente es el aire de la descarga, que contribuye con unos 5.000 m³/h. El aire pasa a través de un lavador antes de incinerarse, y el efluente líquido del lavador se trata en una EDAR.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores en un 99,5%.

Efectos cruzados

Gran consumo de energía: 1 m³ de gas natural por tonelada de pescado tratado. Se informa que se recupera el 90 - 95% del calor y se usa para calentar aire.

Cuestiones operativas

Se informa que es imposible evitar aire maloliente durante la producción de harina y aceite de pescado, incluso con el uso de ingredientes frescos. Las emisiones malolientes se producen durante el secado y la evaporación. Las asociadas con la materia prima se pueden reducir si el pescado se procesa fresco.

El aire de entrada pasa a través de uno de los tres intercambiadores de calor cerámicos a 40 - 50 °C y el aire de salida pasa por los otros dos, a una temperatura de 90 – 100 °C. Se fuerza el paso del aire a través del incinerador mediante succión. La dirección del flujo se cambia cada 30 segundos, de forma que los 3 intercambiadores funcionan en el ciclo.

Cuando la planta funciona a su máxima capacidad de producción (250 t/h de pescado), los secadores generan 50 t de aire seco y 50 t de vapor de agua. La mayoría del vapor de agua se condensa en el evaporador de calor residual.

Las condiciones de incineración son 850 °C durante 1 segundo.

Los gases no condensables se pueden destruir aumentando la temperatura del incinerador cerámico. Se ha afirmado que el uso de lavadores con agua de mar sólo reducirá los problemas de olores en un 50%.

Aplicabilidad

Es aplicable en las factorías de aceite y harina de pescado en que no se puedan eliminar los problemas de olores.

Aspectos económicos

Se informa que la inversión de capital es de unos 10.000 – 15.000 EUR/1.000 m³/h.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de olores.

Plantas de ejemplo

Una factoría de harina y aceite de pescado en Dinamarca.

Referencias

[212, Nielsen E.W., 2001; 213, Nielsen E.W., 2001; 303, Minck F., 2002; 333, Grupo de Trabajo neerlandés, 2003]

4.3.4.4 Lavado de aire con condensado en lugar de agua de mar

Descripción

En una instalación se halló que, cuando el aire condensado se lavaba con agua de mar, resultaba inadecuado para el tratamiento en una EDAR (en la instalación estudiada se trataba de una EDAR municipal) y se vertía de nuevo al mar, aún con los contaminantes del condensado.

Se cambió el sistema de forma que el aire se lavaba con condensado y por consiguiente se podía llevar a la EDAR. Los titulares de la instalación decidieron enviar una parte del efluente a la EDAR, reduciendo las emisiones al mar de DBO, nitrógeno y fósforo.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones al mar de DBO, nitrógeno y fósforo. Reducción en el consumo de agua de mar.

Efectos cruzados

Se necesita un tratamiento de agua residual adicional.

Cuestiones operativas

La Tabla 4.50 y Tabla 4.51 muestran las reducciones reales en las emisiones al mar de nitrógeno, fósforo y DBO, posibles al sustituir el agua de mar por el condensado en el lavador de aire. Esto hizo opcional el tratamiento del licor de lavado en una EDAR.

Receptor	N (g/t pescado)	P (g/t pescado)	DBO (g/t pescado)
Mar	137 (160)	0,68 (2)	131 (230)
EDAR	213 (condensado)	1,04 (condensado)	838 (condensado)
	25 (flotación)	5,59 (flotación)	137 (flotación)
Total	375	7,31	1.106

Tabla 4.50: Cargas contaminantes en el agua residual de una factoría de harina y aceite de pescado, antes de la sustitución del agua de mar por condensado en el lavador de aire

Receptor	g/t pescado						Condensado (m ³ /t pescado)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	N	N	P	P	BOD	BOD		
Mar	137	19	0,68	0,62	131	53	0,230	0,185
EDAR	238	356	6,63	6,69	975	1.053	0,770	0,815

Tabla 4.51: Reducciones en las emisiones al mar de una factoría de harina y aceite de pescado, debidas a la sustitución del agua de mar por condensado en el lavador de aire

Referencias

[212, Nielsen E.W., 2001]

4.3.5 Procesado de la sangre

Véanse también las secciones 4.1, 4.3.1 y 4.3.3.4.

4.3.5.1 Concentración de plasma, antes del secado por pulverización, mediante ósmosis inversa

Descripción

El plasma sanguíneo líquido contiene una proporción muy baja de sólidos, alrededor de un 8%, y una gran proporción de agua, lo que significa que se requiere mucha energía para el secado directo. La ósmosis inversa concentra el plasma líquido inicial filtrando su agua a través de un conjunto de membranas hasta que la materia sólida alcanza el 24 – 28%.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

Consumo de electricidad.

Cuestiones operativas

El proceso de concentración por ósmosis inversa elimina aproximadamente el 75% del agua original contenida en el plasma líquido.

Aplicabilidad

Es aplicable a cualquier plasma líquido.

Aspectos económicos

El coste del secado final del plasma líquido se reduce en un 75%. La limpieza y mantenimiento de las membranas de filtración es cara.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes energéticos.

Referencias

[271, Casanellas J., 2002]

4.3.5.2 Concentración de plasma, antes del secado por pulverización, mediante evaporación al vacío

Descripción

El plasma sanguíneo líquido contiene una proporción muy baja de sólidos, alrededor de un 8%, y una gran proporción de agua, lo que significa que se requiere mucha energía para el secado directo. La evaporación al vacío concentra el plasma líquido inicial filtrando su agua a través de un conjunto de membranas hasta que la materia sólida alcanza el 24 – 28%.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

Producción de vapor y uso de agua de refrigeración para condensar el agua evaporada del plasma líquido.

Cuestiones operativas

El proceso de evaporación al vacío elimina aproximadamente el 75% del agua original contenida en el plasma líquido.

Aplicabilidad

Es aplicable a cualquier plasma líquido.

Aspectos económicos

El coste del secado final del plasma líquido se reduce en un 75%.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en los costes energéticos.

Referencias

[271, Casanellas J., 2002]

4.3.6 Procesado de huesos

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.7 Elaboración de gelatina

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.7.1 Aislamiento del equipo de desengrasado de huesos

Descripción

El proceso de desengrasado de huesos emite suficiente calor para que el equipo y los elementos metálicos asociados, como barandas y pasarelas, estén calientes al tacto. El equipo se puede aislar para minimizar estas pérdidas térmicas y para reducir el consumo de energía.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las plantas de elaboración de gelatina.

Motivación para la puesta en práctica

Comodidad de los trabajadores.

Plantas de ejemplo

Una planta de elaboración de gelatina en Bélgica.

4.3.8 Incineración especializada de cadáveres, partes de cadáveres y harina animal

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.8.1 Cierre de los edificios para la entrega, almacenaje y procesado de subproductos animales

Descripción

La descarga, el almacenaje y la manipulación se pueden realizar con equipos totalmente encerrados (véase la sección 4.3.8.14) y en edificios con puertas bloqueables y de cierre automático, a prueba de pájaros, roedores e insectos. El edificio puede incorporar extractores con filtros para evitar el escape del polvo generado y para minimizar los problemas de olores locales. El material se puede entregar en volquetes a granel y transferirse directamente a una tolva de descarga, dentro de un área cerrada (véase la sección 4.1.29). El aire extraído se puede quemar en el incinerador para reducir las emisiones de olores.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del polvo en suspensión y de las emisiones de olores. Reducción en riesgo de propagación de peligros biológicos por insectos, roedores y pájaros.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Alguna harina animal se desmenuza y se vuelve polvorienta, pero la que permanece en el fondo de las pilas durante períodos prolongados se compacta en grandes masas que luego deberán desmenuzarse lo suficiente para su manipulación y su combustión efectiva.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las instalaciones.

Motivación para la puesta en práctica

Autorizaciones de regulación ambiental.

Referencias

[82, EA, 1998]

4.3.8.2 Limpieza y desinfección de los vehículos y del equipo de entrega tras cada entrega

Descripción

Tras vaciar los vehículos y contenedores de entrega al final de cada jornada laboral, éstos se pueden limpiar en condiciones húmedas y desinfectar, con las cantidades óptimas de hidróxido de sodio o hipoclorito de sodio. El agua de limpieza se puede recoger e inactivar en el emplazamiento (por ejemplo, introduciéndola en el incinerador).

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores y en las plagas de parásitos.

Efectos cruzados

Se necesita un tratamiento subsiguiente del agua de lavado, por ejemplo, por incineración, con las emisiones asociadas, o mediante tratamiento del agua residual, también con problemas asociados. El hipoclorito de sodio contiene cloro activo. La desinfección con hipoclorito de sodio, seguida de incineración del agua residual, representa una fuente de emisiones de cloro a la atmósfera.

Motivación para la puesta en práctica

La motivación original fue la falta de confianza en la esterilización de la harina animal comunicada por varias fuentes, algunas de ellas desconocidas. El Reglamento ABP 1774/2002/CE exige que *los vehículos y contenedores reutilizables, así como todos los elementos reutilizables de equipos o aparatos que entran en contacto con subproductos animales o productos procesados, deben: a) limpiarse, lavarse y desinfectarse tras cada uso; b) conservarse en condiciones limpias y c) limpiarse y secarse antes de su uso.*

Referencias

[164, Nottrodt A., 2001]

4.3.8.3 Transporte de canales sin arrastre

Descripción

Las canales se pueden transportar sin arrastrar, preferiblemente cerrados herméticamente para evitar contaminación del suelo. Las canales individuales pequeñas se pueden transportar en recipientes con ruedas con tapas basculantes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las exigencias de lavado con agua y, por consiguiente, reducción en los requisitos de tratamiento del agua residual. Reducción potencial de los olores procedentes del material que se esparcirían por la instalación a causa de la acción de arrastre.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En recipientes cerrados sellables se pueden transportar fácilmente pequeñas cantidades de canales y partes de canales. Las cantidades mayores se pueden mover en contenedores cubiertos sellables o en volquetes y luego echarse directamente en las tolvas de alimentación en la

instalación de incineración. Se ha informado de que el transporte es muy simple, incluso cuando está en el mismo emplazamiento que el matadero. Posiblemente sea más simple que el arrastre.

Aplicabilidad

Es aplicable a todas las instalaciones que manipulan canales y partes de canales.

Aspectos económicos

No resulta caro.

Motivación para la puesta en práctica

Eficiencia en el desplazamiento de canales y partes de canales y prevención del contacto entre personal y canales, especialmente en el caso de canales de animales enfermos, incluyendo las de animales confirmados o sospechosos de TSE.

Plantas de ejemplo

Al menos dos mataderos de Italia con incineradores en el emplazamiento.

Referencias

[65, EA, 1996; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.3.8.4 Reducción de tamaño de canales animales y partes de canales antes de la incineración

Véase también la sección 4.3.3.2.

Descripción

Las canales animales y partes de canales se pueden reducir de tamaño para aumentar la superficie y facilitar el quemado, especialmente en un incinerador que funciona de forma que el material está suspendido o se gira regularmente.

Beneficios ambientales logrados

La reducción del tamaño del material que se introduce en el incinerador ayuda a estabilizar las condiciones de combustión que genera los siguientes beneficios. La combustión mejorada ayuda a la destrucción de material orgánico indicativo de una potencial presencia de EET y mejora la calidad global del residuo sólido. Se reducen las emisiones globales y máximas de CO, se reduce la producción de contaminantes asociados a la combustión, como COV, NO_x, dioxinas y furanos. Se reduce la necesidad de combustibles de apoyo.

Efectos cruzados

En la operación de reducción de tamaño se consume energía. También puede haber un aumento de las emisiones de olores. Es necesario el uso adicional de agua y agentes de limpieza y desinfección.

Cuestiones operativas

Una planta de ejemplo informó que su éxito en la buena combustión de MER, incluyendo cabezas de ganado y columnas vertebrales, se debe al hecho de que trituran todo el material hasta un diámetro máximo de 30 mm. Las pruebas en que el material se molía dos veces no aportaron ninguna ventaja significativa, por lo que actualmente sólo se realiza un ciclo de molienda.

La misma planta informó de condiciones “autotérmicas” durante la incineración discontinua de partes de canales, a una velocidad de 5 t/h, pero sin embargo utiliza CH₄ a un ritmo de 12 m³/h para mantener la temperatura del horno, como precaución frente a posibles inconsistencias en el valor calorífico de la materia prima orgánica. Ésta incluye cabezas de ganado y columnas vertebrales. Se informa que se utiliza bastante menos CH₄ que, en caso contrario, se utilizaría para calentar agua en el matadero contiguo si no hubiera el incinerador.

Se utilizan trituradoras equipadas con cuchillas o muelas. A menudo son puntos críticos en el proceso, ya que son muy sensibles al desgaste y las roturas, por lo que el mantenimiento es importante.

La reducción de tamaño puede aumentar el riesgo de problemas de olores, especialmente si el equipo no forma parte de un sistema continuo cerrado y con extracción. Se necesita limpieza y desinfección adicionales.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores que quemen cadáveres animales y partes de canales.

Motivación para la puesta en práctica

Buena combustión de la materia orgánica, que en el caso de la planta de estudio es MER.

Plantas de ejemplo

Al menos dos incineradores en Italia que queman cadáveres animales y partes de canales.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.3.8.5 Restricción de la materia prima orgánica a la cantidad exacta probada durante los ensayos

Descripción

La harina animal presenta valores cambiantes de capacidad calorífica, tamaño de partículas, grasa y contenido de humedad. Los cálculos pueden tener en cuenta el tipo de material a quemar para asegurar que sólo se quema material que ha demostrado una buena combustión durante los ensayos. En la práctica esto puede incluir un determinado rango de materia prima orgánica, con diversas proporciones de contenido de grasa:humedad:ceniza y capacidades caloríficas. Las autorizaciones pueden especificarlo en sus condiciones.

Beneficios ambientales logrados

Funcionamiento del incinerador y de las técnicas de tratamiento de gases de combustión sólo dentro de los límites de su diseño, tal como quedaron expuestos durante los ensayos, con la consiguiente minimización de los niveles de consumo y emisión.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores.

Motivación para la puesta en práctica

Incineración sin problemas, dentro de los límites de diseño del incinerador y sus técnicas asociadas de tratamiento de los gases de combustión. Niveles mínimos de consumo y emisión.

Referencias

[82, EA, 1998]

4.3.8.6 Acuerdo con el aprovechador de la proporción de grasa:humedad:ceniza en la harina animal

Descripción

Si se acuerda el contenido de grasa:humedad:ceniza de la harina animal con el proveedor que suministra el material al incinerador, se pueden establecer las condiciones para una combustión óptima de una materia prima orgánica de calidad consistente. Esto se puede hacer dentro de las limitaciones del Reglamento ABP 1774/2002/CE y de la Directiva del Consejo WID

2000/76/CE. Los cálculos pueden tener en cuenta el tipo de material a quemar para asegurar que sólo se quema material que ha demostrado una buena combustión durante los ensayos. En la práctica esto puede incluir un determinado rango de materia prima orgánica, con diversas proporciones de contenido de grasa:humedad:ceniza y capacidades caloríficas.

Beneficios ambientales logrados

Una incineración consistente y controlada reduce las emisiones y no carga el equipo de tratamiento de los gases de combustión.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En comparación con los incineradores que no disponen de materia prima orgánica especializada, los incineradores de subproductos animales y especialmente los dedicados a la combustión de HCH, en contraposición con la materia prima en bruto, presentan la ventaja de poder controlar de cerca la composición de la materia prima orgánica y la velocidad de alimentación y, por tanto, las condiciones en que se produce la combustión.

Motivación para la puesta en práctica

El incinerador no debería usarse para la combustión de materiales que no se han sometido a ensayos previamente y que se han incluido en la autorización de las autoridades ambientales. Una materia prima orgánica conocida y consistente ayuda a conseguir una combustión sin problemas.

Referencias

[293, Smith T., 2002]

4.3.8.7 Acuerdo con el aprovechador de una especificación sobre la recepción de material manufacturado en óptimas condiciones físicas para su incineración y el almacenaje y manipulación asociados

Descripción

La cooperación entre aprovechadores y el incinerador puede tomar en consideración los riesgos asociados con la manipulación de harina animal y las instalaciones disponibles en ambos emplazamientos, especialmente para las ya existentes. Se puede llegar a diversos tipos de acuerdo, como si la harina debe entregarse al incinerador en cisternas o en sacos, o si debe estar molida o granulada.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de polvo en las instalaciones de aprovechamiento y en los incineradores.

Efectos cruzados

Si se debe triturar la harina, se consumirá energía, en la instalación de aprovechamiento o en el incinerador.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones de polvo.

Referencias

[164, Nottrodt A., 2001]

4.3.8.8 Manipulación y quemado de harina animal en gránulos

Descripción

La harina animal puede recibirse, manipularse, almacenarse y quemarse en forma de gránulos.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de las emisiones de olores y polvo en suspensión en las etapas previas a la combustión.

Efectos cruzados

Consumo de energía en el proceso de granulado.

Referencias

[164, Nottrodt A., 2001]

4.3.8.9 Manipulación y quemado de HCH envasada

Descripción

La harina animal puede recibirse, manipularse, almacenarse y quemarse envasada, es decir en sacas selladas. Por ejemplo, la harina puede suministrarse en sacas con el objetivo de ser quemada en ellas, por razones de salud laboral para minimizar la exposición a material infectado o sospechoso de EET o para minimizar la exposición al polvo. En este caso debe valorarse y considerarse el posible impacto ambiental de quemar el envase.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de las emisiones de olores y polvo en suspensión.

Efectos cruzados

Si no se selecciona cuidadosamente el material del envase (p. ej. debe evitarse el PVC) su combustión puede causar daños ambientales. Véase también la sección 4.3.8.10. Las emisiones de polvo pueden aumentar durante la manipulación si el material se recibe sin envasar, a no ser que se establezcan disposiciones alternativas para controlarlo.

Aplicabilidad

Algunas plantas de aprovechamiento acostumbraban a envasar harina animal en sacos para su distribución como pienso animal, antes de que se prohibiera su uso en los piensos.

Referencias

[164, Nottrodt A., 2001]

4.3.8.10 Evitar la recepción de material para incinerar en envases de PVC

Descripción

Los incineradores pueden estipular condiciones exigiendo que el material para la incineración no se suministre en envases de PVC.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de ácido clorhídrico y, por consiguiente, reducción en el consumo de reactivos para el control del HCl y reducción de la acumulación de residuos procedentes del tratamiento de los gases de combustión.

Efectos cruzados

Las emisiones de polvo pueden aumentar durante la manipulación si el material se recibe sin envasar, a no ser que se establezcan disposiciones alternativas para controlarlo.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores de subproductos animales.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones de ácido clorhídrico, en el consumo de reactivos en los residuos procedentes del tratamiento de los gases de combustión.

Referencias

[6, EA, 1997; 65, EA, 1996; 82, EA, 1998; 164, Nottrodt A., 2001]

4.3.8.11 Alimentación por tornillo de partes de canales o harina animal

Descripción

Un sistema de alimentación mecánica, que evite la apertura del horno durante la carga, evitará emisiones procedentes del horno, el ingreso de aire de exceso y el enfriamiento. El material se puede hacer pasar por un triturador previo o triturador y luego introducirse en el horno mediante un tornillo.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores. Reducción en las emisiones procedentes del horno y en el ingreso de aire al mismo, con lo que se reduce potencialmente la producción de NO_x. Menor consumo de combustible para mantener la temperatura de la cámara de combustión. Mejor estabilidad y control de la combustión.

Efectos cruzados

Energía consumida por el sistema de alimentación.

Aplicabilidad

Ampliamente aplicado en la incineración continua de subproductos animales y otros materiales.

Motivación para la puesta en práctica

Mantenimiento de una alimentación continua y consistente del incinerador y, en consecuencia, de unas condiciones de incineración estables que el operario puede controlar con facilidad, posiblemente son combustible adicional y sin superar la capacidad de la planta de tratamiento de gases de combustión. El cumplimiento de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE también se dirige hacia un sistema cerrado de carga de materia prima orgánica.

Plantas de ejemplo

Ampliamente aplicado en la incineración continua de subproductos animales y otros materiales.

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998]

4.3.8.12 Bombeo de partes de canales o harina animal

Descripción

Un sistema de alimentación mecánica que evite la apertura del horno durante la carga evitará emisiones procedentes del horno, el ingreso de aire de exceso y el enfriamiento. El material se puede hacer pasar por un triturador previo o triturador y, si está suficientemente húmedo, se puede bombear hacia el horno.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores. Reducción en las emisiones procedentes del horno y en el ingreso de aire al mismo, con lo que se reduce potencialmente la producción de NO_x. Menor

consumo de combustible para mantener la temperatura de la cámara de combustión. Mejor estabilidad y control de la combustión.

Efectos cruzados

Energía consumida por el sistema de alimentación.

Aplicabilidad

Ampliamente aplicado en la incineración continua de materiales pastosos.

Motivación para la puesta en práctica

Mantenimiento de una alimentación continua y consistente del incinerador y, en consecuencia, de unas condiciones de incineración estables que el operario puede controlar con facilidad, posiblemente sin combustible adicional y sin superar la capacidad de la planta de tratamiento de gases de combustión. El cumplimiento de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE también se dirige hacia un sistema cerrado de carga de materia prima orgánica.

Plantas de ejemplo

Ampliamente aplicado en la incineración continua de materiales pastosos.

4.3.8.13 Incineración del agua residual del incinerador

Descripción

El agua residual de la instalación de incineración y del lavado de los vehículos de entrega se puede incinerar. El contenido orgánico del agua residual se puede destruir mediante incineración y el agua se evapora.

Beneficios ambientales logrados

Dstrucción de patógenos. Menor eliminación de residuos.

Efectos cruzados

Se puede necesitar más energía para mantener la combustión cuando la carga de humedad adicional procedente del agua residual es significativa y la combustión no es automantenida. Si se utiliza hipoclorito de sodio como desinfectante puede haber mayores emisiones de ácido clorhídrico del incinerador.

Cuestiones operativas

En un incinerador de ejemplo que quema MER, se recoge en un tanque toda el agua utilizada para la limpieza de las instalaciones de almacenaje y manipulación y luego se introduce dosificada automáticamente en el incinerador, a un ritmo proporcional al material incinerado. El agua se puede usar para controlar las temperaturas de combustión. Si es necesaria más energía para incinerar el agua residual, puede representar un incentivo para gestionar el uso del agua e impulsar la generación de menos residuos.

El Reglamento ABP 1774/2002/CE establece requisitos para la recogida de material animal al tratar agua residual de plantas de procesamiento de categoría 1 y categoría 2 y de otras instalaciones en que se elimina MER. La incineración del agua asegura que los materiales animales también se incineran, si no se recogen por separado (p. ej. en tamices y mallas).

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores de subproductos animales.

Aspectos económicos

Puede haber costes adicionales si se necesita combustible adicional para ayudar a la combustión. También puede haber ahorros si se elimina la necesidad del tratamiento del agua residual.

Motivación para la puesta en práctica

Confianza en la destrucción de todo el material de riesgo EET. En un emplazamiento dedicado a la incineración no se necesita una EDAR.

Plantas de ejemplo

Al menos dos mataderos de Italia que queman MER incineran toda su agua residual de esta forma.

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.3.8.14 Almacenaje, manipulación y carga sellada de subproductos animales en los incineradores

Descripción

Las tolvas pueden ofrecer un método de almacenaje relativamente fácil de controlar y que puede combinarse con equipos de manipulación y transferencia automatizados y totalmente cerrados. El material se puede entregar, por ejemplo en camiones de volquete y transferirse directamente a una tolva de descarga, mecánicamente con cintas o tornillos transportadores o neumáticamente.

El equipo de almacenaje, manipulación y quizá el de compresión, puede sellarse o mantenerse a presión negativa y el aire extraído puede utilizarse para proporcionar oxígeno a un proceso de combustión, como la incineración (véase la sección 4.3.8.15).

Los subproductos animales se pueden introducir en el horno sin la captura de aire ambiental si el mecanismo de alimentación se diseña de forma que siempre está lleno con el siguiente lote de materia prima orgánica o la cantidad siguiente que se introducirá. Ejemplos de mecanismos de carga son un transportador de tornillo que alimenta directamente la cámara de combustión, la alimentación en rampa que a su vez alimenta la cámara de combustión, una cinta transportadora o alimentación por bombeo.

Beneficios ambientales logrados

Las plantas que queman harina animal pueden utilizar sistemas de alimentación totalmente encerrados para minimizar el riesgo biológico y las emisiones fugitivas. Los mismos sistemas de alimentación pueden controlar con detalle la composición y caudal másico de la materia prima para asegurar el mantenimiento de unas condiciones de combustión estables. Al sellar el proceso también se reduce el riesgo de emisiones malolientes de subproductos animales, que pueden estar almacenados durante unos días. En un incinerador de ejemplo, en el mismo emplazamiento que un matadero, éste sacrifica bovinos 5 días por semana, de lunes a viernes, pero el incinerador funciona ininterrumpidamente, por lo tanto el material introducido el lunes puede haber estado almacenado durante 3 días, durante los cuales los subproductos pueden degradarse y volverse malolientes.

La carga sellada de subproductos animales contribuye a conseguir unas condiciones de combustión muy estables y controlables, debido al suministro estable de aire y a los perfiles de temperatura. Se informa que evitar la entrada de aire en el horno a través del sistema de carga resulta efectivo para reducir las emisiones del horno, por ejemplo reduciendo el potencial de producción de NO_x. También se afirma que reduce el consumo de combustible, al evitar el ingreso de aire frío, que en caso contrario implicaría el uso de combustible adicional para mantener la temperatura de la cámara de combustión.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En un incinerador de ejemplo, las canales y partes de canales se introducen en una tolva, desde donde se traspasan inmediatamente a un recipiente de almacenaje diseñado y construido para retener la máxima cantidad de material que pueda entregarse en el emplazamiento.

Se puede instalar una cubierta para la tolva inicial en la que se introducen los subproductos animales tal como llegan del matadero, para reducir las emisiones de olores. Si los subproductos animales se reciben frescos y no son intrínsecamente malolientes (por ejemplo si el incinerador se halla en el mismo emplazamiento que el matadero), el material estará formado habitualmente por canales sacrificadas frescas y huesos. Si este material se pasa inmediatamente al recipiente de almacenaje, la cubierta puede no tener efecto en la reducción de olores, pero sí puede reducir problemas asociados con pájaros y parásitos.

Las tolvas de almacenaje se cubren y se sellan. La alimentación final al horno rotatorio en funcionamiento continuo siempre está sellada por un transportador de tornillo totalmente cargado o se realiza con una rampa o bomba de alimentación.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores de subproductos animales, sean canales, partes de canales o harina animal.

Aspectos económicos

Existe un coste relativamente pequeño asociado con el sellado del equipo previo del incinerador, para evitar el ingreso de aire durante la carga.

Motivación para la puesta en práctica

Facilidad de operación; mantenimiento de condiciones de combustión estables y de las condiciones autotérmicas, al evitar la entrada de aire a temperatura ambiente y la necesidad de combustible adicional para mantener la temperatura de combustión. El sellado de la materia prima también puede reducir los problemas de olores.

Plantas de ejemplo

La carga de canales enteras y partes de canales con tolvas selladas se lleva a cabo en al menos dos incineradores de canales y partes de canales de Italia.

Referencias

[6, EA, 1997; 65, EA, 1996; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002; 293, Smith T., 2002]

4.3.8.15 Conducción del aire procedente de la instalación y el equipo de precombustión hacia la cámara de combustión

Descripción

El equipo de almacenaje, manipulación y quizá el de compresión, puede sellarse o mantenerse a presión negativa y el aire extraído puede utilizarse para proporcionar oxígeno a un proceso de combustión, como la incineración. El aire también puede conducirse al incinerador desde el edificio en que se hallan los equipos de almacenaje, manipulación y trituración. La cantidad de aire que puede introducirse en la cámara de combustión estará limitado por los requisitos óptimos de oxígeno del proceso de incineración. Una valoración de los olores puede ayudar a identificar las áreas en que es más probable que se produzcan emisiones de olores y seleccionárselas como prioritarias para la captura de aire y su posterior incineración.

La cantidad de aire que pasa por el incinerador también puede controlarse. El aire de exceso introducido en el incinerador añade una carga adicional al equipo de tratamiento de los gases de combustión. El uso de pequeños edificios de almacenaje con pequeñas entradas de aire o aberturas aumenta la efectividad de la captura del aire maloliente.

Beneficios ambientales logrados

El aislamiento del proceso, combinado con la extracción continua de aire en los equipos de almacenaje y manipulación reduce el riesgo de emisiones malolientes de los subproductos animales, que pueden estar almacenados durante unos días. En un incinerador de ejemplo, en el mismo emplazamiento que un matadero, éste sacrifica bovinos 5 días por semana, de lunes a viernes, pero el incinerador funciona ininterrumpidamente, por lo tanto el material introducido el lunes puede haber estado almacenado durante 3 días. Sin la extracción de aire del equipo de almacenaje, manipulación y trituración sin duda surgirían problemas de olores.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

En un emplazamiento de estudio, hay dos entradas de aire en la parte superior del recipiente de almacenaje. El aire del recipiente, así como el de otros equipos de manipulación y trituración entre el recipiente y el horno, se lleva hacia el horno para proporcionar oxígeno al proceso de combustión. Esta es la única fuente de oxígeno para la combustión. El horno está en funcionamiento continuo, por lo tanto este método de suministro de oxígeno mantiene la presión negativa en el recipiente de almacenaje y evita que se escape el aire maloliente. Las entradas de aire en el recipiente están protegidas con rejillas, para evitar el acceso de roedores y pájaros.

Cuando el incinerador se apaga, especialmente si es una apagada no planificada, puede ser necesario extraer aire maloliente de la instalación y los equipos hacia sistemas de tratamiento alternativos. Para apagadas planificadas se puede detener temporalmente la recepción de materia prima orgánica, para evitar, por ejemplo, las emisiones de olores.

Esta técnica no está restringida a los incineradores y se puede utilizar en cualquier emplazamiento que tenga equipos de combustión.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores que queman material maloliente y en otras instalaciones con equipos de combustión.

Aspectos económicos

Habrà un coste para las conducciones necesarias para extraer el aire del interior de los edificios y a través de los equipos de almacenaje, precombustión y manipulación. El coste dependerá de si la instalación se ha diseñado de forma que el equipo de precombustión esté situado cerca del incinerador. Puede ser necesario un cierto rediseño y/o sellado de entradas de aire en áreas en que se extrae el aire, para mejorar la efectividad de la captura.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de olores.

Plantas de ejemplo

Esta técnica se utiliza ampliamente en incineradores y coincineradores en toda Europa.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002; 350, EFPA, 2003]

4.3.8.16 Temperaturas de combustión con alarma y bloqueo respecto al mecanismo de carga

Descripción

El mantenimiento en todo momento de las temperaturas de combustión correctas cuando los subproductos se hallan en el horno es una de las condiciones exigidas para asegurar una buena

combustión y, para los materiales potencialmente infectados por EET, la destrucción de los priones.

La Directiva del Consejo WID 2000/76/CE exige, entre otras cosas: *Cada línea de la planta de incineración debe estar equipada con al menos un quemador auxiliar. Éste debe conectarse automáticamente cuando la temperatura de los gases de combustión tras la última inyección de aire de combustión cae por debajo de 850 °C o 1.100 °C, según el caso. También debe usarse durante las operaciones de encendido y de apagado de la planta para asegurar que se mantiene en todo momento una temperatura de 850 °C o 1.100 °C, según el caso, durante tales operaciones y siempre que haya residuos sin quemar en la cámara de combustión.*

El Reglamento ABP 1774/2002/CE exige que *las plantas de incineración o co-incineración deben diseñarse, equiparse, construirse y operarse de manera que el gas resultante del proceso se genere de forma controlada y homogénea, incluso en las condiciones más desfavorables, a una temperatura de 850 °C, medida cerca de la pared interna o en otro punto representativo de la cámara de combustión, autorizado por la autoridad competente, durante dos segundos y que Cada línea de las plantas de gran capacidad debe estar equipada con al menos un quemador auxiliar. Éste debe conectarse automáticamente cuando la temperatura de los gases de combustión tras la última inyección de aire de combustión cae por debajo de 850 °C o 1.100 °C, según el caso. También debe usarse durante las operaciones de encendido y de apagado de la planta para asegurar que se mantiene en todo momento una temperatura de 850 °C o 1.100 °C, según el caso, durante tales operaciones y siempre que haya residuos sin quemar en la cámara de combustión.*

Las temperaturas de combustión pueden estar bloqueadas respecto al mecanismo de carga de un incinerador, para asegurar que si la temperatura cae la carga se detiene automáticamente.

Las temperaturas de los gases en la zona de combustión primaria y en el punto de salida de la cámara de combustión secundaria se pueden supervisar y registrar de forma continua. Se pueden activar alarmas visuales y acústicas cuando la temperatura cae por debajo del mínimo especificado. La carga del sistema puede bloquearse con la temperatura a la salida de la cámara de combustión secundaria.

En este contexto el término “zona” se describe como “el volumen tras la última inyección de aire de combustión en donde existen las condiciones correctas de turbulencias”. Por ejemplo, puede ser el espacio por encima de la superficie libre en un combustor de lecho fluidificado, o una cámara secundaria en el caso de un horno rotatorio.

Beneficios ambientales logrados

El mantenimiento de las temperaturas de combustión asegura la buena combustión de los gases y, por tanto, reduce las emisiones de productos con combustión incompleta.

Efectos cruzados

El funcionamiento de los quemadores auxiliares aumenta el consumo de combustible.

Cuestiones operativas

El mantenimiento de temperaturas estables, junto con un caudal constante y una composición consistente, crea unas condiciones de combustión estables y reduce las emisiones a la atmósfera.

Las temperaturas estables reducen los daños en la cámara de combustión debidos a la expansión y contracción térmicas. A su vez, esto reduce los periodos de inactividad para mantenimiento y reparaciones.

Aplicabilidad

Se aplica en prácticamente todos los incineradores.

Aspectos económicos

La reducción en los requisitos de mantenimiento y en los periodos de inactividad conlleva una reducción de los costes.

Motivación para la puesta en práctica

Exigencias legales, como la *Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, sobre la incineración de residuos* y el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Plantas de ejemplo

Prácticamente todos los incineradores

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998]

4.3.8.17 Incineración de subproductos animales en lecho fluidificado de burbujas (LFB)

Descripción

La eliminación de canales animales trituradas y de harina animal como residuos, mediante incineración se realiza en un incinerador LFB.

El horno puede ser sensible al tamaño, contenido en grasas y humedad de la materia prima orgánica, por lo que el tratamiento previo puede tener importancia. Los hornos de lecho fluidificado se acostumbran a diseñar de forma que el tiempo de residencia del gas se produzca en la parte superior de un sólo horno, en lugar de en un horno secundario.

El proceso, con incineración de HCH, se muestra en la Figura 4.19.

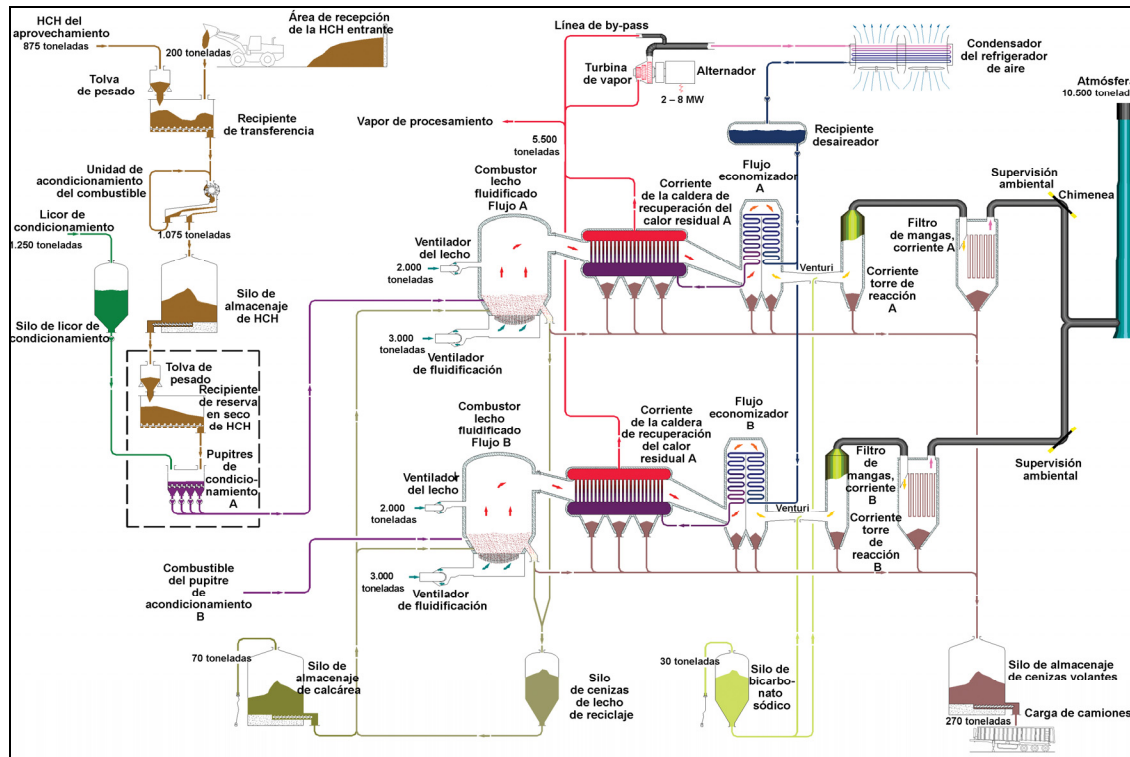


Figura 4.19: Instalación de 40 MW para combustión de HCH en lecho fluidificado de doble corriente

[199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000]

La HCH se obtiene del almacén o directamente de la planta de aprovechamiento y se tritura hasta un tamaño óptimo para el quemado.

A continuación se añade a la HCH un licor de acondicionamiento para formar un fango y así asegurar que la HCH no se evapore antes de su combustión correcta. Este líquido puede ser agua y puede incluir efluente del aprovechamiento, con agua residual y condensado líquido. La cantidad añadida dependerá de las condiciones de (grasa:humedad:ceniza) de la HCH. Si se añade demasiada agua la HCH se funde y se acumula en las paredes del incinerador.

La velocidad del aire de combustión a través de un lecho precalentado de partículas inertes provoca la fluidificación del lecho y le da la apariencia de un líquido en ebullición. A una temperatura del lecho predeterminada la HCH se introduce en la parte superior del LFB a un ritmo controlado. Debido al movimiento de fluidificación las partículas de HCH se distribuyen uniformemente por el lecho y se combustionan rápidamente.

Beneficios ambientales logrados

Para subproductos animales no tratados, se ha informado de los siguientes beneficios ambientales. Reducción de los riesgos microbiológicos gracias a una buena combustión. Esto, en parte, se consigue evitando la formación de residuos orgánicos líquidos y acuosos y evitando el escape y la mezcla del líquido (grasas y agua) durante la combustión. Ello, a su vez, mejora el potencial de reciclaje de los residuos. Tanto la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE como el Reglamento ABP 1774/2002/CE exigen que los residuos *se minimicen en cantidad y peligrosidad y que se reciclen cuando sea adecuado*.

También se ha informado de bajas emisiones de CO y considerando el alto contenido en nitrógeno de las canales animales, se han conseguido bajas emisiones de NO_x. Se ha informado de que las emisiones de NO_x eran inferiores a las producidas con las astillas a las que sustituyeron en los ensayos descritos en “Cuestiones operativas”.

Se ha informado que los expertos en incineradores involucrados en un proyecto, en que el 60% de la materia de partida eran subproductos animales picados, recogieron evidencias suficientes para creer que un incinerador LFB específicamente construido para la incineración de residuos animales es capaz de incinerar el 100% de los residuos animales y que estos incineradores pueden trabajar en condiciones autotérmicas [298, Widell S., 2002].

Para la HCH, se ha informado de los siguientes beneficios ambientales. Se afirma la destrucción de materiales de riesgo de EET, al destruir las proteínas y producir una ceniza inorgánica inerte adecuada para la eliminación por vertido. También se informa que la ceniza tiene un potencial uso comercial. Se informa que las emisiones de gases y polvo se encuentran dentro de los límites prescritos en la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE. Cuando la HCH empieza a quemarse se vuelve autocombustible, por lo que no se necesita combustible adicional.

El líquido de acondicionamiento añadido a la HCH para formar un fango antes de la incineración puede incluir efluentes del aprovechamiento, formados por agua residual y condensado líquido, que en caso contrario se deberían tratar por otras técnicas.

Los incineradores LFB operan a temperaturas en que una parte de gases como SO₂ y HCl se pueden absorber en el material alcalino del lecho, como la ceniza de huesos.

Para la incineración de canales animales y de harina animal, el calor generado se puede utilizar para producir electricidad, agua caliente o vapor, y éstos se pueden usar en actividades asociadas del propio emplazamiento o en el exterior. Los gases y el aire maloliente se puede quemar sin coste adicional. El lecho granulado proporciona un desgaste continuo del material que se quema, eliminando el material carbonizado a medida que se forma y exponiendo el material fresco para su combustión. Esto ayuda a aumentar la velocidad y completitud de la combustión.

Efectos cruzados

Emisiones a la atmósfera de SO₂, HCl, NO_x y CO y consumo adicional de energía debido a la exigencia de destrucción de proteínas para eliminar los priones de EEB y para fluidificar el lecho.

Cuestiones operativas

La técnica está más establecida para la incineración especializada de harina animal que para las canales y partes de canales sin tratar; sin embargo se ha demostrado su efectividad en el tratamiento de canales si se reduce su tamaño antes de la incineración.

Se han realizado ensayos para la incineración de canales animales, incluyendo uno en que se sustituyeron astillas de madera por material de residuos animales, básicamente materia de partida aplastada en un pasta. No se añadió ni se retiró ningún contenido, como agua, ni se realizó ningún tratamiento previo. Se utilizó un incinerador LFB de 10 – 11 MW. Como la materia prima orgánica se iba a inyectar de forma continua en la caldera, se diseñó un pulverizador para poder introducir el material de forma correcta. Para ello era crucial un tamaño óptimo de las partículas. El personal técnico responsable del ensayo afirma que es técnicamente posible una sustitución del 100% utilizando una caldera LFB específicamente diseñada para combustión de combustible animal, teniendo en cuenta la humedad del combustible.

La suspensión de material finamente dividido en el lecho fluidificado permite que se queme sin escape ni mezcla, que podría provocar una combustión insuficiente y obligar a retornar el material al incinerador.

En una planta de ejemplo que quema HCH, el lecho LFB se alimenta continuamente y rellena con ceniza producida por el proceso de incineración. Para evitar que se vuelva demasiado pesado el exceso se retira. El aire del ventilador de fluidificación empuja los finos hacia arriba y las partículas de ceniza del lecho, más pesadas, caen. Éstas son partículas de huesos inorgánicas y se transfieren para su almacenaje, a la espera de su vertido.

El aire maloliente de las áreas de almacenaje y el equipo de manipulación se puede usar como fuente de oxígeno. La temperatura de incineración del LFB también puede destruir los compuestos malolientes.

Se puede añadir CaCO₃ al LFB, en forma de caliza, para reducir los niveles de emisión de NO_x, SO_x y HCl.

El gas caliente generado en el proceso de combustión se transfiere a una caldera de recuperación de calor residual especialmente diseñada. El calor residual de una instalación que quema 4.750 toneladas por semana en 2 incineradores se utiliza para producir vapor a una presión de 4,5 MPa (45 bar). Alternativamente, puede producir 17 toneladas de vapor por hora y 3,5 MW de electricidad, o también se puede usar sólo para generación de electricidad, para dar 7 MW.

El gas caliente transporta pequeñas partículas de ceniza del LFB. Parte de esta ceniza se depositará en el exterior de los tubos de la caldera vertical, dentro de los cuales se produce la evaporación de agua. Un sistema especialmente diseñado retira periódicamente esta “ceniza volantes” hacia una tolva de recogida.

El aire cargado con ceniza volante pasa a través de bicarbonato de sodio para neutralizar los gases de combustión y eliminar el HCl y SO₂. A continuación el contenido de cenizas volantes del aire se reduce mediante filtros de membrana de textura especial que reducen los niveles de polvo emitido a menos de 10 mg/m³. Los bancos de filtros se limpian automáticamente y la ceniza volante resultante, con la consistencia de polvos de talco, se recoge y se lleva a almacenaje. Luego la ceniza se mezcla con bicarbonato de sodio y agua y se envía para su vertido.

El equipo computerizado de supervisión de emisiones en línea, con alarmas de seguridad, está instalado entre los filtros y el pabellón de escape final. En el Reino Unido operan varios incineradores especializados de HCH. En la Tabla 3.42 se muestran los datos de emisión antes y después del tratamiento de los gases de combustión; en la Tabla 3.43 se ofrecen datos adicionales.

La Tabla 4.52 muestra el rendimiento comunicado del incinerador de la planta de ejemplo, comparado con el prescrito en la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE [195, CE, 2000].

Emisiones a la atmósfera		Rendimiento asociado a MTD ⁽³⁾	
		Habitual	Supervisión
SO ₂	(mg/m ³)	< 30 ⁽²⁾	Continua
HCl	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
HF	(mg/m ³)	n/a	
NO _x	(mg/m ³)	< 175 ⁽²⁾	Continua
CO	(mg/m ³)	< 25 ⁽²⁾	Continua
COV	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Periódica
Polvo	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
Dioxinas y furanos	(ng/m ³)	< 0,1 ⁽⁴⁾	Periódica
Metales pesados, total (Cd, TI)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados (Hg)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados, total (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	(mg/m ³)	< 0,5 ⁽⁵⁾	
NH ₃	(mg/m ³)	< 10	
Tiempo de residencia	> 850 °C	3,5 s	
Oxígeno	(mínimo tras última inyección)	9%	Continua
Presión, temperatura, vapor de agua; flujo volumétrico			Continua
Cenizas - (carbono total)		< 1% ⁽⁶⁾	Periódica
Cenizas - (proteínas totales)	(extracto acuoso) (mg/100 g)	0,3 – 0,6	Periódica
⁽²⁾ Control de emisiones – “promedio <u>horario</u> percentil 95% en 24 horas”. Mediciones a 273 K (temp.), 101,3 kPa (presión) y 11% O ₂ gas seco. ⁽³⁾ Rendimiento real de funcionamiento de un sistema de limpieza de gases de combustión secos con filtros de mangas y reactivos inyectados. ⁽⁴⁾ Valores medidos en un período de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8 horas expresados como equivalentes tóxicos según el anexo 1 de la Directiva de Incineración de Residuos. ⁽⁵⁾ Valores medidos en un período de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8 horas ⁽⁶⁾ Carbono orgánico total			
Nota: El análisis de proteínas no es relevante para la incineración especializada de subproductos avícolas.			

Tabla 4.52: Niveles de emisión asociados con la incineración especializada de HCH en un incinerador de lecho fluidificado de burbujas (LFB)
[199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000] (adaptado)

En la Tabla 4.53 y Tabla 4.54 se presentan algunos ejemplos de los análisis de concentración de aminoácidos en cenizas volantes y cenizas del lecho.

Aminoácido	nanomoles de aminoácido/g de muestra	µg de aminoácido/g de muestra	mg nitrógeno amino /100 g de muestra	mg proteína/ 100 g de muestra
Ácido aspártico	2,78	0,37	0,004	0,02
Ácido glutámico	trazas < 2,1	trazas < 0,31	trazas < 0,003	trazas < 0,018
Serina	trazas < 2,3	trazas < 0,25	trazas < 0,003	trazas < 0,020
Glicina	3,94	0,30	0,01	0,03
Histidina	n. d. < 0,4	n. d. < 0,06	n. d. < 0,002	n. d. < 0,011
Arginina	n. d. < 3,2	n. d. < 0,56	n. d. < 0,018	n. d. < 0,113
Treonina	n. d. < 2,4	n. d. < 0,28	n. d. < 0,003	n. d. < 0,021
Alanina	trazas < 3,3	trazas < 0,29	trazas < 0,005	trazas < 0,029
Prolina	trazas < 1,1	trazas < 0,12	trazas < 0,001	trazas < 0,009
Tirosina	n. d. < 2,0	n. d. < 0,37	n. d. < 0,003	n. d. < 0,018
Valina	trazas < 1,8	trazas < 0,21	trazas < 0,003	n. d. < 0,016
Metionina	n. d. < 2,3	n. d. < 0,35	n. d. < 0,003	n. d. < 0,020
Isoleucina	2,80	0,37	0,004	0,02
Leucina	2,54	0,33	0,004	0,02
Fenilalanina	28,98	4,79	0,04	0,25
Lisina	n. d. < 2,7	n. d. < 0,39	n. d. < 0,007	n. d. < 0,047
Total	41,04	6,15	0,06	0,36

Tabla 4.53: Análisis de aminoácidos en cenizas volantes procedentes de incineración LFB de HCH [199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000]

Aminoácido	nanomoles de aminoácido/g de muestra	µg de aminoácido/g de muestra	mg nitrógeno amino /100 g de muestra	mg proteína/ 100 g de muestra
Ácido aspártico	4,62	0,62	0,01	0,04
Ácido glutámico	trazas < 2,1	trazas < 0,31	trazas < 0,003	trazas < 0,018
Serina	5,36	0,56	0,01	0,05
Glicina	9,22	0,69	0,01	0,08
Histidina	0,97	0,15	0,004	0,03
Arginina	trazas < 3,2	trazas < 0,56	trazas < 0,018	trazas < 0,113
Treonina	trazas < 2,4	trazas < 0,28	trazas < 0,003	trazas < 0,021
Alanina	3,58	0,32	0,01	0,03
Prolina	2,64	0,30	0,004	0,02
Tirosina	n. d. < 2,0	n. d. < 0,37	n. d. < 0,003	n. d. < 0,018
Valina	2,47	0,29	0,003	0,02
Metionina	trazas < 2,3	trazas < 0,35	trazas < 0,003	trazas < 0,020
Isoleucina	2,22	0,29	0,003	0,02
Leucina	3,38	0,44	0,005	0,03
Fenilalanina	27,23	4,50	0,04	0,24
Lisina	4,26	0,62	0,01	0,07
Total	65,94	8,79	0,10	0,63

Tabla 4.54: Análisis de aminoácidos en cenizas del lecho procedentes de incineración LFB de HCH [199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000]

Aplicabilidad

Los incineradores LFB se pueden utilizar para quemar canales animales, si la materia prima orgánica se reduce de tamaño para permitir su introducción en el lecho fluidificado, su suspensión y su combustión. También se puede utilizar para quemar harina animal.

Motivación para la puesta en práctica

El Reglamento ABP 1774/2002/CE y, por consiguiente, la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE.

Plantas de ejemplo

En el Reino Unido operan varios incineradores especializados de HCH con LFB.

Referencias

[82, EA, 1998; 164, Nottrodt A., 2001; 199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000; 200, Widell S., 2001; 325, Smith T., 2002]

4.3.8.18 Incineración de subproductos animales en lecho fluidificado circulante

Descripción

En los lechos fluidificados circulantes, la materia prima orgánica se introduce en el lecho fluidificado, junto con el material del lecho recirculado, desde el ciclón en la salida de la cámara de combustión. Las altas velocidades del aire arrastran el material granulado del lecho y la materia prima orgánica hacia arriba por la zona de combustión hasta la parte superior de la cámara de combustión, la superficie libre. A continuación el material pasa a través de un colector centrífugo caliente. Los gases calientes pasan a través del ciclón y la mayoría de sólidos caen al fondo del ciclón y se reinyectan en el lecho del horno. Los gases de combustión no circulados pasan a los procesos de recuperación de calor y de tratamiento de gases de combustión.

La materia prima orgánica se introduce, desde un silo de retención, entre el ciclón y el lecho del reactor, mediante un transportador de tornillo. No se necesitan atomizadores ni pulverizadores especiales para introducir los residuos. Un ventilador de aire de combustión proporciona aire al lecho para fluidificación y combustión. La corriente del horno se mantiene mediante un ventilador contracorriente del ciclón.

El tiempo de retención del material en el horno se controla regulando la descarga del atemperador de cenizas. No se recircula toda la ceniza del fondo del ciclón; una parte se retira mediante un transportador de cenizas. La velocidad de este transportador determina la velocidad de retirada del material, de manera que al disminuir la velocidad aumenta el tiempo de retención. En circunstancias apropiadas esta característica puede permitir temperaturas de combustión más bajas, con la consiguiente reducción de las necesidades de combustible y de los daños y mantenimiento del horno.

Beneficios ambientales logrados

Para la harina animal se afirma que se pueden destruir los materiales de riesgo de EET, al destruir las proteínas. El calor generado se puede utilizar para producir electricidad, agua caliente o vapor, y éstos se pueden usar en actividades asociadas del propio emplazamiento o en el exterior.

Efectos cruzados

Emisiones a la atmósfera de SO₂, HCl, NO_x y CO y consumo adicional de energía debido a la exigencia de destrucción de proteínas para eliminar los priones de EEB y para fluidificar el lecho.

Cuestiones operativas

En una planta de ejemplo se realizó un ensayo utilizando harina animal al 100%, con una capacidad calorífica de 17 – 21 MJ/kg, una carga térmica de aproximadamente 9 – 12 MW y un rendimiento de producción de 1.550 a 2.550 kg/h. Se informa que si en el mismo lecho de fluidificación se cambiara la producción a 2.500 – 7.500 kg/h, se conseguiría una potencia térmica de 4,8 – 9,7 MW.

La incineración en lecho fluidificado circulante se realizó a una temperatura mínima de 850 °C. El tiempo de residencia del gas se reguló a unos 4 s ajustando la velocidad de retirada de cenizas. El sistema de medición para comprobar el tiempo de residencia mínimo prescrito de 2 s y los requisitos de temperatura se situó entre los dos separadores centrífugos de retorno, específicamente entre la parte superior del cabezal del horno y la entrada a la caldera.

Los gases de combustión calientes se dirigían desde el ciclón, en donde se separaban de la materia sólida más pesada. Para la eliminación de NO_x se utilizó reducción selectiva no catalítica (RSNC), inyectando urea en el flujo de gas de combustión entre el ciclón de retorno y la caldera de calor residual, a una temperatura superior a 850 °C. La caldera se utilizó para recuperación de calor. Mediante un lavador con hidróxido de calcio en suspensión se consiguió un enfriamiento adicional además de la eliminación de cloro inorgánico y dióxido de azufre. Se inyectó carbono para eliminar dioxinas, furanos y metales pesados. Se utilizó un filtro fibroso para eliminación de polvo. En la ceniza no se detectaron priones y, por tanto, se dedujo que las proteínas se habían destruido.

Los niveles de emisión conseguidos en este ensayo con un 100% de harina animal se presentan en la Tabla 4.55.

Parámetro	Niveles medios anuales medidos (mg/m^3)	Límites de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE	
		Valor medio diario (mg/m^3)	Valor medio semihorario (mg/m^3)
Polvo total	0,34	10	30
Sustancias orgánicas gaseosas y en vapor, expresadas como carbono orgánico total	0,032	10	20
HCl	2,83	10	60
SO_2	24,22	50	200
NO y NO_2 , expresado como dióxido de nitrógeno ⁺	120,13	200	400
CO^*	17,95		
Hg y sus compuestos, indicado como Hg	0,0004	0,03	0,05 media determinada con un muestreo relevante
⁺ Hasta el 1 de enero de 2007 y sin perjuicio de la legislación comunitaria relevante, el valor límite de emisión para NO_x no se aplica a plantas que sólo incineren residuos peligrosos. [*] No se deben superar los siguientes valores límites de emisión de concentración de monóxido de carbono (CO) en los gases de combustión (excepto en la fase de encendido y apagado): - 50 mg/m^3 de gas de combustión, determinado como valor medio diario; - 150 mg/m^3 de gas de combustión de al menos el 95% de todas las mediciones determinado como valores medios en 10 minutos o 100 mg/m^3 de gas de combustión de todas las mediciones determinado como valores medios semihorarios tomados en un periodo de 24 horas. Las autoridades competentes pueden autorizar excepciones para plantas de incineración con tecnología de lecho fluidificado, a condición de que la autorización no prevea un valor límite de emisión de CO superior a 100 mg/m^3 como valor medio horario.			

Tabla 4.55: Emisiones de la incineración de 100% de harina animal en un lecho fluidificado circulante

Plantas de ejemplo

En Alemania se llevó a cabo un ensayo dedicado a la incineración del 100% de harina animal en un incinerador de lecho fluidificado circulante.

Referencias

[244, Alemania, 2002; 334, Brunner C. R., 1996]

4.3.8.19 Incinerador de horno rotatorio

Descripción

La incineración en un horno rotatorio normalmente es un proceso en dos etapas, formado por un horno y una cámara de combustión secundaria. El horno es un almacén cilíndrico recubierto con

una sustancia refractaria, inclinado en sentido descendente respecto al punto de alimentación y que gira lentamente alrededor de su eje longitudinal. La rotación mueve el material por el horno en una acción de volteo para exponer las superficies frescas al calor y al oxígeno. Se pueden añadir estructuras dentro del horno, para ayudar a la turbulencia y para ralentizar el paso de residuos líquidos.

Si un horno rotatorio incorpora estructuras que ralentizan el paso de líquidos no debería producirse escape, lo que provocaría una combustión incompleta. Sin embargo, es habitual añadir una cámara de combustión para asegurar que la combustión es lo bastante completa.

Beneficios ambientales logrados

Conversión de residuos “problemáticos” de subproductos animales en energía útil.

Oportunidad de incinerar juntos líquidos molestos, productos residuales y efluentes.

Una combustión correcta reduce el riesgo microbiológico evitando la formación de residuos orgánicos líquidos y acuosos y evitando el escape y la mezcla del líquido (grasas y agua) durante la combustión. Ello, a su vez, mejora el potencial de reciclaje de los residuos. Tanto la Directiva del Consejo WID2000/76/CE como el Reglamento ABP 1774/2002/CE exigen que los residuos *se minimicen en cantidad y peligrosidad y que se reciclen cuando sea adecuado*.

Efectos cruzados

Emisiones a la atmósfera y consumo de energía para rotar el horno.

Cuestiones operativas

La velocidad del aire, que depende de los ventiladores, los quemadores y velocidad de rotación y diámetro del horno, es importante para minimizar las emisiones de polvo y conseguir una buena combustión. La longitud del horno debe ser lo bastante grande para minimizar la carga en la cámara secundaria, que, a su vez, debe diseñarse para asegurar una correcta turbulencia.

La Tabla 4.56 muestra el análisis de cenizas procedentes de un incinerador de horno rotatorio dedicado a la incineración de MER que contiene cabezas de bovinos y columnas vertebrales.

Sustancia	Valor	Unidades	Límite de detección	Método
Sólidos totales	78,6	g/100g		
Materia seca	78,2	g/100g		
Sólidos volátiles totales (sustancias orgánicas)	< l.d.	g/100g	0,5	
Metales pesados:				
As	0,181	mg/kg		ICP/MS
Cd	< l.d.	mg/kg	0,05	ICP/MS
Cr	2,04	mg/kg		ICP/MS
Fe	171	mg/kg		ICP/MS
Mn	2,29	mg/kg		ICP/MS
Hg	< l.d.	mg/kg	0,05	ICP/MS
Ni	2,54	mg/kg		ICP/MS
Pb	0,962	mg/kg		ICP/MS
Cu	2,46	mg/kg		ICP/MS
Zn	2,47	mg/kg		ICP/MS

Tabla 4.56: Análisis de cenizas procedentes de un incinerador de horno rotatorio dedicado a la incineración de MER que contiene cabezas de bovinos y columnas vertebrales

Aplicabilidad

Los hornos rotatorios son adecuados para la incineración de canales animales, partes de canales y harina animal.

Aspectos económicos

Esta información se refiere a un incinerador en un emplazamiento de un matadero de bovinos, para el que se disponía de financiación pública.

Para una capacidad efectiva de incinerador de 0,5 t/h (es decir, 4.380 kg/año), se informó de una inversión de 2.300.000 EUR. Esta cantidad se ha equiparado a 0,525 EUR/kg. Se ha estimado que el coste de un incinerador con capacidad para una tonelada sería más del doble que el coste del incinerador de 0,5 t/h.

El período de recuperación, para el incinerador estudiado, se difícil de medir a causa de la inversión pública, pero se estima en 4 años.

Motivación para la puesta en práctica

El Reglamento ABP 1774/2002/CE y, por consiguiente, la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE.

Plantas de ejemplo

Por lo menos 2 incineradores de canales en 2 mataderos de bovinos de Italia.

Referencias

[82, EA, 1998; 248, Sorlini G., 2002; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.3.8.20 Incineración continua

Descripción

La incineración continua implica el funcionamiento continuo de un incinerador sin la calefacción y enfriamiento cíclicos asociados a los procesos por lotes.

Beneficios ambientales logrados

El beneficio ambiental principal de la incineración continua es que evita los picos de emisión asociados con el encendido y el apagado. Cuando se alcanza la temperatura de combustión y se mantiene con un suministro constante de materia prima orgánica, las emisiones a la atmósfera son más uniformes. Consecuentemente, las emisiones por tonelada de materia prima orgánica son inferiores. Los equipos de reducción se pueden diseñar y operar para emisiones menores, con el menor uso de energía y de productos químicos que ello implica. Se necesita menos combustible adicional para la incineración continua, que para la incineración por lotes, ya que la materia prima sigue actuando como combustible para mantener la temperatura de combustión. En la incineración en lotes, a medida que se consume la materia prima se necesita combustible adicional para completar el proceso de combustión.

La incineración continua puede ofrecer una vía de eliminación más rápida para los subproductos animales y puede reducir los problemas de olores asociados con el almacenaje de materiales putrescibles. Se puede conseguir la incineración antes de la formación de sustancias malolientes, por ejemplo en incineradores situados en el mismo emplazamiento que los mataderos.

Siempre se dispone de un método para tratar el aire maloliente: el incinerador, excepto cuando éste se halla detenido por mantenimiento.

Efectos cruzados

No se han descrito, al comparar con los procesos por lotes.

Cuestiones operativas

Se evitan los problemas de mantenimiento asociados con los daños al equipo, como el recubrimiento refractario de la cámara de incineración, causados por los frecuentes calentamientos y enfriamientos de una incineración por lotes.

Aplicabilidad

Es aplicable al dimensionar nuevos incineradores para procesar producciones previstas de materia prima orgánica. Los incineradores existentes pueden maximizar sus entradas de subproductos animales a incinerar para conseguir su capacidad plena y funcionar en modo continuo.

Aspectos económicos

Reducción en los costes de mantenimiento.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones, mayor estabilidad de funcionamiento y reducción del tiempo y coste del mantenimiento.

Plantas de ejemplo

Numerosos incineradores que queman diversos tipos de materia prima orgánica, incluyendo horno rotatorios que queman cadáveres animales e incineradores LFB que queman HCH.

4.3.8.21 Disposición de una cámara de quemado de cenizas

Descripción

El quemado de residuos sólidos es importante para asegurar la destrucción de peligros microbiológicos y dioxinas. También evita el ataque biológico posterior de la ceniza, por ejemplo en el punto de vertido. Una combustión correcta también ayuda a asegurar que los residuos *se minimizarán en cantidad y peligrosidad*, aumentando su potencial reciclaje, según lo necesario, requisito de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE y de el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en los riesgos de peligros biológicos (por ejemplo procedentes de priones de EET).

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

El requisito de una cámara de quemado de cenizas dependerá de la fiabilidad de la zona principal de combustión en conseguir la combustión adecuada para la producción designada. Normalmente se instalan como parte del sistema de incinerador de horno rotatorio y no se acostumbra a necesitar como parte de incineradores LFB.

Para supervisar el buen rendimiento se puede utilizar un ensayo de “pérdida por calcinación”, en que se toma una muestra de cenizas, se calienta hasta la temperatura de combustión en presencia de aire y se mide la pérdida de peso.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores en donde no se pueda conseguir una combustión fiable en la zona principal de combustión.

Motivación para la puesta en práctica

Cumplimiento del Reglamento ABP 1774/2002/CE y la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE.

Referencias

[65, EA, 1996]

4.3.8.22 Extracción automatizada y continua de cenizas

Descripción

La extracción de cenizas puede ser cerrada y automática para los sistemas continuos. Por tanto, la zona de combustión queda reservada a una correcta incineración de la materia prima orgánica. El sistema sellado evita el ingreso de aire durante la extracción de cenizas y, por tanto, permite mantener unas condiciones de combustión estables. Esto da como resultado una reducción en las emisiones a la atmósfera y/o menores requisitos para los sistemas de tratamiento de los gases de combustión.

Beneficios ambientales logrados

Emisiones mínimas de polvo en suspensión.

Efectos cruzados

Consumo de energía asociado con el funcionamiento del sistema de extracción de cenizas.

Cuestiones operativas

Un transportador de tornillo puede transferir las cenizas directamente a un recipiente de recogida cubierto. Un horno rotatorio de ejemplo en funcionamiento continuo dispone de un transportador de tornillos para extraer las cenizas, que previamente se enfrían por soplado.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores continuos.

Motivación para la puesta en práctica

Salud laboral y menores emisiones de polvo en suspensión.

Referencias

[82, EA, 1998]

4.3.8.23 Aspiración de cenizas, en lugar de barrido

Descripción

La recogida de cenizas, durante la extracción o la limpieza de fugas, se puede realizar mediante aspiración con un filtro de partículas de alta eficiencia, en lugar de utilizar un barrido, lo que puede evitar que el polvo se quede en suspensión.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de polvo.

Efectos cruzados

Consumo de energía asociado con el funcionamiento del sistema de vacío de aspiración.

Cuestiones operativas

Si el material se quema correctamente y se deja enfriar y todas las operaciones de extracción de cenizas son cerradas y hechas directamente en un contenedor de transporte cerrado, se reducirá el riesgo de que el polvo se quede en suspensión. El enfriamiento forzado provoca que el polvo se quede en suspensión en el aire.

Aplicabilidad

Es aplicable en incineradores por lotes.

Motivación para la puesta en práctica

Posiblemente salud laboral y menores emisiones de polvo en suspensión.

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998]

4.3.8.24 Extinción de ceniza por vía húmeda

Descripción

La recogida de ceniza, en un baño de extinción o pasándola a través de un pulverizador de extinción puede evitar que el polvo se acumule en suspensión.

Beneficios ambientales logrados

Menores emisiones de polvo.

Efectos cruzados

Mayor consumo de agua.

Cuestiones operativas

Los pulverizadores de extinción de polvo se pueden diseñar y operar de forma que humedezcan y aglomeren la superficie de la ceniza sin causar problemas de lixiviación ni escapes. Se puede usar agua no potable. Alternativamente la ceniza se puede recoger en un baño de extinción.

La ceniza húmeda se puede mantener en un punto intermedio para asegurar que se escurra completamente antes de transferirse al recipiente que se utilizará para transportarla fuera del emplazamiento. Esto evitará que el agua se escurra durante el transporte o en el lugar en que se vierte finalmente. El agua que se escurra puede devolverse al sistema de extinción.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores.

Motivación para la puesta en práctica

Posiblemente salud laboral y menores emisiones de polvo en suspensión.

Referencias

[65, EA, 1996]

4.3.8.25 Programa de supervisión de emisiones, con protocolo de supervisión de la incineración, incluyendo peligro biológico de priones de EET en cenizas

Descripción

Se puede utilizar un programa de supervisión para medir el rendimiento ambiental real de un incinerador de subproductos animales, para establecer el rendimiento alcanzable y supervisar el cumplimiento de los valores límites de emisión. Por lo menos, el programa de supervisión debe cumplir los requisitos de la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE, a pesar de la posibilidad de que los niveles de emisión alcanzables puedan ser significativamente inferiores de los exigidos de por la legislación.

Se puede disponer de más información en el “Documento de Referencia sobre Principios Generales de Supervisión”.

Tanto la Directiva del Consejo WID2000/76/CE como el Reglamento ABP 1774/2002/CE exigen que los residuos *se minimicen en cantidad y peligrosidad*. Se puede utilizar un protocolo para supervisar el quemado, incluyendo el peligro biológico de priones EET en cenizas tras la incineración de subproductos animales, para una comprobación doble de que todos los procedimientos y medidas de seguridad estén funcionando correctamente. El *Protocolo de Supervisión - métodos y frecuencia de pruebas de ceniza y partículas (para análisis de*

contenido de carbono, nitrógeno, y aminoácidos) y Agencia Medioambiental - Grupo de ensayos bovinos, notas sobre muestreo de cenizas se reproducen en la sección 10.1.

Un incinerador de Italia que quema MER mide nitrógeno orgánico en cenizas, como modo de supervisar la destrucción de priones. El nitrógeno residual se mide a 105 °C. El límite de detección es de 0,5 g de nitrógeno/100 g de ceniza.

El sistema de supervisión continua debe tener una batería de reserva para asegurar que puede registrar incluso en caso de corte de la alimentación eléctrica.

Beneficios ambientales logrados

Al supervisar las emisiones se puede comprobar la efectividad del equipo de incineración escogido y los procesos asociados, incluyendo las técnicas “a final de línea”, para determinar si controlan o evitan de forma efectiva las emisiones ambientales globales. De esta manera se pueden detectar los rendimientos insuficientes y rectificarlos.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Ninguno.

Aplicabilidad

La supervisión de las emisiones a la atmósfera es aplicable en todos los incineradores, incluyendo los que queman subproductos animales. También se exige un protocolo y un programa para supervisar el quemado, y debe incluirse como forma de comprobar cualquier peligro biológico residual asociado a priones de EET en cenizas.

Motivación para la puesta en práctica

Los requisitos legislativos del Reglamento ABP 1774/2002/CE y la Directiva del Consejo WID 2000/76/CE y la destrucción de priones de EET.

Plantas de ejemplo

La Directiva del Consejo WID exige a prácticamente todos los incineradores que supervisen sus emisiones, y los que están exentos de esta legislación particular, es para cumplir los requisitos de autorización de reguladores ambientales.

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998; 278, CE, 2002]

4.3.8.26 Limpieza y desinfección regulares de las instalaciones y los equipos

Descripción

Una limpieza a fondo y regular (por ejemplo semanal) de las instalaciones y los equipos en que se manipulan los subproductos animales reducirá el riesgo de propagación de enfermedades por parte de insectos, roedores y pájaros y ayudará a controlar la formación de sustancias malolientes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores. Control de insectos, roedores y pájaros.

Efectos cruzados

Se utilizan detergentes y desinfectantes.

Cuestiones operativas

Se ha comunicado el siguiente ejemplo de rutina de limpieza en una instalación que incinera cadáveres animales y partes de canales, incluyendo MER: en primer lugar aclarado, luego

aplicación de detergente alcalino, seguido de otro aclarado y finalmente desinfección con una solución de cloro al 2% durante una hora como mínimo. En la misma instalación, el equipo cerrado de manipulación, almacenaje, trituración y carga se limpia periódicamente y en general antes del mantenimiento, introduciendo astillas de madera en el sistema e incinerándolas.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las instalaciones que almacenan, manipulan y tratan subproductos animales, excepto quizá en los casos en que se almacena harina animal a largo plazo.

Aspectos económicos

Más barato y conveniente que el tratamiento de olores y plagas.

Motivación para la puesta en práctica

Reglamento ABP 1774/2002/CE. Prevención de olores y plagas por insectos, roedores y pájaros. Prevención de la propagación de EET y, en particular EEB.

Plantas de ejemplo

Al menos 2 incineradores de cadáveres animales de Italia.

Referencias

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998; 248, Sorlini G., 2002; 287, CE, 2002]

4.3.8.27 Técnicas de detención de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento

Descripción

Se pueden instalar controles de olores técnicos u operacionales para evitar emisiones de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento y, por consiguiente, no puede utilizarse para destrucción de olores utilizando el aire maloliente como el aire de combustión.

Para las paradas programadas, los materiales destinados a la incineración, según la capacidad de almacenaje refrigerado, pueden redirigirse a otros incineradores o, si existen instalaciones adecuadas en el matadero o instalación de subproductos animales, pueden almacenarse en ellas. Para incineradores que funcionan por lotes, el tiempo de inactividad acostumbra a ser más frecuente y más largo que para los incineradores continuos.

Se puede prever que los materiales putrescibles se almacenen cuando el incinerador no está disponible para la combustión de aire maloliente. Puede proveerse una planta de reducción de olores alternativa, como biofiltros, lavadores químicos o filtros de carbono. Una carga excesiva en un lavador químico produciría un tratamiento ineficiente durante las etapas iniciales, por lo que podría no ser una técnica adecuada para uso intermitente. La energía utilizada para transferir el aire a estos equipos sustituirá la utilizada para transferirlo al incinerador.

Durante las averías, se pueden preparar dispositivos para el uso de medios técnicos u operativos alternativos que eviten emisiones de olores, en caso de que la avería no se pueda solucionar inmediatamente mediante una reserva disponible de piezas de recambio y mano de obra.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de olores.

Efectos cruzados

Cualquier efecto cruzado dependerá de las acciones realizadas; por ejemplo, puede haber un consumo de energía para la refrigeración de materiales putrescibles.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores que queman materiales inherentemente malolientes o putrescibles.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en las emisiones de olores.

Referencias

[65, EA, 1996]

4.3.8.28 Biofiltros para reducción de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento

Descripción

Cuando el incinerador no se halla en funcionamiento y no está disponible para reducción de olores se pueden generar olores. El uso de un biofiltro puede ser efectivo para controlar olores de baja intensidad procedentes de sustancias inherentemente malolientes o putrescibles. Se puede hallar más información en la sección 4.1.33.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

Aplicabilidad

Los biofiltros necesitan una gran superficie.

Referencias

[65, EA, 1996]

4.3.8.29 Filtros de carbono para reducción de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento

Descripción

Los filtros de carbono se pueden utilizar para reducción de olores, especialmente cuando la cantidad total de compuestos orgánicos es pequeña. Sin embargo, pueden producir residuos sólidos considerables, que deberán eliminarse. Si no se pueden recuperar pueden quemarse en el incinerador. Esto destruye los compuestos malolientes y recupera el contenido energético del carbono.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

Efectos cruzados

Puede consumirse energía durante la regeneración del carbono.

Cuestiones operativas

Los filtros de carbono se pueden dimensionar según las necesidades de la instalación y no necesitan una gran superficie. No son especialmente sensibles al uso intermitente ni a cargas excesivas, por lo que son relativamente fáciles de usar de forma inmediata.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los incineradores que queman materiales inherentemente malolientes o putrescibles.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de las emisiones de olores.

Referencias

[65, EA, 1996]

4.3.9 Esparcido / inyección

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

Las técnicas para el esparcido de estiércol se describen en el *Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la Cría Intensiva de Aves y Ganado Porcino* [304, CE, 2002].

4.3.9.1 Esparcido del fango procedente de la elaboración de gelatina y de cola de pieles

Descripción

El fango procedente del tratamiento de aguas residuales de la elaboración de gelatina y cola de pieles resulta ser un excelente fertilizante y mejorador de suelos. Se puede utilizar en suelos agrícolas, como fango húmedo o espesado y prensado.

Beneficios ambientales logrados

Aplicación de los subproductos de la elaboración de gelatina como fertilizante, cuando hay tierra agrícola disponible. El fango contiene calcio, nitrógeno o fósforo.

Efectos cruzados

Puede haber hierro, aluminio y manganeso, por lo que puede ser prudente analizar su contenido.

Aplicabilidad

Es aplicable cuando los requisitos del suelo coinciden con el nivel de nutrientes del fango.

Aspectos económicos

Más barato que pagar por el vertido.

Plantas de ejemplo

El fango de todas las EDAR de elaboradores de gelatina y cola de pieles de Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002, 351, Miembros británicos del Grupo de Trabajo, 2003]

4.3.9.2 Esparcido de residuos sólidos procedentes de la producción de biogás

Descripción

Los residuos sólidos procedentes de la producción de biogás se pueden aplicar como mejoradores de suelos.

Beneficios ambientales logrados

Uso del nitrógeno y el fósforo como fertilizante saneado y inodoro, además del uso del potencial energético del residuo del matadero (contenido gastrointestinal, estiércol, material filtrado del agua residual, grasa de las rejillas de grasas, fango de los tanques de sedimentación y fango de los tanques de flotación).

Efectos cruzados

Puede haber hierro, aluminio y manganeso, por lo que puede ser prudente analizar su contenido.

Aplicabilidad

La aplicación de fertilizantes orgánicos y mejoradores de suelos, excepto estiércol, a tierras de pastos está prohibida por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. El Reglamento contiene la

definición: *“Fertilizantes orgánicos” y “mejoradores de suelos” son materiales de origen animal utilizados para mantener o mejorar la nutrición de las plantas y las propiedades físico-químicas y la actividad biológica de los suelos, por separado o conjuntamente; puede contener estiércol, contenido gastrointestinal, compost y residuos de digestión.*

Aspectos económicos

Más barato que el vertido o la incineración.

Motivación para la puesta en práctica

Recuperación de los nutrientes en los subproductos tras el uso del contenido energético para producir biogás.

Plantas de ejemplo

En Dinamarca se practica el esparcido de los residuos de biogás.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 287, CE, 2002; 351, Miembros británicos del Grupo de Trabajo, 2003]

4.3.10 Producción de biogás

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.10.1 Producción de biogás a partir de los subproductos de mataderos

Descripción

En condiciones anaeróbicas la materia orgánica se degrada a CH₄. Las emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo procedentes del proceso se pueden controlar correctamente.

Los recientes avances en tecnologías de digestión anaeróbica han hecho posible el tratamiento de una variedad creciente de subproductos y aguas residuales. No sólo el agua residual del matadero puede someterse a tratamiento anaeróbico, sino también el estiércol y los residuos del mataderos como sangre, grasa y el contenido estomacal y las vísceras.

La codigestión del estiércol y de los residuos de mataderos a veces se realiza con residuos orgánicos industriales.

Beneficios ambientales logrados

El CH₄ se puede recuperar y utilizar para producción de energía, en sustitución de combustibles fósiles con la consiguiente reducción de las emisiones de CO₂. La mayoría de nutrientes permanecen en el material tratado y, al igual que en el compostaje, los materiales se pueden recuperar para usos agrícolas.

Efectos cruzados

El CH₄ y el CO₂ generados durante la producción de biogás pueden emitirse accidentalmente a la atmósfera si no se dispone de controles adecuados. El CH₄ tiene un potencial para el calentamiento global 30 veces superior al del CO₂.

Aplicabilidad

Ampliamente aplicable. La aplicación de fertilizantes orgánicos y mejoradores de suelos, excepto estiércol, a tierras de pastos está prohibida por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. El Reglamento contiene la definición: *“Fertilizantes orgánicos” y “mejoradores de suelos” son materiales de origen animal utilizados para mantener o mejorar la nutrición de las plantas y las propiedades físico-químicas y la actividad biológica de los suelos, por separado o*

conjuntamente; puede contener estiércol, contenido gastrointestinal, compost y residuos de digestión.

Aspectos económicos

Se informa que una planta de tamaño medio que utiliza 2.000 toneladas por semana de materia prima orgánica, formada en un 50% por subproductos de mataderos avícolas y en un 50% por estiércol, puede generar aproximadamente 500.000 GBP/año en tarifas de recepción a 10 GBP/t y puede vender unas 700.000 GBP de electricidad anuales. La construcción de una planta de este tipo costaría varios millones de GBP (precios de 2001).

Motivación para la puesta en práctica

Recuperación del contenido energético de los subproductos animales y reducción de los costes de eliminación.

Plantas de ejemplo

Existen plantas en Dinamarca y una en Suecia que trata residuos de mataderos.

Referencias

[148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001; 222, Gordon W., 2001; 305, Porteous A., 2000]

4.3.10.2 Biogás a partir de estiércol y residuos con grasas

Descripción

Plantas danesas

Las plantas digieren estiércol animal junto con pequeñas cantidades de residuos con grasas, para producir biogás. El biogás se quema en una unidad motor/generador (unidad de cogeneración), para producir energía neutra respecto a CO₂. La energía se vende directamente a las redes de distribución y el calor producido como consecuencia de la refrigeración del motor se utiliza para calefacción en el emplazamiento, incluido el propio proceso de producción de biogás.

La planta está formada por una unidad de digestión anaeróbica de alta eficiencia, una unidad de almacenaje de biogás, una unidad de limpieza, una unidad de cogeneración con una interficie de potencia para conexión con la red eléctrica local y un tanque de acumulación de calor.

Una planta italiana

En una planta italiana se mezclan diariamente en un reactor 400 – 500 m³ de estiércol y fango de agua residual. Para mantener una temperatura de 33 °C se añade agua, que se ha calentado a 90 °C mediante biogás. El volumen total de 8000 m³, de los cuales 2.400 m³ son de agua, se mezcla. Tras 15 – 20 días la mezcla y el CH₄ producidos se bombean hacia un reactor de 4.000 m³, durante 10 – 15 días y del cual se extrae continuamente CH₄ a un recipiente de retención de gas de 600 m³. El gas se utiliza para calentar agua y para generar energía a un ritmo de 250 kWh/m³ de CH₄, en un generador de 400 kW. En la planta de ejemplo la capacidad es insuficiente para usar todo el CH₄ producido y el exceso se quema en una chimenea.

Los residuos se bombean desde la base del segundo reactor, mezclados con polielectrólito, y luego, en función de la demanda, se esparcen directamente o se envían a compostar.

Se informa que los accidentes se evitan mediante la formación de los operarios y mediante la prohibición de fumar y de llamas desnudas. Las conducciones de gas y el cierre hidráulico del gasómetro se inspeccionan cada tres meses.

Hay planes para modificar la planta y sustituir el 18% del estiércol por sangre pasteurizada y homogeneizada y producir un 30 – 40% más de CH₄, a un ritmo de 400 m³/h y utilizarlo todo. También hay planes para pasar el aire de escape, tras la pasteurización, a través de una solución caliente de NaOH, para eliminar el NH₃, y luego a través de un biofiltro de turba para eliminar

las sustancias malolientes. Se prevé que el uso de sangre aumentará la DQO del agua residual de 1.000 ppm a 2.000 ppm y que el fango se seguirá esparciendo. El CO₂ se eliminará del biogás utilizando agua para producir H₂CO₃. Aunque los titulares informan que no esperan un aumento en la generación de H₂S, se eliminará con FeCl₂.

Estudios alemanes

En Alemania se han llevado a cabo estudios sobre el tratamiento de determinados residuos procedentes de separación de grasas o de procesado de alimentos en instalaciones de tratamiento anaeróbico en plantas de tratamiento de residuos. Los resultados para las grasas se consideraron “muy buenos”, mejorando incluso la eficiencia global del proceso anaeróbico y generando un gas de mayor rendimiento.

Beneficios ambientales logrados

Producción de energía neutra respecto a CO₂; producción de fertilizante a partir del estiércol digerido, que puede sustituir a los fertilizantes químicos; reducción de las emisiones de olores procedentes del estiércol animal y reducción de las fugas de nitrógeno a los acuíferos.

El proceso de producción de biogás favorece el uso de materia prima orgánica con elevada humedad. Otros tratamientos consumen mucha energía para eliminar el agua.

Efectos cruzados

El CH₄ y el CO₂ generados durante la producción de biogás pueden emitirse accidentalmente a la atmósfera si no se dispone de controles adecuados. El CH₄ tiene un potencial para el calentamiento global 30 veces superior al del CO₂.

Cuestiones operativas

La Tabla 4.57 muestra las cifras reales y previstas para la producción de biogás, calor y electricidad a partir de estiércol y residuos con grasas. También muestra los ahorros reales o previstos de electricidad y combustible resultantes del proceso.

Estiércol (m ³ /año)	Residuos con grasas (t/año)	Biogás producido (o previsto) (m ³ /año)	Electricidad producida (kWh/año)	Calor producido (kWh/año)	Electricidad ahorrada en el emplazam. (kWh/año)	Aceite de calefacción ahorrado en el emplazam. (kWh/año)	Paja ahorrada (t/año)
14.600	750	750.000	1.400.000	1.960.000	542.900	178.000	
10.950	550	520.000	1.430.000	1.716.000	300.000	80.000	
4.380	550	350.000	1.000.000	1.200.000	150.000		125
23.000	800	1.000.000	2.600.000	3.120.000	430.000	120.000	
9.125	850	750.000	1.650.000	2.310.000	278.907		
6.570	550	536.100	1.533.246	1.839.895	157.223		
12.000	900	831.420	2.377.420	2.853.433	324.000	72.000	40

Tabla 4.57: Datos energéticos, térmicos y económicos para unidades de biogás/cogeneración que utilizan (o prevén utilizar) estiércol y residuos con grasas en granjas danesas

Aplicabilidad

Las plantas consideradas en la Tabla 4.57 producen más del 75% del biogás procedente de plantas de biogás en granjas danesas. La aplicación de fertilizantes orgánicos y mejoradores de suelos, excepto estiércol, a tierras de pastos está prohibida por el Reglamento ABP 1774/2002/CE. El Reglamento contiene la definición: “*Fertilizantes orgánicos*” y “*mejoradores de suelos*” son materiales de origen animal utilizados para mantener o mejorar la nutrición de las plantas y las propiedades físico-químicas y la actividad biológica de los suelos, por separado o conjuntamente; puede contener estiércol, contenido gastrointestinal, compost y residuos de digestión.

Aspectos económicos

Los tiempos de recuperación para las plantas danesas se han comunicado en 5 - 6 años. Se ahorran los costes de eliminación.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorros económicos a través de la venta de electricidad y generación de agua caliente. Producción de fertilizantes a partir de los residuos de biogás.

Plantas de ejemplo

En Dinamarca, más del 75% del biogás producido procede de estiércol y residuos con grasas. Hay al menos una planta en Italia. En el Reino Unido y Alemania hay centrales eléctricas alimentadas con biogás procedente de estiércol.

Referencias

[218, Dansk Biogas A/S, sin fecha; 287, CE, 2002]

4.3.10.3 Reutilización de calor durante la producción de biogás

Descripción

Se pueden usar intercambiadores de calor para extraer calor del material que abandona el digestor, que se puede usar para calentar el material entrante.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del consumo de energía para calentar las materias primas para producción de biogás o pasteurización.

Efectos cruzados

Ninguno.

Cuestiones operativas

Si el material es de categoría 3, tal como se define en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, el material entrante debe tener un tamaño máximo de partícula de 12 mm y debe calentarse para la pasteurización a 70 °C durante 60 min. Para la digestión anaeróbica real, los subproductos se calientan a una temperatura aproximada de 33 – 37 °C. El calor de los materiales que abandonan la planta de pasteurización o el digestor se puede utilizar para calentar el material entrante.

Aplicabilidad

Es aplicable en todas las plantas de producción de biogás.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción del consumo de energía.

Referencias

[222, Gordon W., 2001]

4.3.11 Compostaje

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.11.1 Drenaje suficiente para el compostaje en pilas sobre una superficie dura

Descripción

El emplazamiento puede diseñarse para evitar el ingreso de lluvia en las pilas de compostaje y para minimizar el volumen y la carga del lixiviado formado. Incluso con una gestión cuidadosa

de la adición de agua, se formará algo de lixiviado. Se puede disponer una superficie impermeable, con la pendiente adecuada para el drenaje y con canalizaciones y drenaje de capacidad suficiente para aceptar la máxima escurrimiento prevista. El recipiente de recogida del drenaje se puede separar de los que recogen el agua de lluvia y otros efluentes líquidos. El líquido se puede recircular para humedecer el compost especialmente pronto durante el proceso, cuando es más activo. Si se recircula se puede almacenar muy cerca de la pila de compostaje.

Se ha informado de que pendientes con gradientes tan bajos como 1:200 son suficientes para el drenaje, sin causar problemas al movimiento de vehículos.

Beneficios ambientales logrados

Se evita la contaminación de cursos de agua con lixiviados y escurrimientos, que pueden contener sustancias en disolución y sólidos en suspensión contaminantes o que necesiten un proceso de tratamiento de aguas residuales. Los lixiviados contienen mayores concentraciones que las escurrimientos, porque se filtran por la pila. El lixiviado se puede recircular y utilizarse en el proceso.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los emplazamientos de compostaje en pilas.

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de contaminación de los cursos de agua locales por lixiviados y escurrimientos.

Plantas de ejemplo

Ampliamente aplicado.

Referencias

[176, The Composting Association, 2001]

4.3.11.2 Superficie dura: hormigón

Descripción

El hormigón se ha considerado la superficie más fuerte y resistente que se puede usar. La introducción de una capa de material geotextil proporciona a la formación mayor resistencia, ayuda a mantener unido el sustrato y reparte la carga. Debe tenerse cuidado al escoger el material entre los bloques para permitir su expansión y contracción y su movimiento diferencial.

Las juntas pueden rellenarse con material que permite la expansión y la contracción y evita el paso de agua superficial o lixiviados a través suyo. Los compuestos de sellado de juntas ofrecen una buena adherencia al hormigón, flexibilidad sin rotura, resistencia al flujo y a los cambios de temperatura, además de ser durables e impermeables.

Beneficios ambientales logrados

Se evita la contaminación de cursos de agua con lixiviados y escurrimientos. Reducción en la contaminación de las aguas residuales y en los requisitos de tratamiento.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Cuestiones operativas

Se informa que el hormigón es adecuado para emplazamientos con grandes volúmenes en suelos poco adecuados.

Aspectos económicos

El pavimento de hormigón rígido construido sobre un sustrato preparado (como arcilla blanda o limo) tiene un coste de 27 – 32 GBP por metro cuadrado (2001).

Motivación para la puesta en práctica

Prevención de contaminación de los cursos de agua locales por lixiviados y escorrentías.

Referencias

[176, The Composting Association, 2001; 210, Environment Agency, 2001]

4.3.11.3 Superficie dura: asfalto o macadán

Descripción

Se ha informado de que una base de macadán bituminoso denso proporciona una superficie impermeable de alta calidad con una buena capacidad de soporte. Los macadanes bituminosos consiguen su resistencia gracias a un aglomerado de entrelazamiento unido con betún.

Las superficies asfálticas no son totalmente impermeables y se han planteado algunas dudas sobre su uso. Las temperaturas que alcanza el material de compostaje pueden afectar al asfalto a lo largo del tiempo. La superficie asfáltica se puede volver quebradiza y puede haber riesgo de contaminación del material de compostaje.

Beneficios ambientales logrados

Se evita la contaminación de cursos de agua con lixiviados y escorrentías. Reducción en la contaminación de las aguas residuales y en los requisitos de tratamiento.

Efectos cruzados

Las superficies asfálticas no son totalmente impermeables.

Cuestiones operativas

Se informa que los asfaltos y macadanes son menos durables y tienen mayor permeabilidad que el hormigón. Las áreas de almacenaje y entrega pueden necesitar capas más gruesas o hormigón para soportar la acción de las palas mecánicas de carga.

La superficie asfáltica se puede volver quebradiza y se teme que los residuos de asfalto puedan contaminar el material de compostaje.

Aspectos económicos

Un pavimento de asfalto flexible construido sobre un sustrato preparado, como un suelo de arcilla rígida, tiene un coste de 15 – 20 GBP por metro cuadrado (2001).

Motivación para la puesta en práctica

Más barato que el hormigón.

Referencias

[176, The Composting Association, 2001]

4.3.11.4 Compostaje en pilas de subproductos animales

Descripción

Una pila de compostaje es una gran acumulación de materiales de compostaje, normalmente en forma de prisma triangular alargado. Se construyen sobre una superficie dura y se proporciona un drenaje para recoger posibles lixiviados. A las pilas se les añade agua cuando es necesario para el proceso de compostaje. El material a compostar se voltea frecuentemente para asegurar la máxima higiene y degradación de todo el material y para que el proceso se mantenga completamente aeróbico.

Beneficios ambientales logrados

Mayor recuperación y reciclaje de sustancias generadas y utilizada en el proceso y de los residuos, en los casos apropiados.

Efectos cruzados

Emisiones de olores de los subproductos animales putrescibles e inherentemente malolientes en descomposición. El Reglamento ABP 1774/2002/CE exige que la mayoría de materiales de categoría 2 se esterilicen en condiciones especificadas de temperatura, tiempo, presión y tamaño antes del compostaje. Este proceso consume energía.

Cuestiones operativas

Una planta de compostaje de ejemplo que utiliza subproductos de matadero, usa un 50% de fango de matadero y contenido del rumen mezclado con un 50% en volumen de madera, para mejorar la estructura de las pilas. Se informa que esta mezcla de productos permite la creación de buenas pilas que alcanzan una temperatura central de 70 °C durante la etapa de biooxidación. Este proceso produce un compost de buena calidad, aunque puede beneficiarse de la adición de fósforo.

Se informa que el compostaje en pilas puede implicar, aunque no necesariamente, un mayor riesgo de problemas de olores y de plagas que el compostaje en naves o contenedores.

Aplicabilidad

El compostaje de subproductos animales en pilas es aplicable para subproductos de mataderos, como lechos de estabulación, estiércol, contenido gastrointestinal, sangre y plumas. También es aplicable para los residuos del tratamiento de aguas residuales, como filtrados, rechazos de flotación y fango; para residuos sólidos de la producción de biogás; para el fango de procesado de sangre y para el fango de las EDAR.

Aspectos económicos

Las plantas de compostaje dedicadas exclusivamente a los subproductos de mataderos son más simples y baratas que las plantas tradicionales de compostaje. Los aspectos especializados representan una separación en origen efectiva. Las plantas especializadas no acostumbran a contener plásticos, vidrio ni otro tipo de materia extraña en la materia prima que en cambio sí contienen los residuos municipales, de forma que no se necesitan tecnologías para la purificación del compost. Según los datos comunicados una planta de compostaje especializado para 30.000 toneladas de biomasa cuesta unos 3.000.000 EUR.

Los costes de inversión, operación y mantenimiento para el compostaje en pilas son menores que para el compostaje en naves o contenedores. El compostaje en pilas también necesita mayores conocimientos y técnicas y más mano de obra que el compostaje en contenedores, así como más superficie.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción en la eliminación de subproductos de matadero como vertido.

Plantas de ejemplo

En Italia hay al menos una planta aislada y una en un matadero del Reino Unido.

Referencias

[148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001; 176, The Composting Association, 2001; 210, Environment Agency, 2001; 269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.3.12 Fabricación de fertilizante a partir de harina de huesos y carne

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

4.3.13 Hidrólisis alcalina de canales animales y partes de canales a alta temperatura

Véanse también las secciones 4.1 y 4.3.1.

Descripción

El proceso de hidrólisis alcalina a alta temperatura digiere y elimina de forma efectiva las canales animales e inactiva los agentes EEB. Los tejidos animales y microbianos se transforman en una solución acuosa, neutra y estéril, que tras su enfriamiento, se lleva a un proceso de digestión anaeróbica para un tratamiento posterior. La digestión anaeróbica produce CH_4 gaseoso que se puede utilizar para generar electricidad o vapor.

Beneficios ambientales logrados

Destrucción de riesgos microbianos durante la hidrólisis alcalina. Producción de energía a partir de la digestión anaeróbica.

Efectos cruzados

Consumo de agua, aunque no necesita ser potable, y consumo de álcalis, normalmente soluciones al 50% de NaOH o KOH. Se necesita una mayor capacidad de generar vapor para calentar el agua, a un ritmo de 1 kg de vapor/kg de materia prima orgánica. La electricidad se necesita a una tasa de 17 kW por cada 4,5 toneladas de materia prima.

Cuestiones operativas

La hidrólisis alcalina a alta temperatura se realiza en digestores aislados con camisa de vapor y tejido de acero inoxidable, con tapas que pueden fijarse manualmente o hidráulicamente. El recipiente contiene una cesta para la retención de restos de huesos. Los digestores de tejidos se fabrican en un intervalo de 36 kg – 4,56 t. Las canales animales se suelen tratar sin reducción de tamaño previa, sin que se observe ninguna disminución en la efectividad de la técnica. Se informa que las disposiciones para la manipulación de la materia prima dependen de la escala de operación e intervalo desde la manipulación manual a los sistemas de raíles, transportadores y toboganes.

Para operaciones a mayor escala se puede instalar un conjunto de digestores. El proceso opera a 150 °C durante 3 horas y a una presión superior a 400 kPa. El ciclo del proceso es automatizado.

El proceso convierte las proteínas, ácidos nucleicos y lípidos de todas las células y tejidos, así como los microorganismos infecciosos, en una solución acuosa estéril de péptidos pequeños, aminoácidos, azúcares y jabones. El álcali se consume durante el proceso, generando las sales de los productos de la hidrólisis. Se produce ceniza con los elementos minerales de los huesos y dientes de vertebrados, y representa aproximadamente el 3% en peso de la canal o tejido original. Se puede aplastar fácilmente a mano y se puede recuperar como fosfato cálcico en polvo.

En el diseño del sistema se puede introducir un intercambiador de calor para calentar agua.

El residuo de la digestión se vierte directamente al tanque de equilibrio del sistema de digestión anaeróbica. Se ha sugerido que los residuos de la digestión anaeróbica se pueden utilizar como sigue: el hueso triturado de animales sin riesgo de EEB como fertilizante, el residuo líquido de animales sin riesgo de EEB como fertilizante. El residuo líquido de los animales con riesgo de EEB se puede evaporar para minimizar el residuo sólido y luego se puede eliminar mediante vertido o incineración, según la legislación pertinente.

Por ejemplo, para un digestor de 4,5 t de capacidad se han comunicado los siguientes niveles de consumo y emisión. A las 4,5 t de material animal se añade entre el 50 y el 100% de peso equivalente de agua (es decir, entre 2,25 y 4,5 t de agua); la cantidad depende del material animal. La adición de álcali al digestor de tejido es del 14% del peso del tejido/canal animal a

procesar en el caso de NaOH y del 21% en el caso de KOH. 4,5 kg de materia prima necesitan 4,5 kg de vapor. El consumo eléctrico es de 11,1 kW/t de materia prima.

Aplicabilidad

En el momento de la redacción, esta técnica no está permitida en la UE, debido a que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no se lista ni se ha autorizado según el procedimiento establecido en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico adecuado.

El proceso se está comercializando en los sectores de carne roja y blanca y en el sector del aprovechamiento, es previsión de la posible autorización según los procedimientos establecidos en el Reglamento ABP 1774/2002/CE, en términos de tratamiento de subproductos con riesgo de EEB y no infectado y como alternativa de eliminación (p. ej. respecto al vertido).

Según la información se puede aplicar a diversos tamaños de planta, desde las pequeñas a las muy grandes, con una instalación de múltiples unidades adecuado en los casos de operaciones a gran escala, para las cuales hay una clara economía de escala. La técnica se puede aplicar como un sistema integrado para tratamiento y eliminación en el emplazamiento, con lo que se ahorran costes de transporte y daños ambientales.

Aspectos económicos

Un digestor de tejido de hidrólisis alcalina de 4,5 t de capacidad puede procesar 18 t de material de residuos de canal animales en 24 horas. Si opera 7 días por semana y 52 semanas por año, la producción anual será de 6.570 t.

La inversión de capital para un digestor de tejido de 4,5 t se calcula en 20,9 EUR/t de material procesado, si se asume que la inversión se reparte en 10 años, sin tener en cuenta las tasas de interés.

El coste de operación para el digestor de tejido se calcula en 41 EUR/t de material procesado. La inversión y los costes de operación de sistemas combinados de hidrólisis alcalina y digestión anaeróbica quedan parcialmente compensados por los ingresos procedentes de la generación de energía.

Motivación para la puesta en práctica

Necesidad de destruir agentes EEB sin utilizar incineración. Pretratamiento de residuos antes del vertido, para cumplir los requerimientos de la *Directiva del Consejo 1999/31/CE de 26 de abril de 1999 sobre el vertido de residuos*.

Plantas de ejemplo

En EE. UU. la hidrólisis alcalina se utiliza plenamente para eliminar el riesgo de infección de EET de ovejas, alces y ciervos. Las empresas de investigación farmacéutica y los departamentos de investigación universitarios de medicina y veterinaria también han instalado digestores de tejido para la eliminación de material animal y humano. En el Canadá se utilizan para la eliminación de residuos de EET. En la UE no hay plantas en funcionamiento, debido a la falta de autorización de la técnica, tal como exige el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Se está a la espera de esta autorización.

Las plantas de digestión anaeróbica que incorporan esta técnica se utilizan en 100 instalaciones plenamente operativas en Europa y Asia.

Las tecnologías combinadas aún no se han instalado como emplazamiento integrado.

Referencias

[294, Waste Reduction Europe Ltd, 2002]

4.4 Actividades integradas en el emplazamiento

Véanse también las secciones 4.1, 4.2.1 y 4.3.1.

4.4.1 Emplazamiento integrado: matadero y planta de aprovechamiento

Descripción

En el emplazamiento de un matadero se puede operar una planta de aprovechamiento. Los subproductos del proceso de matanza y del tratamiento de aguas residuales se pueden tratar de forma continua, lo que minimiza la necesidad de recogida y transporte para su uso o eliminación en el exterior, así como la necesidad de almacenaje.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del consumo de energía, reducción en la producción de sustancias malolientes y en la energía necesaria para su tratamiento.

Efectos cruzados

Ninguno, aparte de los asociados con la matanza y el aprovechamiento.

Cuestiones operativas

El calor del sistema puede recuperarse en forma de agua caliente, que se puede utilizar, por ejemplo, como agua de limpieza en el matadero.

El uso de sebo como combustible puede, en teoría, convertir la instalación en autosuficiente pro lo que respecta a la calefacción. En el momento de redactar este documento, este proceso no está autorizado en la UE debido a que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no se lista ni se ha autorizado según el procedimiento establecido en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico adecuado.

Los materiales putrescibles se utilizan rápidamente, de forma que la degradación de la materia prima es mínima. La planta de tratamiento de aguas residuales no necesita tratar productos de descomposición y de esta manera se evitan los problemas de olores asociados a estos tratamientos. También se evita la necesidad de un servicio de recogida frecuente u otros medios de evitar problemas de olores, como la refrigeración. Por consiguiente hay un ahorro de energía.

Los subproductos animales de categoría 1, 2 y 3 se pueden tratar en unidades de aprovechamiento independientes o conjuntamente, aunque las mezclas con materiales de categoría 1 se consideran de categoría 1 y las mezclas de materiales de categorías 2 y 3 se consideran de categoría 2 y deben tratarse como tales, tal como establece el Reglamento ABP 1774/2002/CE.

El aprovechamiento continuo minimiza el tiempo de almacenaje y asegura que la caldera existente esté disponible para la destrucción de gases no condensables producidos durante el aprovechamiento.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los mataderos.

Aspectos económicos

Se ahorran los costes de la recogida y eliminación por separado de las diversas categorías de subproductos animales del Reglamento ABP 1774/2002/CE. La inversión de capital y los costes de operación para las técnicas de tratamiento y prevención de olores se minimizan durante el almacenaje, procesado y tratamiento de aguas residuales.

Se ha informado de períodos de recuperación de 2 a 3 años para la instalación de un sistema de aprovechamiento en el emplazamiento de un matadero. Los cálculos incluyen el ahorro logrado

al minimizar los costes de recogida, procesado, refrigeración y concentración. También se considera el valor de los productos finales comercializables menos los costes variables de operación. También se identifican los ahorros en transporte, protección ambiental y energía.

Motivación para la puesta en práctica

Ahorro económico.

Plantas de ejemplo

Existen mataderos y plantas de aprovechamiento integrados en 3 localidades de Bélgica, 1 en los Países Bajos y 1 en Francia.

Referencias

[321, RenCare nv, sin fecha]

4.4.2 Emplazamiento integrado: matadero e incinerador de canales animales

Véase también la información sobre los incineradores de horno rotatorio en la sección 4.3.8.19. La información que se presenta en esta sección se refiere a la integración de la matanza y la incineración.

Descripción

Los mataderos con una capacidad superior a 50 t/d pueden disponer de un incinerador en el emplazamiento para la destrucción de material EET y MER.

Beneficios ambientales logrados

Recuperación de la energía para uso interno, como la producción de vapor o agua caliente para uso en el matadero o para otras actividades asociadas en el emplazamiento (p. ej. procesado de la sangre o de la carne). Reducción del tiempo entre la matanza y la incineración, con lo que los productos son más frescos y se reducen los posibles problemas de olores. Destrucción rápida de casos de EET confirmados, sospechosos o seleccionados, animales muertos a la llegada y animales condenados *ante mortem*. Reducción en los residuos de envases. Reducción del impacto ambiental global asociado al transporte de MER no tratado (el transporte entre instalaciones queda fuera del alcance de la Directiva).

Efectos cruzados

Ninguno, aparte de los asociados con la matanza y el aprovechamiento.

Cuestiones operativas

Se informa que un incinerador en estudio, con una capacidad de 1 t/h, puede destruir todo el MER producido en un matadero que sacrifica 1.100 animales diarios, cinco días por semana. El calor recuperado, mediante una caldera por debajo de su capacidad, genera 2.000 kg de vapor por día.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos en donde haya el espacio suficiente para instalar un incinerador que se pueda separar adecuadamente del matadero, según las exigencias del Reglamento ABP 1774/2002/CE.

Aspectos económicos

Esta información se refiere a un incinerador en un emplazamiento de un matadero de bovinos, para el que se disponía de financiación pública.

Para una capacidad efectiva de incinerador de 0,5 t/h (es decir, 4.380 kg/año), se informó de una inversión de 2.300.000 EUR. Esta cantidad se ha equiparado a 0,525 EUR/kg. Se ha estimado

que el coste de un incinerador con capacidad para una tonelada sería más del doble que el coste del incinerador de 0,5 t/h.

El período de recuperación, para el incinerador estudiado, se difícil de medir a causa de la inversión pública, pero se estima en 4 años.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción significativa de la cantidad de residuos producidos en el matadero y que necesitan un tratamiento externo. Reducción del riesgo de contaminación cruzada a causa de los diferentes orígenes del material destinado al aprovechamiento para elaborar harina animal.

Plantas de ejemplo

Dos mataderos de bovinos de Italia disponen de incineradores de horno rotatorio en el emplazamiento, para la incineración directa y especializada de parte de su MER.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

4.4.3 Emplazamiento integrado: planta de aprovechamiento e incinerador de harina animal

Véase también la información sobre incineradores LFB en la sección 4.3.8.17. La información en esta sección se refiere a la integración de aprovechamiento e incineración.

Descripción

En un caso de ejemplo, una planta de aprovechamiento y un incinerador LFB están situados en el mismo emplazamiento. La planta de aprovechamiento proporciona la materia prima orgánica al incinerador. Éste es capaz de quemar los gases malolientes del proceso de aprovechamiento, y el vapor y la electricidad producidas por el incinerador se pueden utilizar en el proceso de aprovechamiento.

Beneficios ambientales logrados

La integración de la planta de aprovechamiento con el incinerador proporciona un medio conveniente y claramente efectivo de destruir los gases malolientes. Éstos se generan en salas, en recipientes de almacenaje y en el equipo de pretratamiento y manipulación y están formados por gases no condensables que emiten los olores más intensos y desagradables, producidos durante el aprovechamiento. Para asegurar que se destruyen todos los gases no condensables malolientes el incinerador necesita estar en funcionamiento todo el tiempo mientras se están generando. Muchos incineradores funcionan ininterrumpidamente. El vapor y la electricidad producidos en el proceso de incineración se pueden utilizar directamente en la planta de aprovechamiento.

El transporte al exterior no se regula en la Directiva IPPC, sin embargo, al eliminar el requisito para transferir la harina animal del emplazamiento de aprovechamiento al incinerador, también se elimina el impacto ambiental asociado con el transporte, habitualmente por carretera.

Se comunicaron datos para lo que se considera una planta de aprovechamiento típica con incineración de HCH en el emplazamiento.

Efectos cruzados

Sólo los asociados con el aprovechamiento y la incineración. No se ha informado de efectos cruzados adicionales provocados por la integración de los procesos.

Cuestiones operativas

La Figura 4.20 muestra algunos datos de consumo y emisión para el aprovechamiento de 1 tonelada de subproductos animales e incineración subsiguiente de la HCH en el emplazamiento.

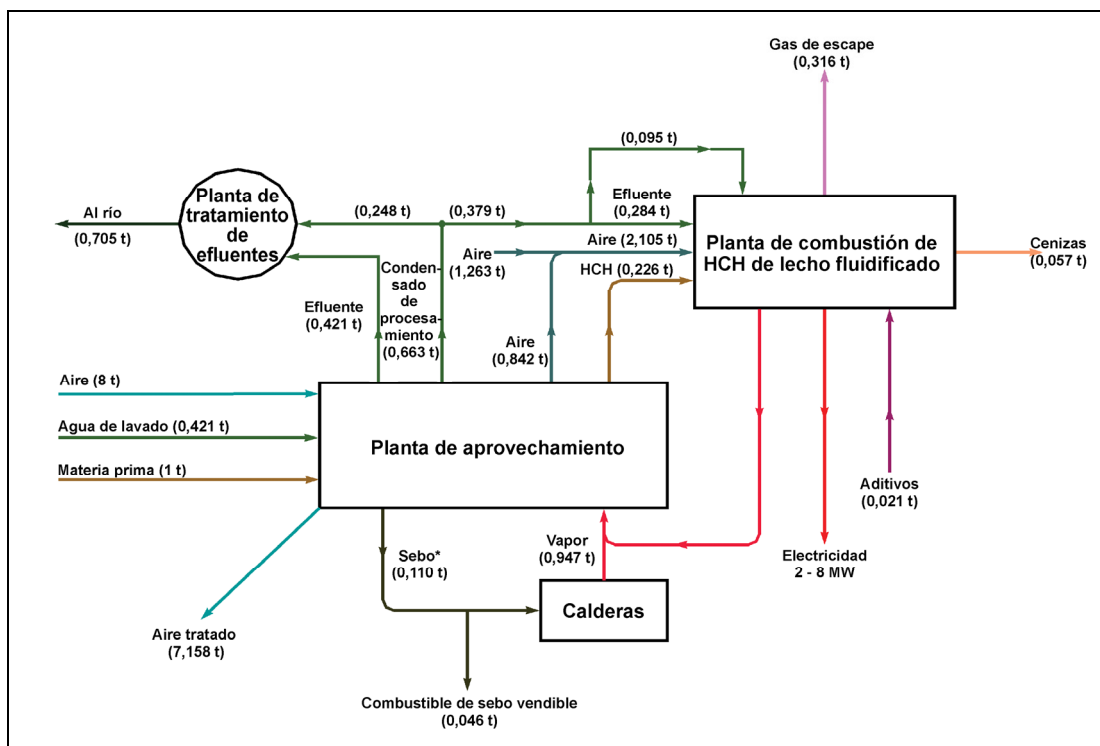


Figura 4.20: Datos de consumo y emisión para el aprovechamiento, con incineración de la HCH en el emplazamiento
[199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000] – adaptado

* En el momento de redactar este documento, la cremación de sebo en una caldera no está permitida en la UE, debido a que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no se lista ni se ha autorizado según el procedimiento establecido en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico adecuado.

El aire maloliente procedente de las salas de la planta de aprovechamiento se puede utilizar como suministro de aire del incinerador, porque la temperatura del horno LFB también puede quemar compuestos malolientes.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos en donde haya el espacio suficiente para instalar un incinerador y, en particular, donde la harina animal producida deba incinerarse o coincinerarse, según las exigencias de el Reglamento ABP 1774/2002/CE. Los tratamientos de aprovechamiento y las categorías del material utilizado para producir harina animal que deben incinerarse se resumen en la Tabla 2.3.

Motivación para la puesta en práctica

La crisis de EEB en el Reino Unido.

Plantas de ejemplo

En el Reino Unido hay al menos un incinerador LFB que quema HCH en el mismo emplazamiento que una planta de aprovechamiento.

Referencias

[199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000]

5 MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Para una mejor comprensión de este capítulo y su contenido, se invita al lector a remitirse al prefacio de este documento y, en concreto, a la sección quinta del prefacio: “Cómo usar y entender este documento”. Las técnicas y niveles de consumo o emisión asociados, o intervalos de niveles, que se presentan en este capítulo se han valorado mediante un proceso iterativo que implica las siguientes etapas:

- identificación de los aspectos clave ambientales para el sector. En esto se incluye el consumo de energía, contaminación del agua, olores y destrucción de materiales de riesgo asociados con la encefalopatía espongiforme transmisible, de acuerdo con el *Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano* [287, CE, 2002];
- examen de las técnicas más relevantes para afrontar estos aspectos clave;
- identificación de los mejores niveles de rendimiento ambiental, basándose en los datos disponibles por la Unión Europea y a nivel mundial;
- examen de las condiciones en las que se han logrado estos niveles de rendimiento, como costes, efectos cruzados y motivaciones principales para la puesta en práctica de las técnicas;
- selección de las mejores técnicas disponibles (MTD) y de los niveles de emisión y consumo asociados para este sector y en sentido general; todo ello según el artículo 2(11) y el anexo IV de la Directiva.

El juicio experto de la Oficina IPPC y del Grupo de Trabajo sobre mataderos y subproductos animales ha tenido un papel clave en cada una de estas etapas y en la forma que se presenta la información en este documento.

Basándose en esta valoración, en este capítulo se presentan técnicas y, siempre que ello es posible, niveles de emisión y consumo asociados al uso de la MTD, consideradas adecuadas globalmente al sector y, en muchos casos, reflejan los rendimientos actuales de algunas instalaciones del sector. En los casos en que se presentan niveles de emisión o consumo “asociados a las mejores técnicas disponibles”, deben considerarse representativos del rendimiento ambiental previsto como resultado de la aplicación, en este sector, de las técnicas descritas, teniendo en cuenta el equilibrio de costes y ventajas inherentes en la definición de MTD. Sin embargo, no son valores límites de emisión ni de consumo y no deben considerarse como tales. En algunos casos puede ser técnicamente posible alcanzar mejores niveles de emisión o consumo, pero debido a los costes implicados o a consideraciones sobre efectos cruzados, no se consideran apropiados como MTD para el sector en sentido global. Sin embargo, tales niveles pueden considerarse justificados en casos más específicos, en los que se presentan motivaciones especiales.

Los niveles de consumo y emisión asociados con el uso de MTD deben considerarse conjuntamente con las condiciones de referencia específicas (como períodos de promedio).

El concepto de “niveles asociados con MTD” descrito anteriormente debe distinguirse del término “niveles alcanzables” utilizado en otras partes del documento. Cuando se describe un nivel como “alcanzable” mediante una técnica o combinación de técnicas particular, debe entenderse que se espera que el nivel en cuestión se pueda alcanzar durante un período de tiempo sustancial en una instalación bien operada y mantenida o proceso que utiliza estas técnicas.

En los casos en que estaban disponibles, se presentan los datos referentes a costes junto con la descripción de las técnicas presentadas en el capítulo anterior. Estas cifras dan una indicación aproximada de la magnitud de los costes implicados. Sin embargo, el coste actual de aplicación de una técnica dependerá en gran medida de la situación específica relativa, por ejemplo, a

impuestos, tasas y características técnicas de la instalación en cuestión. En este documento no es posible evaluar en profundidad estos factores específicos de cada emplazamiento. En ausencia de datos económicos, las conclusiones sobre viabilidad económica se obtienen a partir de observaciones de las instalaciones existentes.

El objetivo es que las MTD generales de este capítulo sirvan de punto de referencia para juzgar el rendimiento actual de una instalación existente o para juzgar una propuesta de nueva instalación. De esta forma ayudarán a la determinación de las condiciones “basadas en MTD” apropiadas para la instalación o al establecimiento de normas vinculantes según el Artículo 9(8). Se prevé que se puedan diseñar nuevas instalaciones para operar a unos niveles como los niveles MTD generales presentados aquí, e incluso mejores. También se considera que las instalaciones existentes se pueden acercar hacia los niveles MTD generales o mejores, sujetas a la aplicabilidad técnica y económica de las técnicas en cada caso particular.

Aunque los documentos de referencia sobre MTD no establecen normas vinculantes, están ideados para ofrecer información de guía a las industrias, a los Estados miembros y al público en general sobre los niveles alcanzables de consumo y emisión al usar las técnicas especificadas. Los valores límite apropiados en cada caso particular deberán determinarse teniendo en cuenta los objetivos de la Directiva IPPC y las consideraciones locales.

Para complementar esta introducción general, los siguientes párrafos introducen aspectos específicos del sector y la valoración de las MTD y explican la estructura del capítulo.

Los aspectos ambientales principales en el caso de los mataderos son el consumo de agua, la emisión al agua de líquidos de alta concentración y el consumo de energía asociado con la refrigeración y calefacción del agua.

En el caso de instalaciones de subproductos animales, las cuestiones principales están relacionadas con el consumo de energía asociado al secado de subproductos animales, la emisión al agua de líquidos de concentración elevada, la capacidad de infección, en especial asociada al control, manipulación y destrucción de material EET, y los olores.

Las medidas para evitar y controlar los niveles de consumo y emisión resultan muy influidas por la planificación técnica y operativa de cada proceso a nivel de cada operación unitaria. Por lo tanto, algunas MTD se refieren a esta cuestión. Cuando no se puede evitar el consumo y las emisiones, la MTD es reducir su impacto sobre el medio ambiente mediante la aplicación de procesos técnicos y operativos.

Por ejemplo, hay oportunidades para evitar el uso innecesario de agua en muchas operaciones unitarias y a veces ello también puede conllevar ahorro de energía; por ejemplo, una reducción en el consumo de agua caliente no sólo reduce el consumo de agua, sino también la energía necesaria para calentarla. Al evitar el contacto innecesario del agua con las canales y subproductos animales y realizar limpieza en seco se minimiza la contaminación del agua.

El tratamiento rápido de los subproductos animales puede evitar o minimizar los problemas de olores durante el almacenaje y el procesado, pues en caso contrario se generarían olores debido a la descomposición.

El Reglamento ABP 1774/2002/CE especifica los requisitos para manipular, almacenar, transportar y procesar subproductos animales y describe las vías de eliminación permitidas para el material de riesgo de EET. Las MTD no entran en conflicto con las exigencias legales relativas, por ejemplo, a salud pública, bienestar animal o salud y seguridad laborales. En el caso de bienestar animal, evitar el estrés y los daños al animal vivo, que podría resultar en heridas o lesiones (por ejemplo, de horcas, rampas resbaladizas o vallas puntiagudas), reduce el riesgo de daños a los productos (como en las pieles y cueros), de forma que se generan menos residuos en los mataderos y se evitan las pérdidas en la cadena de valorización.

La valoración de las técnicas depende de la información recibida y valorada por el Grupo de Trabajo. En el caso de muchas técnicas sólo se dispone de datos técnicos y económicos limitados. En el resto de este capítulo se presentan las opciones de MTD para mataderos e instalaciones de subproductos animales. En primer lugar se presentan las MTD generales, aplicables a todas las instalaciones. Además de las MTD generales existen algunas MTD que sólo se aplican a actividades individuales o a varias actividades; éstas se presentan para los mataderos y cuando es pertinente se separa entre mataderos de animales grandes y mataderos avícolas. A continuación se presentan las MTD para instalaciones de subproductos animales, seguidas de las MTD adicionales que se aplican en determinados tipos de instalaciones.

Para ayudar al lector, en la Figura 5.1 se muestra la forma en que se presentan las MTD. En la Figura 5.1 las conclusiones de MTD se presentan en niveles. El nivel superior muestra las secciones que listan MTD para todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales; el segundo nivel se divide en MTD adicionales para mataderos y MTD adicionales para instalaciones de subproductos animales y el tercer nivel se subdivide aún más para mostrar las secciones que listan MTD adicionales para tipos particulares de mataderos e instalaciones de subproductos animales.

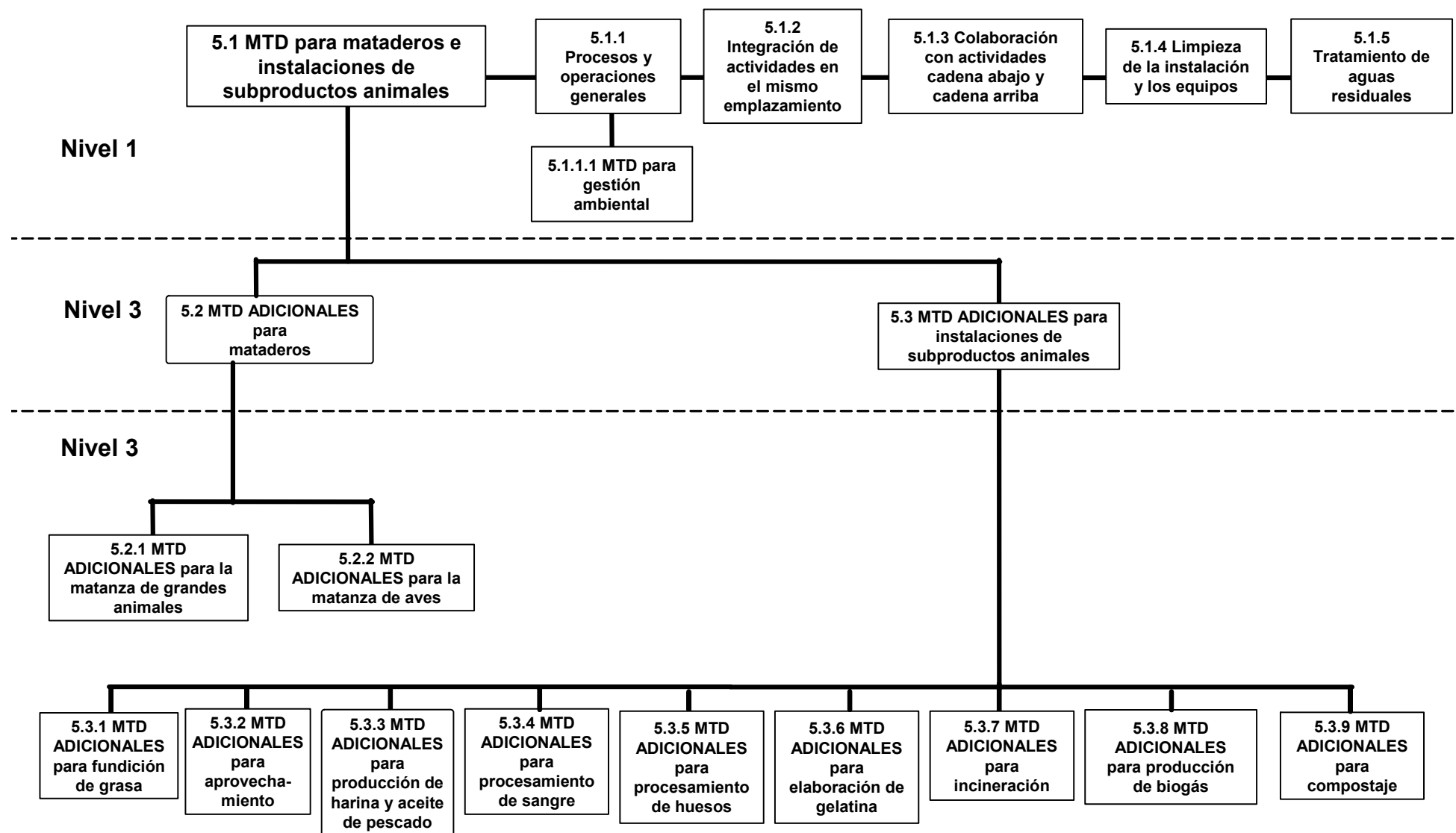


Figura 5.1: Estructura de presentación de las conclusiones de MTD para mataderos e instalaciones de subproductos animales

Las MTD de este capítulo se numeran para facilitar su lectura y referencia en las discusiones. La numeración no implica ningún tipo de ordenación jerárquica.

5.1 Mataderos e instalaciones de subproductos animales

Para todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, es MTD realizar las acciones siguientes:

5.1.1 Operaciones y procesos generales

Para todos los mataderos e instalaciones de subproductos animales, es MTD realizar todas las acciones siguientes

- 1 utilizar un sistema de gestión ambiental (véanse las secciones 4.1.1 y 5.1.1.1),
- 2 facilitar formación (véase la sección 4.1.2),
- 3 utilizar un programa de mantenimiento planificado (véase la sección 4.1.3),
- 4 instalar contadores específicos del consumo de agua (véase la sección 4.1.4),
- 5 separar las aguas residuales de procesado y no de procesado (véase la sección 4.1.5),
- 6 retirar todas las mangueras de agua corriente y reparar los grifos y servicios que goteen (véase la sección 4.1.7),
- 7 instalar y utilizar desagües con filtros y/o rejillas para evitar que el material sólido se introduzca en las aguas residuales (véase la sección 4.1.11),
- 8 realizar la limpieza en seco de las instalaciones y el transporte en seco de los subproductos (véase la sección 4.1.12), seguido de limpieza a presión (véase la sección 4.1.10) con mangueras equipadas con accionadores manuales (véase la sección 4.1.9) y, donde sea necesario, con agua caliente suministrada con válvulas de agua y vapor controladas termostáticamente (véase la sección 4.1.23),
- 9 instalar protección frente al desborde en tanques de almacenaje a granel (véase la sección 4.1.13),
- 10 instalar y utilizar diques en tanques de almacenaje a granel (véase la sección 4.1.14),
- 11 poner en práctica sistemas de gestión energética (véanse las secciones 4.1.16 y 4.1.17),
- 12 poner en práctica sistemas de gestión de refrigeración (véase la sección 4.1.18),
- 13 controlar los tiempos de funcionamiento de la planta de refrigeración (véase la sección 4.1.19),
- 14 usar microinterruptores para el cierre de puertas de cámaras refrigeradas (véase la sección 4.1.21),
- 15 recuperar el calor de las plantas de refrigeración (véase la sección 4.1.22),
- 16 usar válvulas mezcladoras para vapor y agua controladas con termostato (véase la sección 4.1.23),
- 17 racionalizar y aislar las conducciones de agua y vapor (véase la sección 4.1.24),
- 18 aislar los servicios de vapor y agua (véase la sección 4.1.25),
- 19 poner en práctica sistemas de gestión de la iluminación (véase la sección 4.1.26),
- 20 almacenar subproductos animales durante períodos breves y posiblemente refrigerarlos (véase la sección 4.1.27),
- 21 auditar los olores (véase la sección 4.1.28),
- 22 diseñar y construir los vehículos, equipos e instalaciones de forma que sean fáciles de limpiar (véase la sección 4.1.30),
- 23 limpiar con frecuencia las áreas de almacenaje de materiales (véase la sección 4.1.31),
- 24 poner en práctica un sistema de gestión de ruidos (véase la sección 4.1.36),
- 25 reducir los ruidos, por ejemplo en los extractores del techo, soplantes de balsas de equilibrio y plantas de refrigeración (véanse las secciones 4.1.3, 4.1.36, 4.1.37, 4.1.38 y 4.1.39),
- 26 Sustitución de fueloil con gas natural, allí donde se disponga de un suministro de gas natural (véase la sección 4.1.40),

- 27 cerrar de forma hermética los subproductos animales durante el transporte, carga y descarga y almacenaje (véase la sección 4.1.29),
- 28 donde no sea posible tratar la sangre antes de que su descomposición empiece a causar problemas de olores, refrigerarla lo más rápidamente posible y durante el menor tiempo posible, para minimizar la descomposición (véase la sección 4.2.1.8),
- 29 exportar el calor y/o electricidad producidos que no se puedan utilizar en el emplazamiento.

5.1.1.1 MTD para gestión ambiental

Se han determinado como MTD diversas técnicas de gestión ambiental (véase la sección 4.1.1). El alcance (nivel de detalle) y naturaleza de los sistemas de gestión ambiental (p. ej. estandarizados o no estandarizados) en general estarán relacionados con la naturaleza, escala y complejidad de la instalación y con el rango de impactos ambientales que pueda tener.

Es MTD poner en práctica y seguir un sistema de gestión ambiental (SGA) que incorpore, según las circunstancias individuales, las siguientes características (véase el capítulo 4):

- definición de una política ambiental para la instalación por parte de la alta dirección (el compromiso de la alta dirección se considera una condición previa para una aplicación exitosa de otras características del SGA),
- planificación e instalación de los procedimientos necesarios,
- puesta en práctica de los procedimientos, con una atención especial a
 - estructura y responsabilidad
 - formación, concienciación y competencia
 - comunicación
 - implicación del personal
 - documentación
 - control eficiente de los procesos
 - programa de mantenimiento
 - preparación y respuesta frente a las emergencias
 - cumplimiento de la legislación ambiental,
- comprobación del rendimiento y toma de acciones correctoras, con especial atención a
 - supervisión y medición (véase también el *Documento de referencia sobre supervisión de emisiones*)
 - acciones correctivas y preventivas
 - mantenimiento de registros
 - auditoría interna independiente (cuando sea posible) para determinar si el sistema de gestión ambiental funciona conforme a lo planeado y se ha puesto en práctica y mantenido de forma correcta,
- revisión por parte de la alta dirección.

Tres características más, que pueden complementar las anteriores en cada paso, se consideran medidas de apoyo. Sin embargo, su ausencia no es, en general, inconsistente con las MTD. Estos tres pasos adicionales son:

- disponer de un sistema de gestión y un procedimiento de auditoría examinado y validado por un organismo de certificación acreditado o por un verificador de SGA externo,
- preparar y publicar (y posiblemente validar externamente) una declaración ambiental regular, describiendo todos los aspectos ambientales significativos de la instalación, con una comparación anual con los objetivos ambientales y con las referencias sectoriales si es apropiado,

- poner en práctica y seguir un sistema voluntario aceptado internacionalmente como EMAS y EN ISO 14001:1996. Este paso voluntario puede aportar una mayor credibilidad al SGA. En particular, EMAS, que incluye todas las características mencionadas anteriormente, ofrece una mayor credibilidad. Sin embargo, los sistemas no estandarizados pueden ser, en principio, igual de efectivos si están bien diseñados y puestos en práctica.

Específicamente, para mataderos e instalaciones de subproductos animales*, también es importante considerar las siguientes características posibles del SGA:

- considerar el impacto ambiental del cierre definitivo final de la unidad en el momento de diseñar una nueva planta,
- considerar el desarrollo de tecnologías más limpias,
- donde sea factible, realizar pruebas de referencia sectoriales de forma regular, incluyendo eficiencia energética y actividades de conservación de energía, selección de materiales de entrada, emisiones a la atmósfera, vertidos al agua, consumo de agua y generación de residuos.

5.1.2 Integración de las actividades en el mismo emplazamiento

Para los mataderos y/o instalaciones de subproductos animales, que operan en el mismo emplazamiento, MTD es realizar lo siguiente:

- 1 reutilizar el calor y/o la electricidad generadas en una actividad para las otras actividades del emplazamiento (véanse las secciones 4.4.1, 4.4.2 y 4.4.3),
- 2 compartir técnicas de reducción allí donde sean necesarias, como las EDAR.

Para el aprovechamiento y la incineración en el mismo emplazamiento, MTD es realizar lo siguiente:

- 1 quemar los gases no condensables producidos durante el aprovechamiento en un incinerador del mismo emplazamiento (véanse las secciones 4.4.2 y 4.4.3).

5.1.3 Colaboración con actividades al comienzo y al final de la cadena de producción

Las operaciones de los actores implicados en el suministro de animales a los mataderos, como granjeros y transportistas, pueden tener consecuencias ambientales en el matadero. Los proveedores de materia prima orgánica a las instalaciones de subproductos animales y a otros usuarios posteriores también pueden influir sobre el impacto ambiental de estas instalaciones. Su impacto puede depender de las propiedades de la materia prima orgánica, como la frescura, grado de separación de los diferentes materiales y las características.

La MTD es buscar una colaboración con los socios posteriores y previos, para crear una cadena de responsabilidad ambiental y así minimizar la contaminación y conseguir una buena protección ambiental global (véanse, por ejemplo, las secciones 4.2.2.1.1, 4.2.2.1.2, 4.1.27, 4.3.1.4, 4.3.4.1, 4.3.8.7 y 4.2.2.9.10).

5.1.4 Limpieza de las instalaciones y los equipos

Para la limpieza de los mataderos e instalaciones de subproductos animales, es MTD realizar lo siguiente:

- 1 gestionar y minimizar las cantidades de agua y detergentes consumidos (véase la sección 4.1.42.1),
- 2 seleccionar los detergentes que causen el menor impacto ambiental (véase la sección 4.1.42.2), sin comprometer la eficiencia de la limpieza,
- 3 evitar, siempre que sea posible, el uso de agentes de limpieza y desinfección que contengan cloro activo (véase la sección 4.1.42.3),
- 4 cuando el equipo es el adecuado, operar un sistema de limpieza *in-situ* (véase la sección 4.2.4.3).

5.1.5 Tratamiento de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales es un tratamiento “a final de cadena” necesario, ya que las aguas residuales proceden de diversas fuentes. Entre estas se encuentran el agua de la limpieza de vehículos, equipos e instalaciones y el agua del lavado de canales y subproductos animales. El agua residual también aparece como subproducto de ciertos procesos de tratamiento y eliminación de subproductos animales, en que el agua se evapora o forma lixivios y escorrentías. Las EDAR consumen energía y producen residuos que en algunos casos se usan en tratamientos posteriores y en otros se eliminan.

Deben aplicarse MTD “integradas al proceso” que minimizan el consumo y la contaminación del agua. De esta forma se pueden seleccionar las técnicas de tratamiento de aguas residuales, basándose en la capacidad necesaria para tratar el agua residual producida tras aplicar las MTD para minimizar su carga y cantidad.

No se llegó a ninguna conclusión sobre si era preferible tratar las aguas residuales de los mataderos y/o instalaciones de subproductos animales en una EDAR del propio emplazamiento o en una EDAR municipal.

Para el tratamiento de aguas residuales procedentes de mataderos e instalaciones de subproductos animales, es MTD realizar lo siguiente:

- 1 evitar el estancamiento de las aguas residuales (véase la sección 4.1.43.3),
- 2 aplicar un filtrado inicial de sólidos mediante tamices (véase la sección 4.1.43.4) en el matadero o instalación de subproductos animales,
- 3 eliminar la grasa del agua residual mediante una rejilla de grasas (véase la sección 4.1.43.9),
- 4 usar una planta de flotación, posiblemente combinada con el uso de floculantes para eliminar sólidos adicionales (véase la sección 4.1.43.10),
- 5 usar un tanque de equalización de aguas residuales (véase la sección 4.1.43.11),
- 6 disponer de una capacidad de retención de aguas residuales superior a los requisitos rutinarios (véase la sección 4.1.43.1),
- 7 evitar las filtraciones de líquidos y las emisiones de olores de los tanques de tratamiento de aguas residuales, sellando sus costados y fondo y cubriéndolos o aireándolos (véanse las secciones 4.1.43.12 y 4.1.43.13),
- 8 someter el efluente a un proceso de tratamiento biológico (los tratamientos aeróbicos y anaeróbicos que se aplican a las aguas residuales de mataderos e instalaciones de subproductos animales se describen en las secciones 2.3.1.2, 2.3.2.1.3, 4.1.43.14, 4.1.43.15, 4.2.6.2, 4.2.6.3 y 4.3.3.15),
- 9 eliminar el nitrógeno y el fósforo (en la sección 2.3.1.2 se da algo de información),
- 10 eliminar los fangos producidos y someterlos a usos adicionales de subproductos animales, cuyas vías y condiciones de aplicación están establecidas en el Reglamento ABP 1774/2002/CE
- 11 usar el CH₄ producido en el tratamiento anaeróbico para generación de calor y/o electricidad,
- 12 someter el efluente resultante a un tratamiento terciario,

- 13 realizar análisis regulares de la composición del efluente y conservar los registros (véase la sección 4.1.43.2). Se puede hallar más información en el BREF actual “Sistemas Convencionales de Gestión y Tratamiento de Aguas Residuales y Gases Residuales en el Sector Químico” [341, CE, 2002].

Nota: Los niveles de emisión presentados en la Tabla 5.1 se consideran, en general, apropiados para proteger el entorno acuático y son indicativos de los niveles de emisión que se conseguirían con las técnicas consideradas MTD. No representan necesariamente los niveles actualmente alcanzados en la industria, sino que se basan en el juicio experto del Grupo de Trabajo.

Parámetro	DQO	DBO ₅	SS	Nitrógeno (total)	Fósforo (total)	Grasas, aceite y sebo
Nivel de emisión alcanzable (mg/l)	25 – 125	10 – 40	5 – 60	15 – 40	2 – 5	2,6 – 15

Tabla 5.1: Niveles de emisión asociados a MTD para minimizar las emisiones de aguas residuales de los mataderos e instalaciones de subproductos animales

5.2 MTD adicionales para mataderos

Además de las medidas generales presentadas en la sección 5.1, también es MTD para todos los mataderos realizar lo siguiente:

- 1 rascar en seco los vehículos de entrega (véase la sección 4.2.1.1) y antes del lavado con una manguera de alta presión (véase la sección 4.2.1.2),
- 2 evitar el lavado de canales y, donde no sea posible, minimizarlo, combinado con técnicas limpias de matanza (véase la sección 4.2.1.4),
- 3 recoger continuamente los subproductos en seco y separarlos entre sí, a lo largo de la línea de matanza (véase la sección 4.2.1.6), junto con una optimización del sangrado y la recogida de sangre (véase la sección 4.2.2.2.1) y una separación del almacenaje y manipulación de los diferentes tipos de subproductos (véase la sección 4.2.5.1),
- 4 utilizar un desagüe doble de la sala de sangrado (véase la sección 4.2.1.7),
- 5 recoger en seco los residuos del suelo (véase la sección 4.2.1.9; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**),
- 6 eliminar todos los grifos innecesarios en la línea de matanza (véase la sección 4.2.1.13),
- 7 aislar y cubrir los esterilizadores de cuchillos (véase la sección 4.2.1.14), junto con una esterilización de los cuchillos mediante vapor a baja presión (véase la sección 0),
- 8 utilizar armarios de limpieza de manos y delantales, con cierre de agua por defecto (véase la sección 4.2.1.18),
- 9 gestionar y supervisar el uso de aire comprimido (véase la sección 4.2.1.19),
- 10 gestionar y supervisar el uso de la ventilación (véase la sección 4.2.1.20)
- 11 usar ventiladores centrífugos de aspas convexas en los sistemas de ventilación y refrigeración (véase la sección 4.2.1.21),
- 12 gestionar y supervisar el uso de agua caliente (véase la sección 4.2.1.22),
- 13 desbarbar las pieles y cueros no destinados al curtido inmediatamente después de su separación del animal, excepto si no hay salida para el uso o valorización del recortado (véase la sección 4.2.2.9.10).

5.2.1 MTD adicionales para la matanza de grandes animales

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.2, para todos los mataderos de grandes animales es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 cesar la alimentación de los animales 12 horas antes de la matanza (véase la sección 4.2.2.1.1), junto con la minimización del tiempo que los animales pasan en el matadero, para reducir la producción de estiércol (véase la sección 4.2.2.1.2),
- 2 usar un sistema de control del agua de bebida según la demanda (véase la sección 4.2.2.1.4),
- 3 duchar los cerdos con pulverizadores temporizados de ahorro de agua (véase la sección 4.2.2.1.5),
- 4 limpiar en seco el suelo del establo y limpiarlo periódicamente con agua (véase la sección 4.2.2.1.6),
- 5 usar un enjuagador para la limpieza inicial del orificio de recolección de sangre (véase la sección 4.2.2.2.2),
- 6 escaldar los cerdos mediante vapor (escaldado vertical) (véase la sección 4.2.2.3.1),
- 7 en los mataderos existentes en que aún no sea económicamente viable pasar al escaldado al vapor, aislar y cubrir los tanques de escaldado (véase la sección 4.2.2.3.2) y controlar el nivel de agua en los mismos (véase la sección 4.2.2.3.3),
- 8 reutilizar el agua fría en las máquinas de depilado de cerdos (véase la sección 4.2.2.4.1) y sustituir las tuberías de irrigación por pulverizadores (véase la sección 4.2.2.4.2),
- 9 reutilizar el agua de refrigeración de los hornos de chamuscado de cerdos (véase la sección 4.2.2.5.1),
- 10 recuperar el calor de los gases de escape del chamuscado de cerdos para el precalentamiento de agua (véase la sección 4.2.2.5.2),
- 11 duchar los cerdos tras el chamuscado, con pulverizadores de chorro plano (véase la sección 4.2.2.5.3),
- 12 sustituir las tuberías de irrigación por pulverizadores de chorro plano para el tratamiento de la corteza en mataderos de cerdos (véase la sección 4.2.2.6.1),
- 13 esterilizar las sierras en un armario con pulverizadores de agua caliente automatizadas (véase la sección 4.2.2.7.1),
- 14 regular y minimizar el agua utilizada para desplazar los intestinos (véase la sección 4.2.2.7.2),
- 15 usar un túnel de sobreenfriamiento/refrigeración súbita o refrigeración por pulverización/nebulización para refrigerar los cerdos (véanse las secciones 4.2.2.8.1 y 4.2.2.8.2),
- 16 no duchar los cerdos antes de su refrigeración en el túnel (véase la sección 4.2.2.8.3),
- 17 vaciar los estómagos en seco (véase la sección 4.2.2.9.2),
- 18 recoger en seco el contenido de los intestinos delgados (véase la sección 4.2.2.9.3), se utilicen o no para tripas de embutidos (véase la sección 4.2.2.9.4),
- 19 regular y minimizar el consumo de agua durante el lavado de los intestinos delgados y gruesos (véase la sección 4.2.2.9.6),
- 20 regular y minimizar el consumo de agua durante el aclarado de lenguas y corazones (véase la sección 4.2.2.9.9),
- 21 usar una rejilla de grasas mecanizada para eliminar la grasa del agua (véase la sección 4.2.2.9.7),
- 22 según el actual *Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles para la curtido de Piel y Cueros* [273, CE, 2001] es MTD “procesar las pieles frescas siempre que estén disponibles”,
- 23 cuando imposible procesar pieles y cueros antes de 8 – 12 horas, con el intervalo en función de las condiciones locales, almacenar las pieles inmediatamente entre 10 y 15 °C (véase la sección 4.2.2.9.11),
- 24 cuando imposible procesar pieles y cueros antes de un período de entre 8 – 12 horas y 5 – 8 días, con el intervalo en función de las condiciones locales, refrigerar las pieles inmediatamente a 2 °C (véase la sección 4.2.2.9.15),
- 25 salar siempre en tambor todas las pieles y cueros inmediatamente, si deben almacenarse por períodos mayores a 8 días, por ejemplo si deben transportarse al extranjero (véase la sección 4.2.2.9.12), junto con la recogida en seco de los residuos de sal (véase la sección 4.2.2.9.14).

5.2.2 MTD adicionales para la matanza de aves de corral

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.2, para todos los mataderos avícolas es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 aplicar técnicas de reducción de polvo en la recepción, descarga y colgado de las aves (véanse las secciones 4.2.3.1.2, 4.2.3.1.3 y 4.2.3.1.4),
- 2 aturdir las aves en sus módulos, mediante gases inertes en instalaciones nuevas y cuando el equipo existente de aturrido y los vehículos de entrega de aves deban renovarse (véase la sección 4.2.3.2.1),
- 3 reducir el consumo de agua en la matanza de aves de corral, eliminando de la línea el equipo de limpieza de canales excepto tras el desplumado y evisceración (véase la sección 4.2.1.11),
- 4 escaldar las aves al vapor (véase la sección 4.2.3.3.1),
- 5 aislar los tanques de escaldado en las instalaciones existentes en que no sea económicamente viable cambiar a escaldado al vapor (véase la sección 4.2.3.3.2),
- 6 usar pulverizadores en lugar de tuberías de irrigación para duchar a las aves durante el desplumado (véase la sección 4.2.3.4.1),
- 7 usar agua reciclada, procedente por ejemplo del tanque de escaldado, para transportar las plumas (véase la sección 4.2.3.4.2),
- 8 usar alcachofas de ducha eficientes para lavar las aves durante la evisceración (véase la sección 4.2.3.5.1),
- 9 refrigerar las aves por inmersión/agitación y controlar, regular y minimizar el consumo de agua (véase la sección 4.2.3.6.2).

5.3 MTD adicionales para instalaciones de subproductos animales

Además de las medidas generales presentadas en la sección 5.1, para todas las instalaciones de subproductos animales es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 realizar una recogida en seco, continua y separada de subproductos en todo el tratamiento de subproductos animales (véase la sección 4.3.1.1),
- 2 usar instalaciones selladas de carga, manipulación y almacenaje para los subproductos animales (véase la sección 4.3.1.3),
- 3 cuando no sea posible tratar los subproductos animales antes de que su descomposición empiece a provocar problemas de olores y/o de calidad, refrigerarlos lo más rápidamente posible y durante el tiempo más breve posible (véase la sección 4.3.1.4),
- 4 donde se utilizan sustancias inherentemente malolientes, o se generan durante el tratamiento de los subproductos, pasar por un biofiltro los gases de baja intensidad/gran volumen (véase la sección 4.1.33).

5.3.1 MTD adicionales para fundición de grasa

No se han identificado MTD adicionales para la fundición de grasa, aparte de las presentadas en las secciones 5.1 y 5.3.

5.3.2 MTD adicionales para aprovechamiento

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para las instalaciones de aprovechamiento es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 cerrar de forma totalmente hermética la línea de aprovechamiento (véase la sección 4.3.3.1),
- 2 reducir el tamaño de los cadáveres y partes de cadáveres antes del aprovechamiento (véase la sección 4.3.3.2),
- 3 eliminar el agua de la sangre, por coagulación al vapor, antes del aprovechamiento (véase la sección 4.3.3.4),
- 4 para producciones de materia prima inferiores a 50.000 t/año, utilizar un evaporador de efecto simple para eliminar el agua de las mezclas líquidas (véase la sección 4.3.3.5),
- 5 para producciones de materia prima iguales o superiores a 50.000 t/año, usar un evaporador de efecto múltiple para eliminar el agua de las mezclas líquidas (véase la sección 4.3.1.5).

Cuando haya resultado imposible utilizar materia prima fresca y minimizar así la producción de sustancias malolientes es MTD realizar una de las acciones siguientes:

- 1 quemar los gases no condensables en una caldera existente (véase la sección 4.3.3.11) y pasar los gases de baja intensidad/gran volumen a través de un biofiltro (véase la sección 4.1.33) o
- 2 quemar todos los gases en un oxidador térmico (véase la sección 4.3.3.10) y pasar los gases de baja intensidad/gran volumen a través de un biofiltro (véase la sección 4.1.33).

5.3.3 MTD adicionales para producción harina y aceite de pescado

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para las instalaciones de producción de harina y aceite de pescado, es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 usar materia prima orgánica fresca, con una baja concentración de nitrógeno volátil total (véase la sección 4.3.4.1),
- 2 usar el calor del vapor evaporado durante el secado de la harina de pescado en un evaporador de capas delgadas para concentrar el agua de cola (véase la sección 4.3.4.2),
- 3 incinerar el aire maloliente, con recuperación de calor (véase la sección 4.3.4.3),
- 4 lavar el aire usando líquido condensado en lugar de agua de mar limpia (véase la sección 4.3.4.4).

5.3.4 MTD adicionales para procesamiento de sangre

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para las instalaciones de procesamiento de sangre es MTD realizar una de las acciones siguientes:

- 1 concentrar el plasma, antes del secado por pulverización, mediante ósmosis inversa (véase la sección 4.3.5.1),
- 2 concentrar el plasma, antes del secado por pulverización, mediante evaporación al vacío (véase la sección 4.3.5.2) o
- 3 eliminar el agua de la sangre, por coagulación al vapor, antes del secado por pulverización (véase la sección 4.3.3.4).

5.3.5 MTD adicionales para procesamiento de huesos

No se han identificado MTD adicionales para el procesamiento de huesos, aparte de las presentadas en las secciones 5.1 y 5.3.

5.3.6 MTD adicionales para elaboración de gelatina

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para las instalaciones de elaboración de gelatina, es MTD:

- 1 aislar el quipo de desengrasado de huesos (véase la sección 4.3.7.1).

5.3.7 MTD adicionales para la incineración de subproductos animales

Las MTD listadas para la incineración sólo se aplican a cuestiones relacionadas con la incineración especializada de subproductos animales. Las MTD para cuestiones asociadas a todo tipo de residuos entran en el ámbito del *Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en incineración de residuos* [329, CE, 2003].

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para incineración de subproductos animales es MTD realizar todas las acciones siguientes:

- 1 cerrar los edificios para la entrega, almacenaje y procesado de subproductos animales (véase la sección 4.3.8.1),
- 2 limpiar y desinfectar los vehículos y el equipo de entrega tras cada entrega (véase la sección 4.3.8.2),
- 3 transportar las canales sin arrastrarlas (véase la sección 4.3.8.3),
- 4 reducir el tamaño de canales animales y partes de canales antes de la incineración (véase la sección 4.3.8.4),
- 5 restringir la materia prima orgánica a la cantidad exacta probada durante los ensayos (véase la sección 4.3.8.5),
- 6 acordar con el aprovechador la proporción de grasa:humedad:ceniza en la harina animal (véase la sección 4.3.8.6),
- 7 evitar la recepción de material para incinerar en envases de PVC (véase la sección 4.3.8.10)
- 8 alimentar mediante tornillos (véase la sección 4.3.8.11) o bombeo (véase la sección 4.3.8.12) las partes de canales o harina animal en el incinerador,
- 9 incinerar el agua residual de incineración (véase la sección 4.3.8.13), si no se dispone de una EDAR adecuada en el emplazamiento,
- 10 sellar el almacenaje, la manipulación y la carga de subproductos animales en los incineradores (véase la sección 4.3.8.14),
- 11 canalizar el aire procedente de la instalación y el equipo de precombustión hacia la cámara de combustión (véase la sección 4.3.8.15),
- 12 usar temperaturas de combustión con alarma y bloqueo respecto al mecanismo de carga (véase la sección 4.3.8.16),
- 13 utilizar incineración continua (véase la sección 4.3.8.20)
- 14 utilizar una cámara de quemado de cenizas (véase la sección 4.3.8.21) cuando no se puede conseguir una combustión correcta de otra forma, p. ej. inmediatamente después de los hornos rotatorios,
- 15 extraer cenizas de forma continua y automatizada (véase la sección 4.3.8.22),
- 16 implantar un programa de supervisión de emisiones, con protocolo de supervisión del quemado, incluyendo peligro biológico de priones de EET en cenizas (véase la sección 4.3.8.25),
- 17 conseguir unos niveles de emisión por debajo de los mostrados en la Tabla 5.2, tanto como sea razonablemente factible (véase la sección 4.3.8.17),

Emisiones a la atmósfera		Rendimiento asociado a MTD ⁽³⁾	
		Típico	Supervisión
SO ₂	(mg/m ³)	< 30 ⁽²⁾	Continua
HCl	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
HF	(mg/m ³)	n/a	
NO _x	(mg/m ³)	< 175 ⁽²⁾	Continua
CO	(mg/m ³)	< 25 ⁽²⁾	Continua
COV	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Periódica
Polvo	(mg/m ³)	< 10 ⁽²⁾	Continua
Dioxinas y furanos	(ng/m ³)	< 0,1 ⁽⁴⁾	Periódica
Metales pesados, total (Cd, TI)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados (Hg)	(mg/m ³)	< 0,05 ⁽⁵⁾	
Metales pesados, total (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	(mg/m ³)	< 0,5 ⁽⁵⁾	
NH ₃	(mg/m ³)	< 10	
Tiempo de residencia	> 850 °C	3,5 s	
Oxígeno (mínimo tras última inyección)		9%	Continua
Presión, temperatura, vapor de agua; flujo volumétrico			Continua
Cenizas - (carbono total)		< 1% ⁽⁶⁾	Periódica
Cenizas – (proteínas totales) (extracto acuoso)	(mg/100 g)	0,3 – 0,6	Periódica

⁽²⁾ Control de emisiones – “promedio horario percentil 95% en 24 horas”. Mediciones a 273 K (temp.), 101,3 kPa (presión) y 11% O₂ gas seco.

⁽³⁾ Rendimiento real de funcionamiento de un sistema de limpieza de gases de combustión secos con filtros de mangas y reactivos inyectados.

⁽⁴⁾ Valores medidos en un período de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8 horas expresados como equivalentes tóxicos según el anexo 1 de la Directiva de Incineración de Residuos.

⁽⁵⁾ Valores medidos en un período de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8 horas

⁽⁶⁾ Carbono orgánico total

Nota: El análisis de proteínas no es relevante para la incineración especializada de subproductos avícolas.

Tabla 5.2: Niveles de emisión asociados con la incineración especializada de subproductos animales en un incinerador de lecho fluidificado de burbujas, de lecho fluidificado circulante o en incineradores de horno rotatorio

- 18 limpiar y desinfectar regularmente las instalaciones y los equipos (véase la sección 4.3.8.26),
- 19 usar técnicas de detención de olores cuando el incinerador no se halla en funcionamiento (véase la sección 4.3.8.27) y cuando la prevención de olor no es factible,
- 20 usar un filtro de carbono para reducción de olores, cuando los incineradores no se hallan en funcionamiento (véase la sección 4.3.8.29) y cuando la prevención de olor no es factible.

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1, 5.3 y las listadas arriba, para la incineración de subproductos animales es MTD realizar una de las acciones siguientes:

- 1 incinerar canales animales, partes de canales y harina animal en incineradores de lecho fluidificado de burbujas (véase la sección 4.3.8.17), con un equipo adecuado de tratamiento de los gases de combustión,
- 2 incinerar canales animales, partes de canales y harina animal en incineradores de lecho fluidificado circulante (véase la sección 4.3.8.18), con un equipo adecuado de tratamiento de los gases de combustión, o
- 3 incinerar canales animales, partes de canales y harina animal en incineradores de horno rotatorio (véase la sección 4.3.8.19), con un equipo adecuado de tratamiento de los gases de combustión.

5.3.8 MTD adicionales para producción de biogás

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para la producción de biogás es MTD:

- 1 reutilizar el calor durante la producción de biogás (véase la sección 4.3.10.3).

5.3.9 MTD adicionales para compostaje

Además de las medidas generales presentadas en las secciones 5.1 y 5.3, para el compostaje de subproductos animales es MTD:

- 1 proporcionar una capacidad de drenaje suficiente a las pilas de compostaje sobre superficies duras (véase la sección 4.3.11.1) de hormigón (véase la sección 4.3.11.2).

6 TÉCNICAS EMERGENTES

6.1 Biorrefinado de subproductos animales para producir mejoradores de suelos y fertilizantes

Descripción

La técnica es un tratamiento de biorrefinado de materiales biológicos de residuo que esteriliza los agentes patógenos. Las canales animales y partes de canales se pueden procesar con material fibroso orgánico para producir nutrientes animales y vegetales estériles, como fertilizantes y acondicionadores de suelos.

El material residual orgánico se mezcla con material fibroso orgánico finamente dividido para proporcionar una mezcla reactiva. El material fibroso orgánico absorbente se selecciona a partir de material con contenido en celulosa y material con contenido en lignina que no supere el 40% de humedad en peso, o materiales de envasado de celulosa, paja, heno, musgo y mezclas de los mismos.

Se añade nitrato de amonio, un agente oxidante, para producir un subproductos animal: NH_4NO_3 con un cociente en peso de 1:10 – 1:30. La mezcla reactiva se calienta en un reactor hiperbárico a alta presión y temperatura, durante el tiempo suficiente para crear un vapor saturado e hidrolizar el material fibroso orgánico absorbente y producir un productos sustancialmente desnaturalizado con agentes patógenos inactivados. El producto desnaturalizado se deshidrata en un reactor hiperbárico para producir un solidificación en polvo. El contenido de humedad del sólido es de aproximadamente un 10%. Se facilitan controles para evitar que los componentes malolientes se liberen a la atmósfera.

La mezcla se mantiene a 180 - 200 °C y a 1.000 – 1.380 kPa durante 20 – 40 minutos.

El vapor se libera del reactor hiperbárico hacia un condensador. El vapor desnaturalizado se puede recuperar y condensar para su uso en irrigación de cultivos o para la producción de fertilizantes líquidos.

Beneficios ambientales logrados

Se ha informado de que la técnica puede inactivar patógenos, incluyendo priones de EET. También puede aumentar las oportunidades de recuperación y reciclaje de subproductos animales.

Efectos cruzados

Durante la calefacción y la generación de alta presión se consume energía.

Cuestiones operativas

Los materiales de construcción del equipo no son críticos, siempre que las operaciones necesarias se puedan llevar a cabo sin problemas. Se puede utilizar cualquier tipo de dispositivo de reducción de tamaño. El reactor hiperbárico puede ser de cualquier tamaño y forma adecuados, siempre que se mantengan los intervalos requeridos de presión y temperatura.

Por ejemplo, un emplazamiento puede instalar un sistema de dos reactores con una capacidad de procesar 20.000 t/año de subproductos animales. Se pueden instalar sistemas múltiples en un emplazamiento para procesar volúmenes mayores de material.

Aplicabilidad

En el momento de redactar este documento, esta técnica no está permitida en la UE, debido a que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no se lista ni se ha autorizado según el procedimiento establecido en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico adecuado.

Referencias

[320, Biosphere Refineries Corporation, 2002]

6.2 Tratamiento biotecnológico de subproductos animales para aumentar su valorización energética

Descripción

La harina animal se clasifica por tamaño del grano. Luego se trata con un líquido que contiene microorganismos activos (bacterias no patógenas), una solución de alimentación y agua. El compuesto bacteriano se selecciona por su capacidad de degradar grasas animales y vegetales, proteínas y almidón. Se necesita aproximadamente 1 litro por metro cúbico de harina animal.

Los microorganismos activan una reacción enzimática que reduce considerablemente el contenido en grasas y aumenta el valor calorífico del material.

Una vez que el proceso se ha iniciado, es ayudado por agitación mecánica o manual. El tiempo necesario para completar el proceso es de unos 15 – 20 días. Las condiciones de la reacción son 20 – 27 °C en semioscuridad.

Beneficios ambientales logrados

Reducción del contenido de grasas.

Efectos cruzados

Se ha informado de pérdida de mercurio y arsénico durante el proceso, pero no se ha explicado.

Aplicabilidad

En el momento de redactar este documento, esta técnica no está permitida en la UE, debido a que en el Reglamento ABP 1774/2002/CE no se lista ni se ha autorizado según el procedimiento establecido en su artículo 33(2), tras consulta con el comité científico adecuado.

Se informa que la simplicidad del tratamiento puede permitir aplicar el proceso al final del proceso de aprovechamiento o antes de la incineración.

Aspectos económicos

La inversión inicial estaría limitada a la compra de tanques de tratamiento cocleares y las palas agitadoras. Los costes principales de operación procederían de la compra de la solución biotecnológica.

Motivación para la puesta en práctica

La aplicación de procesos biotecnológicos en emergencias agrícolas y ambientales está en continuo crecimiento. Las operaciones prefieren el uso de microorganismos naturales en lugar de artificiales, para evitar el riesgo de contaminación genética que podría ser de difícil control.

Los estudios en curso muestran la posibilidad de lograr un mayor valor calorífico neto con un tratamiento simple.

A finales de 2003, el proceso podía considerarse una técnica industrial utilizable para el tratamiento y transformación de subproductos animales para aumentar su valor calorífico.

Plantas de ejemplo

Ninguna todavía, ya que la técnica se halla en fase de desarrollo.

Referencias

[326, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

7 CONCLUSIONES

7.1 Temporización del trabajo

Las tareas sobre este BREF se iniciaron con la primera sesión plenaria del Grupo de Trabajo en octubre de 2000. En marzo de 2002 se envió un primer borrador al Grupo de Trabajo para consulta. Durante la preparación del primer borrador se produjo la crisis de la EEB, con el descubrimiento de casos en EM en los que hasta el momento no se habían producido. Las industrias implicadas y las autoridades competentes trabajaron a jornada completa para tratar con las repercusiones prácticas y legales de esta situación de emergencia. A esta crisis siguió rápidamente el brote de fiebre aftosa. Por ello el Grupo de Trabajo no pudo dedicar mucho tiempo a la elaboración del BREF durante este período.

En abril de 2002 se celebró una segunda sesión plenaria del Grupo de Trabajo para discutir la incineración especializada de subproductos animales. En enero de 2003 se envió al Grupo de Trabajo un segundo borrador, con las conclusiones de MTD propuestas. La sesión plenaria final del Grupo de Trabajo se celebró en julio de 2003. Tras la reunión final hubo unos períodos breves de consulta sobre el capítulo de MTD revisado, las “Conclusiones” y el “Resumen preliminar”. Tras estas consultas se realizó la redacción final.

7.2 Información facilitada

Para la redacción de este BREF se utilizaron como fuente de información muchos informes procedentes de la industria y las autoridades de los EM, complementados con información de particulares basada en plantas de ejemplo. Los informes enviados por Dinamarca [134, Países nórdicos, 2001], Alemania [163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001] y el Reino Unido [12, WS Atkins-EA, 2000; 67, WS Atkins Environment/EA, 2000] se pueden considerar las piezas básicas de las secciones sobre mataderos. Para el aprovechamiento buena parte de la información procede de Alemania [49, VDI, 1996; 163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]. Las secciones sobre aceite y harina de pescado se basan principalmente en información recibida de Dinamarca [155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]. Para el procesamiento de la sangre la EAPA proporcionó la mayor parte de la información [202, APC Europe, 2001] y para la elaboración de gelatina procede de la GME [249, GME, 2002]. La información sobre incineración procede de diversas fuentes, como Alemania [164, Nottrodt A., 2001], el Reino Unido [6, EA, 1997; 65, EA, 1996; 82, EA, 1998] y la industria [199, PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd, 2000].

Estos informes por escrito fueron ampliados en buena parte con información recibida durante y después de las visitas a los emplazamientos de mataderos de grandes animales y de aves y a las instalaciones de fundición de grasa, aprovechamiento, producción de harina y aceite de pescado, procesamiento de sangre, elaboración de gelatina, incineración, cremación de sebo, producción de biogás y compostaje. Estas visitas se realizaron en Bélgica, Dinamarca, España, Italia y el Reino Unido.

Las consultas formales sobre el borrador también impulsaron el envío de una gran cantidad de información, así como proporcionaron las principales oportunidades para que el Grupo de Trabajo verificara la información ya enviada.

Aunque se facilitaron más de 350 elementos de información, aún quedan algunas lagunas significativas. Por ejemplo, aunque el consumo de energía es un aspecto clave ambiental en los mataderos, debido al almacenaje refrigerado, y en muchas instalaciones de subproductos animales, especialmente durante el secado, se envió muy poca información o datos sobre técnicas de ahorro de energía. Por ello es difícil para el lector comparar las implicaciones energéticas de las diversas vías de uso y eliminación de subproductos animales. El olor también

es un aspecto clave. Sin embargo hay una falta de consistencia en los datos sobre mediciones de olores y en la identificación de las opciones para mantener separados los flujos de olores para su tratamiento. En el BREF se considera la prevención de olores, aunque sólo cualitativamente.

En general, los datos de consumo y emisión facilitados no estaban bien explicados en términos de condiciones operativas y métodos analíticos y su relación con las técnicas descritas no siempre resultaba clara. El Grupo de Trabajo intentó recoger los datos “por tonelada de canal producida” y “por tonelada de subproducto animal tratado” para cada operación unitaria y así poder realizar comparaciones directas e identificar las áreas de mayores niveles de consumo y emisión y así fijarlas como objetivo. En estos datos siguen habiendo lagunas considerables.

La operación de técnicas de reducción/final de línea, como las EDAR, a menudo forma parte de la actividad del matadero o instalación de subproductos animales y, como tal, se incluye en este documento. Desgraciadamente la mayoría de datos recibidos no están suficientemente explicados para poder afirmar a qué técnica se refiere. Esta es una de las razones por las que se citan muy pocos niveles asociados a MTD.

Se recibió muy poca información sobre procesado de huesos, fabricación de cola, gasificación de harina de huesos y carne, inyección y esparcido, limpieza de conchas de crustáceos y fabricación de fertilizante a partir de harina animal. En algunos casos puede deberse a la prohibición por parte de la legislación local de la aplicación de subproductos animales al suelo y a restricciones según el nuevo Reglamento ABP 1774/2002/CE [287, CE, 2002] que se ha redactado y ha entrado en vigor durante la preparación del BREF.

Otras cuestiones sobre las que se ha recibido muy poca o ninguna información son las emisiones de metano procedentes de estiércol y biogás, las emisiones de cinc y cobre a las aguas residuales procedentes de establos de mataderos de cerdos y el secado en bolas de la sangre.

7.3 Fuerzas impulsoras

El contenido del BREF, así como su tiempo de preparación, ha sido muy influido por cuestiones tales como seguridad alimentaria y de piensos (relacionada con la EEB), higiene alimentaria y bienestar animal. Se ha mantenido centrado en la prevención y control de la contaminación, pero se ha tenido en cuenta que hubiera una consistencia con la legislación y las buenas prácticas asociadas con estas otras motivaciones importantes. La principal fuerza impulsora legal ha sido el nuevo Reglamento ABP 1774/2002/CE [287, CE, 2002]. Esta Regulación controla las vías permitidas para el uso y eliminación de subproductos animales no destinados al consumo humano; su progreso en la elaboración fue seguido de cerca durante la redacción. Como establece determinadas condiciones técnicas, como condiciones de presión y temperatura, impone unos requisitos de consumo energético que no pueden reducirse.

La legislación alimentaria y veterinaria también afecta al contenido del BREF, debido por ejemplo a los requisitos para el uso de agua potable en mataderos y la consiguiente prohibición de la reutilización de agua. Un factor incluido en la discusión sobre las conclusiones de MTD ha sido el aumento de la vida en almacenaje del producto final.

También se han tenido en cuenta los requisitos de bienestar animal. La información intercambiada ha llevado a la conclusión de que unas buenas condiciones de bienestar animal reducen los daños y heridas, de forma que se producen menos residuos. Por lo tanto, ambos requisitos son complementarios.

7.4 Grado de consenso

Las conclusiones del BREF se acordaron en la reunión final del Grupo de Trabajo y no se produjeron puntos de vista divergentes. Hay que destacar que los subproductos animales, por su propia naturaleza, son inherentemente malolientes o bien se descomponen y se vuelven malolientes; esta descomposición también reduce su uso y provoca problemas de olores adicionales durante el procesado y el tratamiento de aguas residuales asociado. El Grupo de Trabajo discutió efectos cruzados y los aspectos económicos asociados con la minimización de la descomposición de subproductos animales destinados al uso y destinados a la eliminación. Se acordó que es MTD almacenar subproductos animales durante el mínimo tiempo posible y refrigerarlos, pero sólo si es necesario para evitar la aparición de problemas de olores. Se subrayó la importancia de minimizar el tiempo de almacenaje.

Las condiciones de almacenaje también se discutieron en el contexto de la colaboración con actividades al comienzo y al final de la cadena de producción, y se acordó que es MTD buscar la colaboración con socios previos, para crear una cadena de responsabilidad ambiental y así minimizar la contaminación y conseguir una protección ambiental global.

El Grupo de Trabajo decidió no incluir información en el documento sobre la disposición de capacidad de almacenaje en caso de epidemia. La Directiva IPPC no concede exenciones de sus obligaciones en periodos de crisis epidémicas. Deben tomarse en consideración los planes de contingencia elaborados por los EM. Esto puede implicar tener en cuenta cualquier capacidad adicional de almacenaje disponible en las instalaciones ya autorizadas. Por ejemplo, la Directiva del Consejo 2001/89/CE de 23 de octubre de 2001 sobre medidas comunitarias para el control de la fiebre porcina clásica [357, CE, 2001], la Directiva del Consejo 85/511/CEE de 18 de noviembre de 1985 por la que se introducen medidas comunitarias para el control de la fiebre aftosa [358, CE, 1985] y la Directiva del Consejo 2002/60/CE de 27 de junio de 2002 por la que se establecen medidas específicas para el control de la fiebre porcina africana y la Directiva 92/119/CEE sobre enfermedad de Teschen y fiebre porcina africana [359, CE, 2002] contienen requisitos para las acciones a realizar en caso de brotes de cualquiera de estas enfermedades.

7.5 Recomendaciones para trabajos futuros

El intercambio de información y la preparación del BREF ha representado un desarrollo positivo en la prevención y control de la contaminación para las industrias afectadas. El nuevo intercambio de información intra e interindustrial (p. ej. entre mataderos de porcinos, entre mataderos de porcinos y mataderos avícolas y entre mataderos y plantas de aprovechamiento) ha proporcionado una oportunidad para la discusión y el aprendizaje nunca presente en el pasado.

Las lagunas de información han subrayado las áreas en que los trabajos futuros pueden ofrecer resultados que puedan ayudar a identificar MTD en revisiones futuras del BREF. Al tomar en consideración esta información adicional se ayuda a los titulares y redactores de autorizaciones a proteger el medio ambiente de forma global.

La falta de datos “por tonelada de canal producida” y “por tonelada de subproducto animal tratado”, para cada operación unitaria, se puede tratar mediante las autoridades reguladoras y las diversas ONG industriales que representan a los operadores de mataderos y subproductos animales. Éstas pueden fomentar y coordinar el aumento de mediciones de niveles de consumo y emisión a nivel de operación unitaria. Para facilitar la identificación de los niveles de consumo y emisión asociados al uso de MTD, los datos deberían facilitarse junto con detalles de las condiciones de operación, descripciones de las técnicas aplicadas, protocolos de muestreo, métodos analíticos, períodos de obtención de medias y presentación estadística.

Inicialmente la información sobre tratamiento de aguas residuales se recogió separadamente para mataderos e instalaciones de subproductos animales, con la intención de identificar las

técnicas particularmente efectivas para procesos particulares. De hecho el Grupo de Trabajo llegó a la conclusión de que mientras algunas técnicas son especialmente efectivas para el tratamiento de cargas y contaminantes particulares, la mayoría de técnicas descritas son aplicables tanto en mataderos como en instalaciones de subproductos animales. En el momento de revisar el BREF se podrán combinar las secciones sobre tratamiento de aguas residuales y subrayar cualquier ventaja particular que cada una de las técnicas pueda tener para un matadero o actividad de subproductos animales particular.

El Grupo de Trabajo no pudo llegar a conclusiones de MTD sobre las sustancias que se deben usar en la limpieza de mataderos e instalaciones de subproductos animales, ya que la información recibida fue insuficiente para comparar las propiedades de limpieza y métodos de uso de las sustancias, considerando otros aspectos como el consumo de agua, temperatura de agua y uso de tareas físicas para eliminar la suciedad. Esta información se podría recoger antes de la futura revisión del BREF.

Se proporcionó bastante información incompleta sobre algunas de las técnicas. El Grupo de Trabajo decidió que aunque la información sobre algunas técnicas era insuficiente para ayudar a la determinación de MTD, debía ser incluida en el documento. Las técnicas incompletas se adjuntan en este mismo capítulo. Se han incluido para fomentar la recogida y disposición de información adicional y su valoración en la futura revisión del documento. En el momento de la revisión debería reconsiderarse la estructura del BREF, teniendo en cuenta las indicaciones de los usuarios.

7.6 Temas sugeridos para futuros proyectos de I+D

En los futuros proyectos de investigación y desarrollo se podrían considerar los siguientes temas.

Consumo de energía asociado al enfriamiento y al almacenaje refrigerado

El enfriamiento y refrigeración de canales representa aproximadamente el 50% del consumo total de energía en los mataderos. Tradicionalmente las mejores se han centrado en cuestiones de calidad alimentaria, con poco énfasis en el consumo de energía. Se pueden realizar estudios para determinar cómo conseguir la calidad de producto requerida con un consumo mínimo de energía.

Consumo de energía asociado al secado de subproductos animales

El consumo de energía asociado con el secado de subproductos animales es significativo y puede representar 2/3 de la energía utilizada en una planta de aprovechamiento. Los estudios pueden centrarse en optimizar el uso de energía y en identificar opciones de recuperación de calor.

Uso de agua no potable en los mataderos

Debido a la legislación alimentaria y veterinaria vigente, los mataderos sólo pueden utilizar agua potable. Los estudios pueden identificar posibilidades para el uso de agua no potable en algunas operaciones unitarias y permitiendo la reutilización de determinada agua del matadero. Esto puede reducir el consumo de agua y su contaminación, así como la energía asociada necesaria para calentar el agua y tratar las aguas residuales, sin afectar a la higiene ni a la seguridad alimentaria.

Optimización del uso de subproductos animales

Cuando se sacrifica ganado porcino y bovino, aproximadamente el 25% y el 50%, respectivamente, del peso vivo del animal no se destina al consumo humano. Se pueden realizar estudios para identificar cómo se pueden utilizar los subproductos animales, de forma que se puedan recoger separadamente donde sea adecuado, para reducir la cantidad que acaba eliminándose como residuo. Esto debería tomar en consideración el Reglamento ABP 1774/2002/CE [287, CE, 2002].

Herramientas de análisis comparativo

El análisis comparativo se ha reconocido como una herramienta efectiva para identificar las posibles mejoras ambientales. Necesita tomar en consideración la gama del producto, la calidad del producto, el tamaño de la planta de producción y el nivel de automatización. El trabajo realizado para el BREF, además de destacar problemas y soluciones comunes, también ha mostrado que se pueden desarrollar sistemas para mejorar el análisis comparativo. Ello puede mejorar la calidad de los futuros intercambios de información y revisiones del BREF.

7.7 Técnicas no incluidas en el capítulo 4, “Técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las MTD”, debido a la falta de información suficiente

7.7.1 Técnicas generales aplicables en mataderos e instalaciones de subproductos animales

7.7.1.1 Instalar pulverizadores de chorro plano en las mangueras

Descripción

Se pueden instalar pulverizadores de chorro plano en las mangueras con una presión de 2,5 – 3 MPa (25 – 30 bar). Una pulverización de hasta 60 proporciona una amplia cobertura y un efecto de barrido. La limpieza en seco se puede realizar en primer lugar y los desagües se pueden equipar con rejillas y rejillas para evitar que entren sólidos en las aguas residuales.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía.

Efectos cruzados

Ninguno.

Referencias

[167, Ministerio griego de medio ambiente, 2001]

7.7.1.2 Colector de grasas/fango

Descripción

Como recipiente de recogida se puede utilizar un pozo de hormigón con una cubierta de tabloncillos o placas de acero. Las aguas residuales se introducen a través de una antecámara y permanece en el pozo el tiempo suficiente para permitir que las partículas pesadas sedimenten y las grasas se acumulen en la superficie. La salida se sitúa a medio camino entre el fondo y la parte superior. Este método elimina las impurezas más significativas del agua residual si el período de retención es suficientemente largo y el pozo se vacía regularmente con un sistema de succión de fangos.

Beneficios ambientales logrados

Eliminación de grasa de las aguas residuales.

Efectos cruzados

Si el agua permanece a menudo en el pozo durante la noche, se pueden producir condiciones anaeróbicas y tanto el agua residual como el fango pueden generar olores desagradables.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.1.3 Limpieza de grasas

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento de Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.1.4 Vaciado controlado por conductividad en torres de refrigeración

Descripción

El vaciado se puede controlar mediante la medición de la conductividad para detectar cuando es necesario. Este sistema puede sustituir un control de vaciado temporizado, para desaguar durante 2 - 3 minutos cada 0,5 - 1 hora cada día o en un flujo constante de desagüe.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua.

Referencias

[214, AVEC, 2001]

7.7.1.5 Diseño del espacio de refrigeración para minimizar el consumo de energía

Descripción

Se pueden diseñar las dimensiones de las cámaras frías para evitar la refrigeración innecesaria de espacios vacíos. Cuando se abren las puertas el aire refrigerado puede ser sustituido rápidamente por aire cálido, lo que ralentiza el proceso de enfriamiento de las canales y consume más energía.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de bovinos/ovinos en el Reino Unido.

7.7.1.6 Motores con ahorro de energía

Descripción

Un control de arranque electrónico del motor evita el alto consumo de intensidad durante el encendido que, según el tipo de carga, puede representar varias veces el consumo nominal de intensidad del motor.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía.

Plantas de ejemplo

Un matadero avícola en el Reino Unido. Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.1.7 Recuperación de calor

Descripción

El calor puede recuperarse en plantas de aprovechamiento y utilizarse en el proceso de aprovechamiento, en otras actividades en el mismo emplazamiento o en el exterior, como calefacción urbana. El calor recuperado se puede usar para calefacción de espacios, calefacción de la materia prima orgánica y calefacción del agua.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de energía.

Referencias

[148, Finnish Environment Institute and Finnish Food and Drink Industries' Federation, 2001]

7.7.1.8 Disposición de esclusas de aire entre el área de carga y descarga interior y el exterior

Descripción

Se puede construir un túnel lo bastante amplio como para acomodar el mayor vehículo de entrega. Los olores pueden contenerse si el túnel dispone de puertas en cada extremo con un buen cierre sellado con los muros y que pueden abrirse y cerrarse rápidamente con un esfuerzo mínimo. Si las puertas son difíciles de operar pueden quedar sin uso. Se dispone de puertas corredizas de plástico de alta velocidad, menos susceptibles de sufrir daños que las puertas metálicas. La integridad del túnel y las áreas de descarga, almacenaje, procesado y envasado debería evitar las fugas de olores, y el uso del túnel no debería comprometer la presión negativa mantenida en el resto de la instalación.

Beneficios ambientales logrados

Minimización de las emisiones de olores al entorno cercano.

Motivación para la puesta en práctica

Control de olores e higiene. La significación de la higiene puede variar según el tipo de subproductos animales y su uso previsto. Por ejemplo, la dispersión de material de riesgo de EEB por pájaros y roedores y la prevención de contaminación del material destinado al consumo humano, pueden hacer importante el aislamiento.

Plantas de ejemplo

Seis plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[168, Sweeney L., 2001; 244, Alemania, 2002]

7.7.1.9 Ozono

Descripción

El ozono es un potente agente oxidante y puede eliminar olores en varios casos. Se ha informado de buenos resultados tras ensayos en aire de establos. El ozono se puede producir mediante un generador de alta tensión o con un tubo de UV.

Beneficios ambientales logrados

Menor emisión de olores, con una eficiencia a menudo superior al 90%.

Aplicabilidad

Los sistemas de control de olor por ozono son menos efectivos al tratar flujos de aire con un alto contenido de humedad, como el aire extraído de un tanque de escaldado.

7.7.1.10 Uso de ventiladores de bajas rpm para el aire acondicionado

Plantas de ejemplo

Mataderos de Dinamarca.

7.7.1.11 Separación de metales

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.2 Técnicas generales aplicables en mataderos

7.7.2.1 Control del suministro de agua, p. ej. por parte del departamento u operación unitaria

Descripción

El suministro de agua a cada parte de la línea de maquinación se puede controlar para cerrarlo cuando no hay canales presentes.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Aplicabilidad

Es aplicable en todos los grandes mataderos.

Aspectos económicos

Período de recuperación breve.

Motivación para la puesta en práctica

Reducción de los costes de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 183, Pontoppidan O., 2001]

7.7.2.2 Refrigeración por aire de las bombas de vacío, en lugar de refrigeración por agua

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.2.3 Lavado diario de cuchillos. Varios cuchillos en los puestos de trabajo

Descripción

Los cuchillos de matanza se pueden lavar y esterilizar una vez al día y se pueden llevar a cada puesto de trabajo de la línea de matanza todos los cuchillos necesarios en cada turno. Para las operaciones en que el cuchillo no necesita limpiarse entre cada animal (p. ej. allí donde hay contaminación fecal, se puede seleccionar un nuevo cuchillo según lo necesario. Esto se puede combinar con una afilación centralizada de los cuchillos.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de bovinos en Italia.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

7.7.2.4 Uso de una línea de aire caliente y seco para esterilizar cuchillos

Plantas de ejemplo

Sector minorista en el Reino Unido.

7.7.2.5 Uso de un autoclave para esterilizar cuchillos (fuera de la línea, p. ej. entre turnos)

7.7.2.6 Pulverización de agua controlada con válvulas magnéticas automáticas

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua, debido a la interrupción del flujo cuando no hay canales en la línea, como sucede durante las pausas para comer.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.2.7 Recuperación de energía

Descripción

Se puede recuperar calor y energía a partir de las instalaciones de refrigeración, de aire comprimido y de los hornos de chamuscado. La energía recuperada se puede utilizar para calentar agua y para calefacción de espacios.

Beneficios ambientales logrados

En un matadero de porcinos de Dinamarca se ha logrado una recuperación de calor de 39 kWh/t de canal.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de porcinos en Dinamarca.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3 Matanza de grandes animales

7.7.3.1 Recogida del agua utilizada para limpiar delantales y botas

Descripción

La calidad de la sangre destinada al consumo humano se reducirá si se diluye con agua usada para limpiar delantales y botas.

Efectos cruzados

Contaminación adicional con sangre de las aguas residuales.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de grandes animales.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.2 Estabulación

7.7.3.2.1 Reutilización del agua para lavar vehículos

Descripción

El agua de refrigeración procedente de la planta de refrigeración y las bombas de vacío se puede recoger y reutilizar para el lavado de vehículos. Debe obtenerse la autorización veterinaria antes de su uso. También es posible utilizar el agua del aclarado de los filtros en otras tareas con agua, tras sedimentación del óxido de hierro.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Aplicabilidad

Totalmente aplicable.

Referencias

[63, ETBPP, 2000; 134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.2.2 Entrega de cerdos planificada para coincidir con los momentos menos sensibles al ruido

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.2.3 Descarga mediante pasarelas de descarga

Descripción

Si se utilizan pasarelas de descarga, se puede realizar una conexión directa entre el vehículo de entrega de grandes animales y el establo.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de grandes animales.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.2.4 Uso de suelos de slatt en los establos

Descripción

Suelos entablillados de hormigón, con pendientes de 1:60 y desagüe por debajo hacia un tanque de purines.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua para el lavado y menos captura de estiércol y urina en las aguas residuales.

7.7.3.2.5 Reutilización del agua para lavar el suelo del establo (cerdos)

Descripción

El agua de refrigeración procedente de la planta de refrigeración y las bombas de vacío se puede recoger y reutilizar para el lavado de suelos de los establos. Debe obtenerse la autorización veterinaria antes de su uso. También es posible utilizar el agua del aclarado de los filtros en otras tareas con agua, tras sedimentación del óxido de hierro.

Plantas de ejemplo

Tres mataderos de Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 244, Alemania, 2002]

7.7.3.2.6 Recogida de la orina para su uso como fertilizante

Descripción

La orina se puede recoger gracias a suelos entablillados o inclinados.

Beneficios ambientales logrados

Reduce la contaminación de las aguas residuales con nitrógeno procedente, por ejemplo, de amoníaco, urea, ácido úrico y proteínas. La orina se puede utilizar como fertilizante, en suelos

adecuados, si la aplicación del líquido no lleva a contaminación del agua superficial o subterránea.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.2.7 Lavado de animales antes de la matanza

Descripción

Los animales se pueden lavar antes de la matanza.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor captura de grasas, sangre y estiércol, debido a los menores requisitos de lavado de canales a lo largo de la línea de matanza y durante la preparación de las canales.

Efectos cruzados

Contaminación y consumo adicional de agua, entre el establo y el aturdido.

Referencias

[288, Durkan J., 2002]

7.7.3.3 Matanza

7.7.3.3.1 Llevar los cerdos al corral de aturdido lo más tranquilamente posible

Descripción

Si los cerdos se llevan al corral de aturdido lo más tranquilamente posible se pueden reducir los chillidos y evitar el estrés de los animales.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de cerdos.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.3.2 Aturdido de cerdos con dióxido de carbono

Descripción

Los cerdos se pueden aturdir, y en algunos casos matar, mediante exposición a CO₂, antes del sangrado.

Cuestiones operativas

Los cerdos se introducen en una cámara con un 85% de CO₂ durante 45 segundos. Se pueden aturdir en lotes (p. ej. 12 a la vez) o individualmente en un paternóster.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de cerdos.

7.7.3.4 Desollado

7.7.3.4.1 Retirada neumática de pieles y cueros

Descripción

La canal se retira neumáticamente tras recibir un estímulo eléctrico, para detener el corte de limpieza superficial.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de bovinos.

Plantas de ejemplo

Al menos un matadero de bovinos en Italia.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

7.7.3.5 Escaldado de cerdos

7.7.3.5.1 Diseño del tanque de escaldado de cerdos para facilitar su vaciado y limpieza

Descripción

El tanque de escaldado se puede diseñar con buenas pendientes hacia el desagüe del fondo desde todas las posiciones.

Beneficios ambientales logrados

La facilidad de vaciado y limpieza del tanque minimiza el consumo total de agua y el volumen de agua residual vertida.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.5.2 Reducción del agua derramada de los tanques de escaldado

Descripción

Se puede usar un alerón colocado en la salida del tanque de escaldado para recoger y retornar el agua que gotea de las canales.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y de energía para calentar el agua.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.5.3 Detención del suministro de agua al tanque de escaldado durante las interrupciones de la producción

Cuestiones operativas

Para un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (38 aves por minuto), el potencial ahorro de agua comunicado es de 3.650 m³/año con un ahorro económico de 2.280 GBP/año (costes de 1999).

Referencias

[214, AVEC, 2001]

7.7.3.5.4 Recuperación de calor del agua del tanque

Aspectos económicos

El período de recuperación se considera entre 1 y 3 años.

Referencias

[57, DoE, 1993]

7.7.3.5.5 Uso de un tanque de escaldado con una base inclinada

Descripción

El uso de un tanque de escaldado con una pendiente hacia la salida puede reducir el consumo de agua de limpieza.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua durante la limpieza.

Efectos cruzados

El aumento de volumen del tanque necesario para disponer de la base inclinada puede hacer aumentar en consumo de agua durante el uso del tanque.

Referencias

[330, AWARENET, 2002]

7.7.3.6 Depilado y despezñado de cerdos

7.7.3.6.1 Control del suministro de agua a las máquinas de depilado

Descripción

Se puede controlar el agua suministrada a las máquinas de despezñado, para asegurar que sólo se suministra cuando hay canales en la máquina.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.7 Chamuscado de cerdos

7.7.3.7.1 Reducción del tiempo de chamuscado

Descripción

El tiempo de chamuscado de un cerdo puede reducirse si llega seco al horno de chamuscado.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de combustible.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.7.2 Uso y diseño eficientes de sopletes

Descripción

El chamuscado sólo debe ser el necesario para el producto. La producción de beicon exige un chamuscado intenso, mientras que la carne de cerdo destinada a jamones y otros cortes de charcutería requiere un chamuscado mínimo.

Referencias

[57, DoE, 1993]

7.7.3.7.3 Instalación de interruptores que puedan encender la llama de chamuscado sólo cuando hay presente una canal

Descripción

La llama en el horno de chamuscado de canales se puede encender sólo cuando una canal se halla presente. Un suministro continuo de aire se puede combinar con un suministro intermitente de gas para producir una llama activada por la introducción de una canal en el horno. Se informa que no hay efectos bacteriológicos adversos. Se puede instalar interruptores solenoidales que enciendan la llama de chamuscado sólo al paso de una canal.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de gas.

Referencias

[330, AWARENET, 2002; 346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.7.4 Aislamiento del horno de chamuscado

Descripción

Los hornos de chamuscado se pueden aislar.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Referencias

[330, AWARENET, 2002]

7.7.3.8 Evisceración

7.7.3.8.1 Desplazamiento de vísceras mediante transportador

Descripción

Las vísceras se pueden retirar de la línea de matanza mediante transportadores y en recipientes individuales.

Referencias

[269, Miembros italianos del Grupo de Trabajo, 2002]

7.7.3.8.2 Uso de separadores de grasas

Descripción

En los lugares en que es posible concentrar volúmenes de grasas, como en los puntos de evisceración, en los que se producen elevadas emisiones de grasas, es posible reducir el contenido de grasas en el agua de producción utilizando separadores de grasas. Estos se pueden instalar, por ejemplo, en los puntos de vertido de las unidades de evisceración.

Beneficios ambientales logrados

Menor DQO en las aguas residuales. Las grasas capturadas se pueden utilizar para producción de grasas técnicas.

Cuestiones operativas

Si la temperatura del efluente supera 30 °C, se reduce considerablemente la eficiencia de la separación de grasas.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.3.9 Esquinado

7.7.3.9.1 Optimización del uso de la sierra de esquinado de canales

Descripción

Si se selecciona el diámetro y grosor correctos de la hoja de la sierra para el esquinado de las canales y se mantiene afilada, se pueden reducir los niveles de ruido y se generará menos polvo de huesos que pueda ir a parar en las aguas residuales. El polvo de huesos puede crear una considerable carga de fósforo en las aguas residuales.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en los niveles de ruido y menor contaminación de fósforo de las aguas residuales.

Aplicabilidad

Es aplicable en mataderos de grandes animales.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.10 Refrigeración

7.7.3.10.1 Refrigeración por lotes

Descripción

La refrigeración por lotes utiliza una cámara de refrigeración con rieles o balancines como en el área de procesado. Cada lote se separa, para evitar que el aire se filtre entre las celdas operativas y las que están fuera de uso. Cada celda tiene capacidad para 2 horas de producción. La refrigeración por lotes utiliza aire como medio de transporte. Una distribución de aire uniforme (p. ej. mediante zócalos con toberas) mantiene un alto coeficiente de transferencia térmica. La combinación de velocidad y temperatura del aire determina el tiempo que se tarda en refrigerar una canal.

Cuestiones operativas

La ventaja de usar el proceso de refrigeración por lotes es que la refrigeración y ecualización de las canales se realiza en la misma cámara. El proceso es fácil de poner en práctica y los lotes se pueden cargar manual o automáticamente. La desventaja es que si la distribución de aire no es uniforme es imposible obtener unas temperaturas de canales ecualizadas y uniformes. Es muy importante que haya espacio libre alrededor de las canales; si, por ejemplo, algunas canales se tocan ello evitará la transferencia de calor en los puntos de contacto, que se calentarán, lo que puede reducir la carne, dañando la carne PSE y causando crecimiento bacteriano.

7.7.3.11 Actividades posteriores

7.7.3.11.1 Control de agua en la máquina de lavado de rumen

Descripción

El suministro de agua a una lavadora de tambor para el lavado del rumen puede controlarse mediante una válvula magnética conectada al motor del tambor. Ello puede asegurar que sólo se utiliza agua cuando el tambor está funcionando.

Beneficios ambientales logrados

Las mediciones han mostrado que de esta forma se puede reducir el consumo de agua en un 10 - 30%. El rumen lavado puede utilizarse para alimento de mascotas o pienso de visones.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.3.11.2 Retirada y uso/eliminación de agua procedente del contenido “seco” de los intestino

Descripción

Si se prensa el contenido intestinal, el líquido resultante tiene una DQO y un contenido de N muy altos. No puede enviarse hacia el sistema de alcantarillado municipal, según las autorizaciones locales de vertido. Puede tratarse en una EDAR en el emplazamiento.

7.7.3.11.3 Retirada en seco del estiércol intestinal

Descripción

Se puede usar aire comprimido a aproximadamente 100 - 273 kPa (15 - 40 psi) para conducir el estiércol de las tripas hacia el remolque de recogida. Se puede utilizar un compactador de pistón para reducir el volumen.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Referencias

[63, ETBPP, 2000]

7.7.3.11.4 Reutilización del agua final del lavado de tripas intestinales

Descripción

El agua final es el último lote de agua fría utilizada para lavar el intestino delgado. Los Servicios Veterinarios Estatales Daneses han autorizado, en ciertas condiciones, el uso de este agua para aclarar el contenido de intestinos gruesos y del recto.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Aspectos económicos

En grandes mataderos daneses (con dos líneas de matanza) el tiempo de recuperación de la inversión es de 2 a 4 años.

Plantas de ejemplo

La reutilización del agua final procedente del lavado de intestinos delgados (de cerdos) se usa en un matadero danés, para vaciar tripas grandes y el recto, con la autorización de los Servicios Veterinarios Estatales Daneses.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 274, Pontoppidan O., 2002]

7.7.3.11.5 Minimización del ruido en la maquinaria de retirada de mucosa intestinal

Descripción

Se puede instalar un silenciador en las máquinas de retirada de mucosa operadas neumáticamente.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en los niveles de ruido.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.3.11.6 Refrigeración de los menudos rojos y verdes mediante hielo

Descripción

Los menudos rojos y verdes se pueden refrigerar utilizando hielo en lugar de agua corriente. El hielo ya es necesario a menudo para el almacenaje y durante el transporte.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en el consumo de agua y, por consiguiente, reducción en el volumen y la carga de DQO de las aguas residuales.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4 Matanza de aves de corral

7.7.4.1 Recepción de las aves

7.7.4.1.1 Unidades de lavado de jaulas multietapa

Descripción

Las unidades de lavado de gamellas y boxes utilizados para transportar las aves pueden ser instalaciones multietapa. El agua utilizada para el aclarado inicial se hace recircular pasando, por ejemplo, por filtros de alambre trapezoidal y sólo el último aclarado se realiza con agua

limpia. El agua del último aclarado se puede utilizar para complementar el agua de las primeras etapas.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y de detergentes.

Efectos cruzados

No se han descrito.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.1.2 Recogida de materiales filtrados de las máquinas de lavado de jaulas

Descripción

Las unidades de lavado de jaulas pueden incorporar un sistema de recogida de sólidos, para asegurar que se retiran de las aguas residuales antes de conducirlos a una EDAR municipal o en el emplazamiento.

Beneficios ambientales logrados

Reducción en la concentración de sólidos en suspensión y de la DQO en las aguas residuales.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.1.3 Sellado de las máquinas de lavado de jaulas

Descripción

La cámara externa de las máquinas de lavado de jaulas puede sellarse para evitar la fuga de agua y la evaporación.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por consiguiente, menor consumo de energía para calentar agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.2 Escaldado de las aves

7.7.4.2.1 Limitación de las pérdidas de agua del tanque de escaldado

Descripción

La pérdida total de agua del tanque de escaldado se puede limitar a menos de un litro por pollo (714 l/t de canales de pollo). Para limitar la pérdida de agua en este nivel se pueden instalar bandejas de goteo que devuelvan al tanque parte del agua de goteo de los pollos escaldados.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y, por consiguiente, menor consumo de energía para calentar agua.

Efectos cruzados

Ninguno.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.3 Desplumado

7.7.4.3.1 Transporte de cabezas y patas mediante un sistema de vacío

Descripción

El transporte de plumas se puede realizar sin utilizar agua, por ejemplo con un sistema de vacío.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor captura de materia orgánica en el agua. Menor consumo de energía para eliminar el agua de las cabezas y patas durante el aprovechamiento o en la preparación del vertido.

Efectos cruzados

Se necesita energía para operar el sistema de vacío.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.4 Evisceración

7.7.4.4.1 Sistema dual de suministro de agua

Descripción

El suministro de agua al equipo de matanza se puede separar en dos sistemas, uno para “agua de lubricación”, que se suministra sólo cuando en sistema transportador se halla en funcionamiento, y uno para “agua de procesado”, que sólo se suministra cuando hay pollos presentes en la máquina apropiada.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.4.2 Transporte y refrigeración integrados de menudos rojos procedentes de la matanza de aves de corral

Descripción

Los corazones, pescuezos, mollejas y riñones se transportan con agua helada desde la línea de matanza hasta contenedores de recogida para su almacenaje y distribución, para el consumo humano o para alimentos de mascotas, según los precios del mercado. Este sistema de transporte y refrigeración integrado implica que no se requiere una refrigeración separada de estos órganos.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía al evitar la necesidad de refrigeración adicional.

Plantas de ejemplo

Al menos un gran matadero avícola danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.4.3 Reducción del caudal de agua en los puntos de lavado de cuchillos

Cuestiones operativas

En un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (38 por minuto) el ahorro potencial de agua comunicado es de 12.500 m³/año, con un ahorro económico de 7.800 GBP/año (precios de 1999).

Referencias

[214, AVEC, 2001]

7.7.4.4.4 Reducción del caudal de agua en el minirefrigerador

Descripción

El control manual del caudal de agua a través del minirefrigerador sitúa la responsabilidad en el operario para ajustar el caudal cuando se abre la válvula. El caudal puede ajustarse permanentemente en el mínimo requerido.

Cuestiones operativas

En un matadero que sacrifica 18.000 pavos por día (38 por minuto) el ahorro potencial de agua comunicado es de 1.800 m³/año, con un ahorro económico de 1.125 GBP/año (precios de 1999).

Referencias

[214, AVEC, 2001]

7.7.4.5 Limpieza del matadero

7.7.4.5.1 Grandes unidades de limpieza de bandejas y boxes

Descripción

Las grandes unidades de lavado (por ejemplo para grandes cantidades de bandejas y boxes) pueden diseñarse para optimizar el procedimiento de lavado, respecto al consumo de agua, detergente y energía. La unidad se puede diseñar para empapar, prelarvar, lavar, gotear, aclarar, desinfectar y secar. El consumo de agua unitario aumentará si se dejan uno o más pasos.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, detergente y energía para calentar el agua.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.5.2 Limpieza a alta presión

Descripción

Se ha informado de que la limpieza a alta presión, a 8,11 MPa en lugar de 1,82 - 2,03 MPa implica una reducción del consumo de agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua, de aproximadamente 750 litros a 500 litros por tonelada de canal.

Plantas de ejemplo

Un pequeño matadero de cerdos danés.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.4.5.3 Supervisión de la eliminación de contaminación

Descripción

La supervisión de la eliminación de contaminación puede ayudar a optimizar el proceso de limpieza, por ejemplo utilizando menos agua y generando menos contaminación química, física o biológica.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua y menor contaminación química, física o biológica.

Referencias

[346, Miembros belgas del Grupo de Trabajo, 2003]

7.7.4.6 Tratamiento de aguas residuales

7.7.4.6.1 Rejilla de sumidero

Descripción

Las aguas residuales se llevan a un recipiente en forma de hoyo en donde el filtro semicilíndrico se mantiene limpio mediante cepillos rotatorios montados en brazos que giran respecto al centro del cilindro. Las partículas resultan empujadas hacia el borde del hoyo y se recogen en un contenedor. El tamaño habitual del poro es de 2 mm. La Figura 7.1 muestra una rejilla de sumidero.

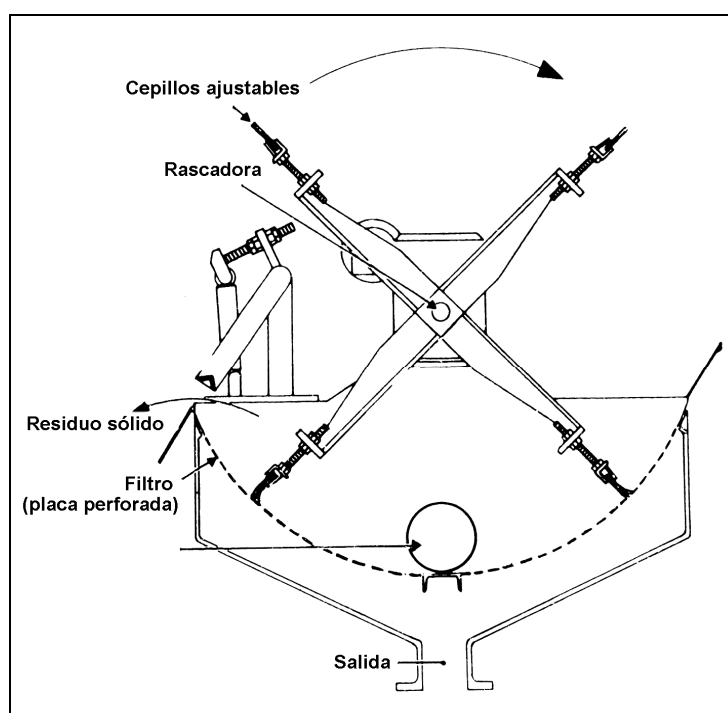


Figura 7.1: Rejilla de sumidero (sección)

[134, Países nórdicos, 2001]

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001]

7.7.5 Aprovechamiento

7.7.5.1 Facilitar la suficiente capacidad de producción

Plantas de ejemplo

Varias plantas de ejemplo en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.2 Esterilización discontinua mediante una “caldera con cedazo de cesta”

Descripción

Una caldera con cedazo de cesta es un filtro cilíndrico rotatorio con un diámetro de malla de unos 15 – 18 mm instalado en una caldera cilíndrica horizontal. Durante la esterilización se produce una masa pastosa, que se prensa a través del filtro rotatorio en la caldera. La materia extraña queda atrapada dentro del filtro rotatorio y se puede limpiar de vez en cuando.

Cuestiones operativas

Para una carga de 8 toneladas, el tiempo total de esterilización es de aproximadamente 1,0 – 1,5 horas.

Motivación para la puesta en práctica

Se informa que la técnica se puede poner en práctica con facilidad en plantas pequeñas.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.3 Esterilización discontinua mediante secador de disco con tamiz

Descripción

La caldera de disco con tamiz se monta horizontalmente y contiene un agitador. La canal y el dispositivo agitador se calientan. Durante la esterilización se produce una masa pastosa que se prensa a través del tamiz instalado permanentemente o de un tamiz que gira junto con el agitador, dentro de la caldera.

Cuestiones operativas

El tiempo de procesado de la esterilización es de una hora, aproximadamente. La combinación de los efectos de la mezcla intensa y del agitador calentado permite utilizar calderas con capacidades de hasta 15 toneladas.

Motivación para la puesta en práctica

Se informa que la técnica se puede poner en práctica con facilidad en plantas pequeñas.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.4 Aprovechamiento, con mezcla periódica

Descripción

Los secadores continuos, con o sin adición de grasa, los secadores por suspensión, los secadores de disco y los secadores-trituradores se pueden construir todos con paletas de mezcla que pueden funcionar periódicamente. Para el secado continuo se utilizan calderas cilíndricas de doble pared con agitador incorporado. El eje del agitador se calienta. El material se retira del extremo del secador mediante un transportador.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.5 Aprovechamiento, con un secador de disco

Descripción

El secador de disco está formado por una caldera horizontal con discos densamente apretados, que pueden calentarse, y un agitador.

Cuestiones operativas

Capacidades de hasta 8 toneladas por hora, si la materia prima tiene un alto contenido de grasas, o de 4 toneladas por hora si tiene un bajo contenido de grasa.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.6 Recirculación de residuos sólidos procedentes del pretratamiento en la materia prima (si no hay producción de piensos)

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.7 Recirculación del lodo en la materia prima (si no hay producción de piensos)

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.8 Refrigeración por aire del condensado, en lugar de refrigeración por agua

Descripción

Las grandes cantidades de vapores generadas durante la cocción y de las prensas de harina se pueden extraer y conducir hacia condensadores refrigerados por aire.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de agua. Menor contaminación de agua ya que el contenido de los condensados no se transfiere al agua de refrigeración.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001; 244, Alemania, 2002]

7.7.5.9 Uso de un sistema de decantación

Descripción

La harina se puede secar mediante un sistema de decantación en lugar de en un secador.

Beneficios ambientales logrados

Se puede reducir a la mitad el consumo de energía.

Cuestiones operativas

El consumo de energía del secado se puede reducir de 700 - 800 kWh por tonelada de materia prima a 350 - 400 kWh por tonelada, según el tipo de secador.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[134, Países nórdicos, 2001; 244, Alemania, 2002]

7.7.5.10 Centrifugación de la sangre

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.11 Rampa de desinfección para vehículos y calzado

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.12 Rejillas de fango, tanques de sedimentación y separadores de combustible/aceite para las aguas residuales de lavado de vehículos

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.13 Rejillas de grasas y de aceites (DIN 4040)

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.14 Tapado de todos los tanques para permitir el tratamiento del aire

Plantas de ejemplo

Una planta de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.15 Cierre de los tanques de equilibrio de las EDAR y conducción del flujo de aire hacia un tratamiento de olores

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001]

7.7.5.16 Dosificación de nutrientes, ácidos y álcalis

Plantas de ejemplo

Dos plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.5.17 Desinfección térmica del agua de limpieza: unidad de calefacción de agua específica

Descripción

El agua de limpieza del almacenaje y vehículos de materia prima y equipos de manipulación se puede desinfectar térmicamente. Se calienta a 100 °C durante 30 minutos como mínimo. El tratamiento térmico se acostumbra a realizar por lotes. Antes del tratamiento térmico se suelen separar los sólidos mediante tanques de sedimentación, cedazos y separadores de grasas, con elementos atrapadores de fango o mediante plantas de flotación.

Plantas de ejemplo

Varias plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[163, Miembros alemanes del Grupo de Trabajo, 2001, 244, Alemania, 2002]

7.7.5.18 Tanques de neutralización

Descripción

Se puede disponer de tanques de neutralización como parte del proceso de tratamiento de las aguas residuales; por ejemplo, cuando se generan valores altos de pH a causa de la extracción de amoníaco o valores de pH extremadamente bajos resultantes de la conversión de amoníaco. La neutralización debe considerarse minuciosamente, ya que provoca salinización que puede ser problemática para las EDAR.

Cuestiones operativas

En una plantad e aprovechamiento de ejemplo, el proceso de neutralización, que utiliza un 31% de ácido clorhídrico, lleva a un aumento de la conductividad del 17 al 33%. El valor de pH del efluente es de aproximadamente 10 en la entrada y 7,5 a la salida.

Plantas de ejemplo

Dos plantas de aprovechamiento en Alemania.

Referencias

[244, Alemania, 2002]

7.7.6 Producción de harina y aceite de pescado

7.7.6.1 Descarga por vacío del pescado de los barcos de pesca

Descripción

El pescado puede descargarse mediante un sistema de vacío, en lugar de con aire o agua.

Beneficios ambientales logrados

Menor contaminación de aire y agua y olores, que deberían tratarse posteriormente.

Aplicabilidad

El diseño de los barcos debe ser adecuado, por lo que puede ser una técnica de difícil aplicación en flotas pesqueras antiguas o no adecuadas.

7.7.6.2 Control y auditoría de pérdida de producto

Descripción

La reducción de la pérdida de producto, con una reducción en las emisiones generadas por la producción, exige un conocimiento de cómo y cuándo se producen las pérdidas y su magnitud en las diversas secciones del proceso. Para la reducción de contaminación mediante inversiones en tecnologías más limpias es absolutamente necesario relacionar las pérdidas de producto y, por tanto, la contaminación, con el equipo relevante del proceso.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de las emisiones al agua.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

7.7.6.3 Cocción controlada: prevención de sobreebullición

Beneficios ambientales logrados

Reducción en las emisiones de fósforo.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

7.7.6.4 Enfriamiento indirecto del vapor procedente de la producción de agua de cola evaporada con agua de mar

Descripción

En lugar de seguir la práctica habitual de pulverizar agua de mar en la mezcla de vapor para enfriarlo, el vapor se puede enfriar indirectamente mediante agua de mar. A continuación el vapor condensado se trata en una EDAR y el calor se recupera del agua de mar.

Beneficios ambientales logrados

Se evita la contaminación del agua de mar y el tratamiento subsiguiente que requiere o la contaminación que provoca.

Efectos cruzados

Gran consumo de energía para bombear el agua de mar.

7.7.6.5 Secado al vacío a 65 °C

Beneficios ambientales logrados

Reutilización del calor procedente del proceso de secado de harina.

Aspectos económicos

La harina de pescado producida mediante secado al vacío es de mayor calidad que la producida mediante secado tradicional y se puede vender por un 10% más.

Referencias

[213, Nielsen E.W., 2001]

7.7.6.6 Secado por calefacción

Descripción

La capacidad del equipo de secado tradicional es mayor que la del equipo equivalente de secado al vacío.

7.7.6.7 Planta de extracción para eliminar nitrógeno volátil del agua

Referencias

[213, Nielsen E.W., 2001]

7.7.6.8 Uso de un decantador en lugar de una prensa y decantador

Descripción

Para producir la torta y el grax se puede utilizar un gran decantador en lugar de una prensa y decantador.

7.7.6.9 Control de succión en el secador

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

7.7.6.10 Eliminación a alta presión de productos quemados, en lugar de con NaOH

Beneficios ambientales logrados

Reducción de la concentración de nitrógeno en las aguas residuales.

Efectos cruzados

Aumento del consumo de agua

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

7.7.6.11 Tratamiento de aguas residuales de determinadas fracciones del condensado impuro

Beneficios ambientales logrados

Reducción en la contaminación del agua de mar.

Referencias

[155, Consejo de Ministros de los países nórdicos, 1997]

7.7.7 Procesado de sangre

7.7.7.1 Retroventilación de las cisternas durante la descarga

Descripción

Se puede instalar un filtro de carbón activado.

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

7.7.8 Elaboración de gelatina

7.7.8.1 Neutralización de aguas residuales ácidas por aguas residuales alcalinas

Descripción

Las aguas de lavado de los pozos de encalado contienen calcáreas y se pueden utilizar para neutralizar el ácido utilizado en otras partes del proceso; por ejemplo durante la desmineralización.

Beneficios ambientales logrados

Las aguas de lavado se pueden utilizar en lugar de sustancias cáustica, que deben comprarse para tal fin.

Aspectos económicos

Una planta de ejemplo informó de un tiempo de recuperación de 2 años.

Plantas de ejemplo

Una planta de elaboración de gelatina en el Reino Unido.

7.7.8.2 Reutilización del calor de los evaporadores

Descripción

El agua caliente de los evaporadores en la elaboración de gelatina se puede utilizar para calentar los secadores y el condensado se puede utilizar para generar vapor.

Beneficios ambientales logrados

Menor consumo de energía.

Motivación para la puesta en práctica

Menor consumo de energía y, por consiguiente, menos gasto económico.

Plantas de ejemplo

Una planta de elaboración de gelatina.

7.7.9 Incineración

7.7.9.1 Limpieza inicial de vehículos y equipos mediante aspiración en seco

Aplicabilidad

Es aplicable en la entrega de harina.

Referencias

[82, EA, 1998]

7.7.9.2 Supervisión de compuestos amino en fracciones salinas recuperadas de aguas de lavado

Referencias

[164, Nottrodt A., 2001]

7.7.10 Cremación de sebo

7.7.10.1 Retroventilación de las cisternas durante la descarga

Beneficios ambientales logrados

Reducción de olores.

7.7.11 Compostaje

7.7.11.1 Compostaje en contenedores de subproductos animales

Beneficios ambientales logrados

Los sistemas en naves y contenedores pueden ofrecen condiciones óptimas para el control de olores, ya que son sistemas cerrados, y también ofrecen un mayor grado de control del proceso que los sistemas abiertos.

Referencias

[210, Environment Agency, 2001]

7.7.11.2 Uso de una fuente rica en carbono para evitar olores amoniacales picantes

Descripción

La adición de una fuente rica en carbono, como el co-compostaje con fango de papel, puede ayudar a combatir olores picantes del NH_3 .

Referencias

[210, Environment Agency, 2001]

7.7.11.3 Evitar actividades polvorientas en días ventosos

Descripción

La formación o volteo de las pilas de compostaje, el filtrado y la trituración provocaran problemas de polvo si la materia está seca y las condiciones climáticas o meteorológicas son ventosas.

Referencias

[210, Environment Agency, 2001]

7.7.12 Actividades integradas en el mismo emplazamiento

7.7.12.1 Combinación de gasificación de HCH con oxidación térmica en un emplazamiento de aprovechamiento

Beneficios ambientales logrados

Reducción de los olores del proceso de aprovechamiento, incluyendo los olores intensos procedentes de gases no condensables y olores de las cámaras de procesado. Reutilización de calor para producir vapor para su uso en proceso de aprovechamiento y la reducción consiguiente en uso de combustibles fósiles. Reducción en el uso de combustibles fósiles para transportar la HCH a otro emplazamiento para su destrucción. Las altas temperaturas de gasificación producen un combustible limpio sin polvo, de forma que es suficiente su paso por un ciclón para purificación antes de la oxidación térmica.

Cuestiones operativas

Los proveedores de equipos de gasificación informan la siguiente eficiencia, para una planta de gasificación térmica de 6 MW:

Datos del combustible

Mínimo poder calorífico de la HCH $3.000 \text{ kcal/kg} = 12,552 \text{ MJ/kg}$

Caudal de HCH $1.720 \text{ kg/h} = 0,478 \text{ kg/s}$

Potencia_{térmica} = $12,552 \times 0,478 \sim 6.000 \text{ kW}$

Datos del gas sintético

Mínimo poder calorífico del gas $1.100 \text{ kcal/kg} = 4,602 \text{ MJ/kg}$

Caudal del gas sintético $3.086 \text{ kg/h} = 0,857 \text{ kg/s}$

Potencia_{térmica} = $4,602 \times 0,857 \sim 3.944 \text{ kW}$ (3.947 kW citados)

Asumiendo una eficiencia térmica del 92%, resulta:

Potencia_{efectiva} = $92\% \text{ de } 3.944 = 3.628 \text{ kW}$ (3.632 kW citados)

Datos de la caldera

Asumiendo una eficiencia térmica del 90%, resulta

Potencia_{global térmica} = $3.268/3.944 = 83\%$.

Referencias

[196, Therma CCT, 2000]

8 REFERENCIAS

- 3 EPA (1996). "Integrated Pollution Control Licensing Batneec Guidance Note for the Slaughter of Animals", EPA n.º LC 17(9/96).
- 4 EPA (1996). "Integrated Pollution Control Licensing Batneec Guidance Note for the Rendering of Animal By-products", EPA n.º LC 13(10/96).
- 6 EA (1997). "Processes Subject to Integrated Pollution Control Animal Remains Incineration - Amplification note", S2 5.01 Nota de ampliación n.º 1.
- 12 WS Atkins-EA (2000). "Model Approach for Producing BAT Guidance for Specific Sub-sectors within the Food and Drink Industry, Red Meat Abattoirs".
- 13 UKRA (sin fecha). "United Kingdom Renderers' Association Q & A The Rendering Industry".
- 17 UKRA (2000). "Understanding rendering What is the UKRA?", Fact sheet 3.
- 18 UKRA (2000). "Understanding rendering Financial aid to the animal by-product industry", Fact sheet 4.
- 19 UKRA (2000). "Understanding rendering The action taken by the renderers since the emergence of BSE, and the impact it had on the industry", Fact sheet 5.
- 20 UKRA (2000). "Understanding rendering The disposal of fallen stock", Fact sheet.
- 21 UKRA (2000). "Understanding rendering The economics of rendering in the UK - compared with our major competitors", Fact sheet 7.
- 22 UKRA (2000). "Understanding rendering Alternative uses of animal by-products which cannot be (for legal reasons) or are not (for commercial reasons) used in animal feedingstuffs", Fact sheet 8.
- 24 EURA (1997). "The animal by-product industry in Europe".
- 27 Universidad de Guelph (sin fecha). "Slaughtering".
- 29 US Environmental Protection Agency, S. C., Department of Health and Environmental Control, (1997). "Air Pollution Control Regulations, Regulation Number 62.1, Definitions, Permit Requirements and Emissions Inventory", Número de regulación 62.1.
- 47 DoE SO y WO (1997). "Secretary of State's Guidance - Fish meal and fish oil processes", PG6/19(97).
- 49 VDI (1996). "Emission Control Plants for the Utilization and Disposal of Animal Carcasses, either Wholly or Partially, and for the Processing of Animal Products (Rendering Plants)", VDI 2590.
- 52 DoE (1994). "Energy Management at a Red Meat Plant", Estudio de caso 225.
- 53 IEA OECD (1996). "Evaporation cooling of pig carcasses", Resultado 252.
- 56 ETBPP (1997). "Biotechnology tackles abattoir waste", NC 17.
- 57 DoE (1993). "Red meat plants", Guía 32.

- 61 ETBPP (1998). "Reducing the cost of cleaning in the food and drink industry", Guía de Buenas Prácticas GG 154.
- 63 ETBPP (2000). "Reducing water and effluent costs in red meat abattoirs", Guía de Buenas Prácticas GG 234.
- 65 EA (1996). "Processes subject to Integrated Pollution Control - Waste Incineration", S2 5.01.
- 67 WS Atkins Environment/EA (2000). "BAT Guidance for Specific Sub-sectors within the Food and Drink Industry, Poultry Processors".
- 69 AINIA (2000). "Guías Tecnológicas, Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación, epígrafe 6.4.a, Mataderos polivalentes".
- 70 AINIA (2000). "Guías Tecnológicas, Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación, epígrafe 6.4.a, Mataderos avícolas".
- 82 EA (1998). "Processes Subject to Integrated Pollution Control, Combustion of Meat and Bone Meal (MBM)", S2 1.05 Amplification note No. 1.
- 85 CE (1999). "1999/724/CE: Decisión de la Comisión, de 28 de octubre de 1999, que modifica el anexo II de la Directiva 92/118/CEE del Consejo por la que se establecen las condiciones de política sanitaria y salud pública aplicables a los intercambios y a las importaciones en la Comunidad de productos no sometidos, con respecto a estas condiciones, a las normativas comunitarias específicas a que se refiere el capítulo I del anexo A de la Directiva 89/662/CEE y, por lo que se refiere a los patógenos, de la Directiva 90/425/CEE [notificada con el número C(1999) 3493] (Texto pertinente a efectos del EEE)".
- 88 CE (2000). "Decisión 2000/766/CE del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a determinadas medidas de protección contra las encefalopatías espongiformes transmisibles y la utilización de proteínas animales en la alimentación animal".
- 99 CE (1964). "Directiva 64/433/CEE del Consejo, de 26 de junio de 1964, relativa a problemas sanitarios en materia de intercambios de carne fresca".
- 111 CE (2001). "Report on Implementation of Latest BSE Control Measures in the Member States Working document",
http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/press/press104_en.html.
- 113 CE (2000). "2001/2/CE: Decisión de la Comisión, de 27 de diciembre de 2000, que modifica la Decisión 2000/418/CE por la que se reglamenta el uso de los materiales de riesgo en relación con las encefalopatías espongiformes transmisibles (Texto pertinente a efectos del EEE) [notificada con el número C(2000) 4147]".
- 114 MLC (1999). "A glossary of carcase and meat quality terms", 0 1908 677577.
- 115 CE (1993). "Directiva 93/119/CE del Consejo, de 22 de diciembre de 1993, relativa a la protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza".
- 127 MLC Economics (1999). "The Abattoir and Meat Processing Industry in Great Britain, 1999 edition", 0 904650 75 8.
- 129 McIlwaine N. (2001). "Site info.", comunicación personal.
- 132 Thy-Christensen (2001). "Data - slaughterhouses and renderers", comunicación personal.

- 134 Países nórdicos (2001). "Best Available Techniques (BAT) in Nordic Slaughterhouses".
- 136 Derden A. (2001). "info slachthuissector_1_No.s_s'houses sp._weights.xls", comunicación personal.
- 137 Leoni C. (2001). "Pig slaughterhouses in Italy", comunicación personal.
- 140 Minck F. (2001). "Fishmeal & oil production process 140601.doc", comunicación personal.
- 142 Derden A. (2001). "010622_rc-pigs_CE_14_5_011.xls, 010622_rc-cattle_CE_15_5_011.xls, 010622_rc-sheep_CE_16_5_011.xls", comunicación personal.
- 143 Skodlar M. (2001). "1_No.s_s'houses sp._weights11.xls", comunicación personal.
- 144 Det Norske Veritas (2001). "Environmental Assessment of Options for the Utilisation or Disposal of Animal By-products for UKRA".
- 145 Filstrup P. (1976). "Handbook for the meat by-products industry".
- 147 DHV (1999). "Moving bed trickling filter: Cost-effective treatment of water, air and air/water mixtures".
- 148 Finnish Environment Institute y Finnish Food and Drink Industries' Federation (2001). "The Finnish Background Report for the EC documentation of the best available techniques for slaughterhouses and installations for the disposal or recycling of animal carcasses and animal waste".
- 152 Danish Institute of Agricultural and Fisheries Economics (1999). "Centralised Biogas Plants - Integrated Energy Production, Waste Treatment and Nutrient Redistribution Facilities".
- 155 Consejo de Ministros de los países nórdicos (1997). "BAT Best Available Technology in the Fishing Industry".
- 159 CE (2001). "(Draft) Common position adopted by the Council with a view to the adoption of a Regulation of the European Parliament and of the Council laying down health rules concerning animal by-products not intended for human consumption".
- 161 Italia (2001). "Best Available Techniques Reference Document on the Slaughterhouses and Animal By-products Industry".
- 163 Miembros alemanes del Grupo de Trabajo (2001). "Best available techniques reference document on the "Slaughterhouses and animal by-products industry"".
- 164 Nottrodt A. (2001). "Guideline for Technical Requirements and General Recommendations for the disposal of Meat and Bone Meal and Tallow".
- 166 Nykänen K. (2001). "Measuring results of burning animal fat in heavy oil boiler".
- 167 Ministerio griego de medio ambiente, P. P. a. P. W., Dirección general de medio ambiente, contaminación atmosférica y control de ruidos, División de control de la contaminación industrial (2001). "Food industry IPPC study".
- 168 Sweeney L. (2001). "Personal communication", comunicación personal.

- 169 CE (1991). "Directiva 91/497/CEE del Consejo de 29 de julio de 1991 por la que se modifica y codifica la Directiva 64/433/CEE relativa a problemas sanitarios en materia de intercambios intracomunitarios de carne fresca para ampliarla a la producción y comercialización de carnes frescas".
- 170 ENDS Daily (2001). "Dutch court ruling on phosphate pollution".
- 173 CE (2001). "Reglamento (CE) n.º 999/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, por el que se establecen disposiciones para la prevención, el control y la erradicación de determinadas encefalopatías espongiformes transmisibles".
- 174 CE (1980). "Directiva 80/778/CEE del Consejo, de 15 de julio de 1980, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano".
- 176 The Composting Association (2001). "Large-scale composting - a practical manual for the UK".
- 177 EA SEPA y EHS (2001). "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Guidance for the Poultry Processing Sector (draft)", IPPC S6.11.
- 179 EA SEPA y EHS (2001). "Extracts relating to the Landspreading of Waste Food, Drink or Materials used in or resulting from the Preparation of Food or Drink taken from Environment Agency R&D Technical Report P193", Environment Agency R&D Technical Report P193.
- 180 CE (2000). "Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas".
- 182 Pontoppidan O. (2001). "Pig slaughter data".
- 183 Pontoppidan O. (2001). "Techniques to consider in the determination of BAT - slaughter".
- 184 Pontoppidan O. (2001). "Expected effects of the ongoing automation of pig slaughtering processes".
- 185 Pontoppidan O. (2001). "Cattle slaughter consumption and emission data".
- 186 Pontoppidan O. (2001). "Slaughter - water, energy and by-product info".
- 187 Pontoppidan O. (2001). "Copper and zinc from pig slaughtering".
- 188 Pontoppidan O. (2001). "Poultry slaughter consumption and emission data".
- 189 Pontoppidan O. (2001). "Example of the progress in a matter of noise at a Danish pig slaughterhouse".
- 190 EAPA (2001). "Unit operations consumption and emission data - Blood processing plants".
- 191 Woodgate S. (2001). "Feather processing: One factory processing 90 000 MT pa".
- 192 Woodgate S. (2001). "Rendering: Four factories processing total of 515 000 Mt pa".
- 193 Woodgate S. (2001). "IPPC Data MBM combustion: One factory processing 50 000 mt pa".

- 194 EURA (2000). "Rendering, thermal oxidation and gasification information".
- 195 CE (2000). "Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos".
- 196 Therma CCT (2000). "Therma CCT".
- 199 PDM Group and Wykes Engineering (Rushden) Ltd (2000). "Recovery of Energy from Waste".
- 200 Widell S. (2001). "Information about odour control at rendering, incineration and biogas production", comunicación personal.
- 201 APC Europe (2000). "A TSE risk analysis for spray-dried plasma".
- 202 APC Europe (2001). "The safety, in regard to the TSE risk, of non-ruminant blood products intended for consumption by non-ruminant farm animals".
- 206 Tritt W. P. and Schuchardt F. (1992). "Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouses in Germany - A review", Bioresource technology, pág. 235 - 245.
- 207 Linkoping Gas AB (1997). "Waste to fuel".
- 208 Croda Colloids Ltd (undated). "Bone degreasing process".
- 209 The Composting Association (undated). "A guide to in-vessel composting plus a directory of systems", 0 9532546 0 7.
- 210 Environment Agency (2001). "Technical Guidance on Composting Operations - Draft for external consultation".
- 212 Nielsen E.W. (2001). "Information about fish-meal and fish-oil", comunicación personal.
- 213 Nielsen E.W. (2001). "Fish-meal and fish-oil production - information", comunicación personal.
- 214 AVEC (2001). "Poultry slaughter information".
- 215 Durkan J. (2001). "Waste water treatment & data for cattle", comunicación personal.
- 216 Metcalf y Eddy (1991). "Wastewater engineering", 0 07 100824 - 1.
- 217 Brindle J. (2001). "Information about carcase washing in slaughterhouses", comunicación personal.
- 218 Dansk Biogas A/S (undated). "Smedester biogas plants".
- 219 Skodlar M. (2002). "Letter", comunicación personal.
- 220 APC Europe (2001). "Personal communication", comunicación personal.
- 221 Hansen P.I. (2001). "Rendering - energy data", comunicación personal.
- 222 Gordon W. (2001). "Centralised Biogas Plants, A report for the British Poultry Council".

- 223 CE (1992). "Directiva 92/116/CEE del Consejo, de 17 de diciembre de 1992, por la que se modifica y actualiza la Directiva 71/118/CEE relativa a problemas sanitarios en materia de intercambios de carne fresca de aves de corral".
- 224 Miembros alemanes del Grupo de Trabajo (2002). "Techniques to consider BAT".
- 227 ADAS (2001). "An assessment of the numbers and types of small carcass incinerators (<50kg/hour) currently in use in the UK".
- 236 ORGALIME (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 237 Italia (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 238 UECBV (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 239 Dinamarca (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 240 Países Bajos (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 241 RU (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 242 Bélgica (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 243 Clitavi - DMRI (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 244 Alemania (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 246 AVEC (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 248 Sorlini G. (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 249 GME (2002). "Description of the gelatine manufacturing process".
- 250 James R. (2002). "MBM incinerator information - Fawley UK".
- 253 Raj A. B. M. (2002). "Recent developments in humane slaughter of poultry (1998) updated to include recent commercial developments and changes to the Animal Welfare Regulations (Statutory Instrument No. 3830)", comunicación personal.
- 260 EAPA (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 262 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2002). "Promoting Cleaner Production in the Industrial Sector".

- 264 May G. E. (2001). "Personal communication", comunicación personal.
- 265 CE (2001). "Reference Document on Best Available Techniques in the Glass Manufacturing Industry".
- 266 Tauw (sin fecha). "Description of techniques for reducing emissions to air - Biotrickling".
- 267 IFFO (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 268 Ockerman H. W. and Hansen C. L. (2000). "Animal by-product processing and utilisation", 1-56676-777-6.
- 269 Miembros italianos del Grupo de Trabajo (2002). "Information from site visits", comunicación personal.
- 271 Casanellas J. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 272 Woodgate S. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 273 CE (2001). "Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins".
- 274 Pontoppidan O. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 276 Anão M. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 277 CE (1991). "Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas", Diario Oficial L 135, 30/05/1991 pág. 0040 - 0052.
- 278 CE (2002). "Reference Document on The General Principles of Monitoring".
- 279 Leoni C. (1979). "Il problema delle acque nelle industrie alimentari - aggiornamento, utilizzazione e trattamenti depurativi".
- 280 Savini F. (2002). "Heat recovery from singeing", comunicación personal.
- 281 Savini F. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 282 Palomino S. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 283 Brindle J. (2002). "Optimising blood collection", comunicación personal.
- 284 Leoni C. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 285 Brindle J. (2001). "Odour - slaughterhouses".
- 286 COTANCE (2002). "Treatment of hides and skins undertaken at slaughterhouses".
- 287 CE (2002). "Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano".
- 288 Durkan J. (2002). "Comments on first draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".

Referencias

- 289 EFPPA (2002). "Description of rendering processes".
- 291 Rodgers K. (2002). "Re-use of crate washing water".
- 292 ETSU (2000). "Running refrigeration plant efficiently - a cost effective guide for owners", Guía de buenas prácticas 279.
- 293 Smith T. (2002). "Information supplied following intermediate meeting 23rd, 24th April 2002 to discuss dedicated incineration of animal by-products".
- 294 Waste Reduction Europe Ltd (2002). "Alkaline hydrolysis at elevated temperature process".
- 295 HSE (1998). "The storage of flammable liquids in tanks".
- 296 EA (2002). "Horizontal Guidance for noise - Part 1 Regulation and permitting".
- 297 EA (2002). "Horizontal Guidance for noise - Part 2 Noise assessment and control".
- 298 Widell S. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 299 ETSU (1999). "A new refrigeration system in a small coldstore".
- 300 ETSU (1998). "Aspects of energy management - energy management guide".
- 301 Grupo de Trabajo alemán (2002). "Biomembrat process (biology utilising overpressure in conjunction with ultra-filtration)".
- 302 Jiménez Rodríguez J. J. (2002). "Use of SBR in slaughterhouse waste water treatment".
- 303 Minck F. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 304 CE (2002). "Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs".
- 305 Porteous A. (2000). "Dictionary of Environmental Science and Technology", 0-471-63470-0.
- 306 Hydrotech Water and Environmental Engineering Ltd (2001). "Englezakis Ostrich Farms Study of the Wastewater Treatment Plant".
- 307 RU (2002). "Supplementary information after first draft".
- 308 Hupkes H. (2002). "Supplementary information after first draft".
- 309 Sweeney L. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 310 Oberthur R. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 311 CEN (2001). "prEN 13725:2001 - Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry", Estándar CEN.
- 312 Grupo de Trabajo letón (2002). "Slaughterhouse ad weight data".
- 314 Viitasaari S. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 315 Bélgica (2002). "Waste water data from slaughterhouses".

- 316 May G. (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 317 Grupo de Trabajo alemán (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 318 EPEA Internationale Umweltforschung GmbH (2000). "Recycling of Nutrients in Modern Livestock Production".
- 319 Grupo de Trabajo neerlandés (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 320 Biosphere Refineries Corporation (2002). "Bio-refining technology that converts organic wastes and by-products into sterile fertilizers and soil amendments".
- 321 RenCare nv (sin fecha). "Information Booklet on the Processing of Animal Waste using a RenCare - AW2 installation".
- 322 Grupo de Trabajo finlandés (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 323 Grupo de Trabajo checo (2002). "Personal communication", comunicación personal.
- 324 Brough D. (2002). "World meat demand to rise, animal disease fears - FAO".
- 325 Smith T. (2002). "Typical air emissions from a BFB incinerator burning MBM - before and after flue gas treatment", comunicación personal.
- 326 Miembros italianos del Grupo de Trabajo (2002). "Biotechnological treatment of animal by-products in order to increase energetic valorisation".
- 327 CE (2002). "Integrated Pollution Prevention and Control Draft Reference Document on Economics and Cross-Media Effects".
- 328 CE (2003). "Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry".
- 329 CE (2003). "Reference Document on Best Available Techniques in Waste Incineration".
- 330 AWARENET (2002). "Tools for the prevention and minimisation of agro-food wastes generation in European industry", Workpackage 3 Deliverable 16.
- 331 Italia (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 332 COTANCE (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 333 Grupo de Trabajo neerlandés (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 334 Brunner C. R. (1996). "Incineration systems handbook".
- 336 BPMF (2003). "Basic requirements for bird handling and unloading".
- 341 CE (2002). "Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector".
- 342 Pontoppidan O. (2003). "Data about chilling pigs".

- 344 Brechtelsbauer P. (sin fecha). "Separation of grease, floating and settling material in the food industry".
- 345 GME (2003). "Waste water treatment discharge limits - gelatine".
- 346 Miembros belgas del Grupo de Trabajo (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 347 Miembros alemanes del Grupo de Trabajo (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF" and associated e-mails".
- 348 Miembros austriacos del Grupo de Trabajo (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 349 Miembros del Grupo de Trabajo de la GME (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 350 EFPPA (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 351 Miembros británicos del Grupo de Trabajo (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 352 CE (1999). "Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos".
- 353 Clitravi - DMRI (2003). "Comments on second draft of the "Slaughterhouses and animal by-products BREF"".
- 354 Grupo de Trabajo alemán (2003). "Applied processes and techniques and Current consumption and emission levels information".
- 355 AVEC (2003). "Personal communication".
- 356 CE (2003). "Reglamento (CE) n.º 808/2003 de la Comisión, de 12 de mayo de 2003, por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano (Texto pertinente a efectos del EEE)".
- 357 CE (2001). "Directiva 2001/89/CE del Consejo, de 23 de octubre de 2001, relativa a medidas comunitarias de lucha contra la peste porcina clásica (Texto pertinente a efectos del EEE)".
- 358 CE (1985). "Directiva 85/511/CEE del Consejo, de 18 de noviembre de 1985, por la que se establecen medidas comunitarias de lucha contra la fiebre aftosa".
- 359 CE (2002). "Directiva 2002/60/CE del Consejo, de 27 de junio de 2002, por la que se establecen disposiciones específicas de lucha contra la peste porcina africana y se modifica, en lo que se refiere a la enfermedad de Teschen y a la peste porcina africana, la Directiva 92/119/CEE".
- 360 Miembros alemanes del Grupo de Trabajo (2003). "Binary ice cooling".
- 361 Pontoppidan O. (2003). "Binary ice cooling", comunicación personal.

9 GLOSARIO

1. TÉRMINOS GENERALES, ABREVIACIONES, ACRÓNIMOS Y SUSTANCIAS

Ácido	Donador de protones. Una sustancia que, de forma más o menos directa, dona iones de hidrógeno en una solución acuosa.
Aireación	Proceso de mezclar un líquido con aire (oxígeno).
Álcali	Aceptador de protones. Una sustancia que, de forma más o menos directa, capta iones de hidrógeno en una solución acuosa.
Anaeróbico	Proceso biológico que tiene lugar en ausencia de oxígeno.
AOX	Compuestos halógenos orgánicos adsorbibles. Concentración total, en miligramos por litro y expresada como cloro, de todos los compuestos halógenos (excepto flúor) presentes en una muestra de agua capaces de ser adsorbidos en carbono activado.
Aturdido	Métodos para insensibilizar el animal dejándolo inconsciente en la matanza [114, MLC, 1999].
Biocenosis	Asociación de diferentes organismos que forman una comunidad integrada; relaciones existentes entre estos organismos.
Biodegradable	Que se puede descomponer física y/o químicamente mediante microorganismos. Por ejemplo, muchos productos químicos, restos de alimentos, el algodón, la lana y el papel son biodegradables.
Bovino	Como un buey o parecido.
BT	Secador de baja temperatura; secador al vacío.
BVAP	Bajo volumen a alta presión.
Caprino	Como una cabra o parecido.
Canal entera vendible y limpia	(A la espera de definición; véase la sección sobre mataderos en “información general” del BREF).
Carne PSE	Carne pálida, suave y exudativa.
Categoría 1	Véase la definición en el “Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano”, artículo 4.
Categoría 2	Véase la definición en el “Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano”, artículo 5.
Categoría 3	Véase la definición en el “Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano”, artículo 6.
CEA	Consumo específico de agua: volumen de agua usado para procesar una tonelada de carne.
CEC	Consumo específico de combustible de calefacción.
CEE	Consumo específico de electricidad.
CEN	Comité Europeo de Estandarización.
Cerdas	Pelos [114, MLC, 1999].
CGI	Contenedor a granel intermedio.
Chamuscado	Quemado de las cerdas de las canales de cerdos [114, MLC, 1999].
Cons.	Consumo.
Contaminante	Sustancia o grupo de sustancias que pueden dañar o afectar al medio ambiente.
Cortes estándar	Canales, medias canales, medias canales cortadas en no más de tres cortes de venta al por mayor y cuartos.
COV	Compuesto orgánico volátil.
Cuchillo hueco	Cuchillo utilizado para sangrar las canales, con una hoja hueca a través de la cual la sangre pasa por el mango y un tubo hasta llegar a un recipiente de recogida.
CVE	Condensado de vapores de escape.
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno: cantidad de oxígeno disuelto que

	necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica. La unidad de medida es mg O ₂ /l. En Europa la DBO se suele medir después de 3 (BOD ₃), 5 (BOD ₅) o 7 (BOD ₇) días.
DCR	Deshidratación del calor residual.
DEFRA	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales para Inglaterra y Gales (<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs for England and Wales</i>).
DEM	Marco alemán.
Densidad relativa	Gravedad específica.
Descabello	Matanza o inmovilización del animal mediante un corte en la médula espinal, realizado introduciendo una barra de nailon a través del agujero practicado por el perno cautivo.
Descarnado	Eliminación del tejido subcutáneo, la grasa y la carne adherida a las pieles o cueros, manualmente o por la acción mecánica de un cilindro equipado con cuchillas.
Desnitrificación	Proceso biológico mediante el cual se convierte el nitrógeno y otros productos finales gaseosos.
DFC	Dinámica de fluidos computerizada.
(Ia) Directiva	Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Directiva IPPC).
Directiva WID 2000/76/CE	Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.
DKK	Corona danesa.
DQO	Demanda química de oxígeno: cantidad de dicromato potásico, expresado como oxígeno, necesario para oxidar químicamente a unos 150 °C sustancias contenidas en aguas residuales.
EA	Agencia ambiental de Inglaterra y Gales (<i>Environment Agency of England and Wales</i>).
EAPA	Asociación Europea de Proteína Animal (<i>European Animal Protein Association</i>).
ECJ	Enfermedad de Creutzfeld-Jacob.
EDAR	Estación depuradora de aguas residuales.
EDTA	Ácido etilendiaminotetracético.
EE. UU.	Estados Unidos.
EEB	Encefalopatía espongiforme bovina.
EET	Encefalopatía espongiforme transmisible.
Efectos cruzados	Cálculo de impactos ambientales de emisiones al agua/aire/suelo, uso de energía, consumo de materia prima, ruidos y extracción de agua (es decir, todo lo requerido por la Directiva IPPC).
Efluente	Fluido físico (aire o agua junto con contaminantes) que forma una emisión.
EIPPCB	Oficina Europea IPPC.
EM	Estado miembro.
EM / EMAPI	Espectrometría de masas / espectrometría de masas de acoplada de plasma inducido.
Emis.	Emisión.
Emisión	La liberación a la atmósfera, al agua o al suelo, directa o indirecta, de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de fuentes individuales o difusas en la instalación.
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>).
Escaldado	Inmersión de las canales de cerdos o aves en un tanque de agua a 60 °C durante unos 5 minutos o bien su desplazamiento a través de vapor o pulverizadores de agua caliente, para ablandar la piel y las cerdas o las plumas, como preparación para el depilado y

	despezuñado o desplumado.
ESS	Esquema de selección selectivo.
Establo	Área de un matadero en que se mantienen los animales antes de la matanza.
EUR / €	Euro (divisa).
EURA	Asociación Europea de Aprovechadores, fusionada con UNEGA en 2001 para formar la EFPRA (<i>European Renderers Association</i>).
Eutrofización	La contaminación de una masa de agua por aguas residuales, fertilizantes procedentes del suelo y residuos industriales (fosfatos y nitratos inorgánicos). Estos compuestos estimulan el crecimiento de algas, lo que reduce el contenido de oxígeno en el agua y provoca la muerte de animales con altas necesidades de oxígeno.
Evisceración	Eliminación de las vísceras de la canal [114, MLC, 1999].
FAD	Flotación por aire disuelto.
FAO / OAA	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FFA	Ácidos grasos libres (<i>free fatty acids</i>).
FGLM	Filtro de goteo de lecho móvil.
FOG	Gasas y aceites (<i>fats, oils and greases</i>).
GBP	Libra esterlina.
GLP	Gas licuado de petróleo.
Sebo	Producto sólido de la fundición de grasa.
Grax	Fase sólida intermedia, con un alto contenido de agua, producida durante el aprovechamiento y fabricación de harina de pescado.
Grupo de Trabajo	Grupo Técnico de Trabajo, creado para la duración de la tareas de preparación del BREF.
Harina animal	Véase “proteínas animales procesadas”.
HCFC	Hidroclorofluorocarbono.
HCH	Harina de carne y huesos: una harina animal producida a partir de carne y huesos; véase “proteínas animales procesadas”.
Instalación existente	Una instalación en funcionamiento o, según la legislación existente antes de la entrada en vigor de esta Directiva, una instalación autorizada o, de acuerdo a la autoridad competente, sujeto de una petición completa de autorización, a condición de que la instalación no entre en funcionamiento más de un año después de la fecha de entrada en vigor de esta Directiva.
Intestino	Parte inferior del conducto digestivo, desde el píloro hasta el ano.
IPPC	Control y Prevención Integradas de la Contaminación.
l. d.	Límite de detección.
LAS	Alquilbencenos sulfonados lineales.
LECA	Agregado de arcilla ligera expandida.
LFB	Lecho fluidificado de burbujas.
LIS	Limpieza <i>in situ</i> .
Maduración	Mantenimiento de las canales o cortes estándar a temperaturas de refrigeración (0 - 4 °C) para mejorar la calidad de los alimentos [114, MLC, 1999].
MAFF	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Reino Unido, actualmente DEFRA (<i>Ministry of Agriculture Fisheries and Food</i>).
Menudos	Tejidos blandos comestibles o no comestibles (es decir, sin los huesos) de una canal eliminados durante la preparación de la canal de un animal sacrificado para alimento. Los menudos verdes son el conducto digestivo y órganos asociados; los menudos rojos son los más consumidos habitualmente, como el riñón, el hígado y el corazón [114, MLC, 1999].
MER	Material especificado de riesgo.
Mesa de faenado	Tabla libre o unida a la máquina de depilado. Es una tabla

	básicamente rígida con un desagüe diseñada para recibir la canal tras pasar por la máquina de depilado y permitir a los operarios cortar una parte de la pierna del cerdo e insertar el camal, antes de levantar la canal en la línea de preparación.
Mesofílico	Organismos cuya temperatura óptima de crecimiento está entre 20 y 45 °C.
min	Minuto(s).
MLC	Comisión de carne y ganado (<i>Meat and Livestock Commission</i>).
MS	Materia seca (contenido). Masa de material que queda tras el secado por método estándar de prueba.
n. a.	No aplicable.
n. d.	No detectable.
Nitrificación	Proceso biológico mediante el cual el amoníaco se convierte en nitrito y luego en nitrato.
Nitrógeno (amoniacal)	Nitrógeno presente como amoníaco e iones amonio en efluentes líquidos.
Nitrógeno (Kjeldahl)	Nitrógeno amoniacal y nitrógeno en un compuesto orgánico.
Nitrógeno (total)	Nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato.
Nitrógeno amoniacal	Nitrógeno presente como amoníaco e iones amonio en efluentes líquidos.
Nitrógeno Kjeldahl	Nitrógeno en un compuesto orgánico.
Nitrógeno total	Consiste básicamente en amoníaco, nitrato y formas orgánicas de nitrógeno.
NKT	Nitrógeno Kjeldahl total.
NLG	Florín neerlandés.
NOK	Corona noruega.
NPE	Etoxilato de nonilfenol.
NT	Nitrógeno total.
NTA	Ácido nitrilo-triacético.
NVT	Nitrógeno volátil total.
Titular	Cualquier persona física o jurídica que opera o controla la instalación o, cuando está contemplado por la legislación nacional, en quien se delega el poder de decisión económico del funcionamiento técnico de la instalación.
OTMS	Esquema superior a treinta meses (<i>Over Thirty Months Scheme</i>).
Ovino	Como una oveja o similar.
PAC	País en fase de preadhesión.
PLC	Control de lógica programable (<i>programmable logic control</i>).
Preparación	Proceso de eliminar diversas partes del cuerpo de un animal tras la matanza.
Prión	Hipotética partícula infecciosa proteínica que sólo está formada por proteína y que se cree que es la causa de enfermedades como la EET y la tembladera ovina.
Proceso con fango activado	Proceso de tratamiento de residuos en el cual se circulan continuamente bacterias que se alimentan de residuos orgánicos y se ponen en contacto con residuos orgánicos en presencia de oxígeno para aumentar la velocidad de descomposición.
Productos bioquímicos	Productos químicos de origen natural o idénticos a las naturales. Ejemplos son las hormonas, las feromonas y las enzimas. Los productos bioquímicos actúan como pesticidas mediante modos de acción no tóxicos y no letales, como alterar los patrones de apareamiento de los insectos, regular el crecimiento o actuar como repelentes.
Proteínas animales procesadas	Harina de carne y huesos, harina de carne, harina de huesos, harina de sangre, plasma deshidratado y otros productos sanguíneos, proteínas hidrolizadas, harina de pezuñas, harina de cuernos, harina de menudos de aves, sebo desecado, harina de pescado, fosfato

	dicálcico, gelatina y otros productos similares incluyendo mezclas, piensos, aditivos alimentarios y premezclas que contengan estos productos (según la Decisión del Consejo 2000/766/CE, de 4 de diciembre de 2000, sobre determinadas medidas de protección respecto a las encefalopatías espongiformes transmisibles y los piensos con proteínas animales [88, CE, 2000]).
PVC	Cloruro de polivinilo.
RCS	Reducción catalítica selectiva.
Reglamento ABP 1774/2002/CE	Reglamento (CE) n.º 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano.
RGC	Reducción de gases de combustión.
RLS	Reactor por lotes secuencial.
RNCS	Reducción no-catalítica selectiva.
RU	Reino Unido.
RVLC	Ritmo volumétrico de liberación de calor.
S y O	Supervisión y objetivos.
Sebo	Grasa animal separada de las fracciones sólida (proteína / harina) y acuosa del tejido animal, mediante el aprovechamiento (el término se suele aplicar a grasa que no es comestible o no se destina al consumo humano).
SEK	Corona sueca.
Solípodo	Animal de pezuña.
SS	Sólidos en suspensión, en agua; véase también SST.
SST	Sólidos en suspensión totales, en agua; véase también SS.
SSVLM	Sólidos en suspensión volátiles del líquido de mezcla.
Supervisión (<i>monitoring</i>)	Proceso empleado para evaluar o determinar el valor actual de las variaciones de una emisión u otro parámetro, basado en procedimientos de supervisión, inspección, muestreo o mediciones sistemáticos, periódicos o locales o en otros métodos de evaluación, con el fin de proporcionar información sobre cantidades emitidas o tendencias en la emisión de contaminantes.
Técnica de fin de línea	Técnica que reduce las emisiones o consumos finales mediante algún proceso adicional pero no cambia el funcionamiento básico del proceso. Sinónimos: "técnica secundaria", "técnica de reducción"; antónimos: "técnica integrada en el proceso", "técnica primaria" (técnica que cambia de alguna forma el funcionamiento del proceso básico y reduce las emisiones o consumos).
Técnicas emergentes	Nombre de un capítulo estándar de los BREF.
Termia	Unidad de energía equivalente a 106 MJ.
TMA	Trimetilamina.
TRH	Tiempo de retención hidráulica, en días: volumen del reactor (m ³)/caudal influente (m ³ /d).
Tripas	Contenido estomacal.
Tripas de embutido	Capa externa de productos cárnicos como las salchichas, es decir, la piel de una salchicha, producida a partir de los intestinos [114, MLC, 1999].
UKRA	Asociación de aprovechadores del Reino Unido (<i>United Kingdom Renderers Association</i>).
UNEGA	Asociación Europea de Procesadores de Grasas Animales, fusionada con EURA en 2001 para formar EFPRA (<i>European Animal Fat Processors Association</i>).
Unidad de olor	No se ha acordado una definición consistente para unidad de olor, de forma que los datos se presentan tal como se recibieron.
UO	Unidad de olor.

USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (<i>United States Department of Agriculture</i>).
Valores límites de emisión	Masa, expresada en términos de determinados parámetros específicos, concentración y/o nivel de una emisión que no debe superarse durante uno o más períodos de tiempo.
Visceras	Menudos procedentes de las cavidades torácica, abdominal y pélvica, incluyendo la tráquea y el esófago (grandes animales) [169, CE, 1991] o de las cavidades torácica, abdominal y pélvica y, en algunos casos, la tráquea, el esófago y el buche (aves) [223, CE, 1992].
VLE	Valor límite de emisión.
VTEC	<i>Escherichia coli</i> productora de verocitotoxina.

2. UNIDADES Y SÍMBOLOS HABITUALES

a	año
bar	bar (1.013 bar = 1 atm)
cm	centímetro
d	día
GJ	gigajoule
Bé / °B	grado Baumé, unidad de densidad relativa. Para líquidos menos densos que el agua, la densidad relativa d en °B está relacionada con la densidad relativa S por la fórmula $d = (144,3/S) - 144,3$ y para líquidos más densos por la fórmula $d = 144,3 - (144,3/S)$
°C	grado Celsius
g	gramo
Hz	hertz
h	hora
J	joule
kg	kilogramo (1 kg = 1.000 g)
kPa	kilopascal
kWh	kilovatio hora (1 kWh = 3.600 kJ = 3,6 MJ)
l	litro
MJ	megajoule (1 MJ = 1.000 kJ = 10 ⁶ J)
MPa	megapascal
m	metro
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
Nm ³	metro cúbico normal
µm	micrometro (1 µm = 10 ⁻⁶ m)
mg	miligramo (1 mg = 10 ⁻³ gramos)
ng	nanogramo (1 ng = 10 ⁻⁹ gramos)
N	normalidad de una solución: equivalentes gramo de soluto por decímetro cúbico (véase el contexto – listo para la versión final)
Pa	pascal
s	segundo
th	termia: unidad de energía equivalente a 10 ⁶ MJ
t	tonelada
t/a	toneladas por año
t/d	toneladas por día
UO	unidad de olor

3. LISTA DE ELEMENTOS Y COMPUESTOS QUÍMICOS

Al	Aluminio
As	Arsénico
Ba	Bario
C	Carbono
Ca	Calcio
CaCl ₂	Cloruro de calcio
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Fosfato de calcio
Ca ₃ (PO ₄) ₂	Fosfato tricálcico
CaCO ₃	Carbonato cálcico
Cd	Cadmio
CH ₄	Metano
Cl	Cloro
Co	Cobalto
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
Cr	Cromo
Cu	Cobre
F	Flúor
FeCl ₂	Cloruro de hierro II (cloruro ferroso)
HCl	Ácido clorhídrico (cloruro de hidrógeno)
H ₂ CO ₃	Ácido carbónico
Hg	Mercurio
H ₂ O	Agua
H ₂ S	Sulfuro de hidrógeno
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
K	Potasio
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
N	Nitrógeno (véase contexto – listo para la versión final)
Na	Sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
NH ₃	Amoníaco
Ni	Níquel
NO _x	Óxidos de nitrógeno
NO ₂	Dióxido de nitrógeno
N ₂ O	Óxido nitroso
O	Oxígeno
P	Fósforo
Pb	Plomo
Si	Silicio
S	Azufre
SO ₂	Dióxido de azufre
Tl	Talio
V	Vanadio
Zn	Cinc

10 ANEXOS

10.1 Protocolo de supervisión. Métodos y frecuencia de análisis de partículas y ceniza (para análisis de contenido de carbono, nitrógeno y aminoácidos)

[6, EA, 1997; 82, EA, 1998]

Este protocolo de la Agencia Ambiental de Inglaterra y Gales se reproduce aquí como consideración para técnica de supervisión; véase la sección 4.3.8.25.

PROCESOS SUJETOS A CONTROL INTEGRADO DE LA CONTAMINACIÓN. INCINERACIÓN DE RESTOS ANIMALES, INCLUYENDO HARINA DE CARNE Y HUESOS (HCH)

PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN. MÉTODOS DE PRUEBA DE CENIZAS Y PARTÍCULAS (PARA ANÁLISIS DE CARBONO, NITRÓGENO Y AMINOÁCIDOS)

Introducción

Este protocolo se ha elaborado para proporcionar una guía adicional a los inspectores para la supervisión de niveles de carbono, nitrógeno y aminoácidos en los residuos procedentes de emplazamientos autorizados a incinerar restos animales. Debe leerse junto con (65, EA, 1997) y (6, EA, 1997) y las guías previas sobre muestreo representativo de cenizas, tal como se describe al final de este protocolo. En el caso de incineración de HCH los documentos relevantes son *S2.1.05 sobre combustión de combustible fabricado a partir de o formado por residuos sólidos en aparatos de 3 MW(th)* (64, EA, 1995) y (82, EA, 1998).

El estudio de valoración de riesgos del regulador ha mostrado que los riesgos del quemado de restos animales que siguen estando presentes en los incineradores son insignificantes. Los requisitos presentes en este protocolo son para asegurar que los incineradores se operen según estándares aceptables. Los datos generados permitirán al regulador revisar la frecuencia de supervisión y los límites de autorización emplazamiento por emplazamiento.

El protocolo es aplicable a todas las plantas nuevas y a otras instalaciones existentes que quemen material sospechoso de EEB o ganado bovino procedente del OTMS.

Protocolo

El muestreo de cenizas debe realizarse como se detalla a continuación durante la puesta en marcha de todos los procesos de combustión, tan pronto como la planta haya alcanzado un estado de funcionamiento estacionario y posteriormente al período de puesta en funcionamiento según lo que se describe a continuación. La nota de ampliación ofrece guías sobre los ensayos de puesta en funcionamiento a realizar.

(1) Muestreo inicial:

Muestras diarias y por duplicado (mínimo 7 conjuntos por duplicado) de ceniza del incinerador o del fondo (ceniza gruesa): Estas muestras debe recogerlas el titular con el personal regulador como observador (el inspector del emplazamiento, el funcionario de enlace de supervisión u otra persona designada para tal fin) y deben analizar su contenido de nitrógeno total y de carbono total, para valorar la combustión. El regulador debe repetir el análisis de uno de los conjuntos de muestras por duplicado. El método preferido de análisis de estas muestras es con un analizador elemental de CHN, aunque se pueden acordar otros métodos equivalentes con el inspector, emplazamiento por emplazamiento (véase la nota a) más adelante). El inspector debe asegurarse que el titular nombre contratistas de calidad, adecuadamente acreditados para llevar a cabo el muestreo y el análisis necesario.

El regulador debe tomar en consideración los dos conjuntos de muestras por duplicado con el contenido de nitrógeno y carbono más alto para un análisis de aminoácidos (véase la nota b) más adelante).

3 muestras por duplicado de la ceniza del filtro de mangas u otro equipo de reducción (ceniza fina): El titular recogerá las muestras, con el personal regulador como observador (el inspector del emplazamiento, el funcionario de enlace de supervisión u otra persona designada para tal fin). El titular (o su contratista) también analizará el contenido de nitrógeno y carbono totales de las muestras. El regulador tomará una parte de la muestra para el análisis de aminoácidos.

3 muestras de partículas de humos: Estas muestras debe recogerlas el titular, con el personal regulador como observador, al menos una parte del tiempo (el inspector del emplazamiento, el funcionario de enlace de supervisión u otra persona designada para tal fin). La recogida de muestras se debe extender por un período de hasta 10 horas para obtener suficiente material de análisis. En las muestras debe analizarse el contenido de nitrógeno total, carbono total y aminoácidos (véase la nota c) más adelante). Si no se ha recogido suficiente material (véanse notas a) y (b)) tras 10 horas de muestreo, se deberá asumir que los resultados del filtro de mangas son representativos de las muestras de partículas.

Al menos uno de los conjuntos de muestras de partículas y conjuntos por duplicado de muestras de ceniza fina debe recogerse en condiciones “normales” de producción de la planta (acordadas con el inspector emplazamiento por emplazamiento). Uno de los conjuntos restantes debe recogerse durante momentos de producción máxima (según lo acordado con el inspector). Debe asegurarse que las muestra de ceniza recogidas sean representativas de la tasa de carga especificada. El inspector del emplazamiento debe asegurar que no haya más de un cambio de tasa de carga en cualquier día del período de puesta en funcionamiento.

Todas las muestras deben recogerse a la velocidad de incineración propuesta inicialmente por el titular. Si no se consiguen los niveles de acción detallados más adelante, deberá corregirse el tiempo de incineración y repetirse el muestreo tal como se ha especificado.

El muestreo a este nivel deberá proseguir en semanas subsiguientes hasta que se disponga de los resultados del análisis y se pueda realizar una valoración de los datos. Ésta no debe realizarse sobre menos datos que los recogidos en una semana tal como se ha especificado.

(2) Los niveles de acción propuestos para estas muestras son:

1% de carbono total

5 mg/100 g de muestra de proteínas totales (extracto acuoso); véase nota d).

Ambos niveles deben ser alcanzables en todas las muestras, aunque el nivel de carbono sólo se incluye como referencia. La frecuencia de muestreo se determinará según los niveles de proteínas hallados en las muestras recogidas como parte de este protocolo.

Si los resultados de las muestras de ceniza fina y gruesa recogidas en (1) son menores a los niveles especificados para proteínas totales, la frecuencia de muestreo puede reducirse a 1 muestra por duplicado de ceniza fina y una muestra por duplicado de ceniza gruesa por semana, para que el titular analice el contenido de nitrógeno y carbono totales. El personal regulador tomará una parte de la muestra para el análisis de aminoácidos. Si cualquiera de las muestras supera estos niveles, la frecuencia de muestreo deberá volver a la especificada en (1) hasta que se alcancen los niveles.

(3) Si se cumplen los criterios para proteínas totales de (2) en todas las muestras durante 4 semanas consecutivas, la frecuencia de muestreo se puede reducir a 1 muestra de ceniza fina y 1 de ceniza gruesa por mes, para análisis de carbono, nitrógeno y aminoácidos, como en el caso anterior.

(4) Si se cumplen los criterios para proteínas totales en todas las muestras tras un período de 6 meses consecutivos, la frecuencia de muestreo se puede reducir a 1 muestra de ceniza fina y 1 de ceniza gruesa por trimestre, para análisis de carbono, nitrógeno y aminoácidos, como en el caso anterior.

(5) Si en cualquier momento, las muestras superan los niveles de acción para proteínas totales de (2), o si el inspector del emplazamiento los considera necesario, la frecuencia de muestreo debe volver a la de la etapa previa.

(6) **Muestras de partículas de humos:** Con las emisiones reducidas puede resultar difícil recoger suficiente material particulado para su análisis. Allí donde sea posible deberá recogerse una muestra por duplicado adicional 3 meses antes de la inicial en (1). Posteriormente, el muestreo deberá tener un carácter anual para el análisis de carbono, nitrógeno y aminoácidos del material particulado.

La frecuencia mínima de muestreo será trimestral para la ceniza fina y gruesa, y anual para partículas, para análisis del contenido de carbono y nitrógeno totales y de aminoácidos.

La responsabilidad de recogida de muestras y de analizar las cenizas para carbono y nitrógeno recae sobre el titular, y esto debe quedar claramente establecido en la autorización. El regulador realizará un programa de comprobación independiente en aproximadamente el 10% de las muestras, recogiendo una parte de ellas (recogidas previamente por el titular) y analizando su contenido de carbono y nitrógeno totales mediante análisis elemental. El inspector del emplazamiento deberá asegurar que las muestras independientes se recojan con prontitud, de forma que los problemas se puedan identificar lo antes posible. Si en cualquier momento se cambia el muestreo del titular y/o el contratista para los análisis, el regulador deberá volver a comprobar la exactitud de los nuevos resultados con pruebas independientes adicionales. Los inspectores del emplazamiento deberán asegurar que los operarios les avisan de cualquier cambio de este tipo.

La política de precios del regulador se aplicará a todas las muestras independientes por las que se tarife al titular. Los costes aproximados para las muestras del regulador son, actualmente:

21,60 GBP por muestra para contenido de carbono y nitrógeno totales;
100,00 GBP por muestra para contenido de aminoácidos.

Para toda supervisión de operadores (incluyendo cualquier parámetro), el regulador exige avisar con 2 semanas de antelación la fecha o fechas propuestas, de manera que las tareas puedan ser observadas por el personal regulador como y cuando los consideren apropiado.

Notas

a) Idealmente se necesitan 10 g (peso en seco) de muestra para análisis de carbono y nitrógeno mediante análisis elemental.

b) Se necesita 1 – 2 g (peso en seco) de muestra para el análisis de aminoácidos. El titular debe triturar las muestras y envasarlas de forma segura en contenedores de plástico (o en una bolsa de plástico) y etiquetarlas claramente con el nombre del emplazamiento, número de incinerador (si es aplicable) y la fecha de recogida de la muestra. Las muestras deben enviarse a un funcionario de enlace especificado. A continuación se reenviarán semanalmente al laboratorio contratado para su análisis. Las muestras deben estar en manos del funcionario de enlace a mediodía del jueves cada semana para enviarlas al laboratorio.

c) Las muestras de partículas, una vez recogidas, deben dividirse en dos partes, cada una claramente etiquetada con el nombre del emplazamiento, número de incinerador (si es aplicable) y la fecha de recogida de la muestra. Una parte se enviará al funcionario de enlace especificado (como en el caso anterior); la otra se enviará a un laboratorio para análisis de carbono y nitrógeno totales.

d) Para valorar la combustión son necesarios datos de nitrógeno y carbono. El límite propuesto actualmente para su inclusión en las autorizaciones es de 100 mg/kg de proteína en cenizas, calculado a partir de análisis de aminoácidos.

Etapas	Tipo de muestra	Número de muestras	Recogida por	Analizada por	Requisitos de análisis	Notas
1 (muestreo inicial)	Incinerador/ceniza del fondo (ceniza gruesa)	7 muestras por duplicado (diarias)	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	El regulador repite el análisis de 1 de los conjuntos de muestras duplicadas
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de los 2 conjuntos de muestras duplicadas con los resultados más altos de carbono y nitrógeno
	Ceniza del filtro de mangas (ceniza fina)	3 muestras por duplicado	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
	Muestras de partículas en humo	3 muestras individuales	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
2 Si cualquiera de las muestras los niveles de acción para proteínas totales (véase 2) en pág. 15) o el inspector lo considera necesario, la frecuencia de muestreo deberá volver a la de la etapa anterior.	Incinerador/ceniza del fondo (ceniza gruesa)	1 muestra duplicada por semana durante 4 semanas	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
	Ceniza del filtro de mangas (ceniza fina)	1 muestra duplicada por semana durante 4 semanas	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos

Etapas	Tipo de muestra	Número de muestras	Recogida por	Analizada por	Requisitos de análisis	Notas
3 Si cualquiera de las muestras los niveles de acción para proteínas totales (véase 2) en pág. 15) o el inspector lo considera necesario, la frecuencia de muestreo deberá volver a la de la etapa anterior.	Incinerador/ceniza del fondo (ceniza gruesa)	1 muestra duplicada por mes durante 6 meses	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
	Ceniza del filtro de mangas (ceniza fina)	1 muestra duplicada por mes durante 6 meses	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
4 Si cualquiera de las muestras los niveles de acción para proteínas totales (véase 2) en pág. 15) o el inspector lo considera necesario, la frecuencia de muestreo deberá volver a la de la etapa anterior.	Incinerador/ceniza del fondo (ceniza gruesa)	1 muestra duplicada por trimestre	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
	Ceniza del filtro de mangas (ceniza fina)	1 muestra duplicada por trimestre	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos
6?	Muestras de partículas en humo	1 muestra 3 meses después de la prueba inicial (de la etapa 1); luego muestras anuales	Titular	Titular	Carbono y nitrógeno totales	
				Regulador	Contenido de aminoácidos	El regulador analiza una parte de cada muestra por duplicado para contenido de aminoácidos

REGULADOR - GRUPO DE ENSAYOS EN BOVINOS

NOTAS SOBRE MUESTREO DE CENIZAS

Introducción

El propósito de estas directrices es asegurar que:

- i) las muestras de ceniza se recojan de forma razonablemente consistente durante los ensayos de incineración de material bovino o durante la puesta en funcionamiento de una planta;
- ii) se obtienen muestras representativas de ceniza dentro de lo que sea razonablemente posible, minimizando el sesgo en el muestreo;
- iii) los requisitos de preparación de las muestras minimicen la preparación y manipulación de las mismas por el personal del laboratorio.

No están necesariamente ideadas para su uso durante el funcionamiento pleno de la planta y pueden no ser adecuadas para determinados tipos de incineradores continuos. Sin embargo, los principios generales presentados aquí siguen siendo válidos.

Las directrices presentadas a continuación siguen los métodos de British Standard siempre que es posible; cuando la adhesión estricta a los métodos estándar no es factible se ofrecen directrices alternativas. Se recomienda que cualquier desviación respecto a estas directrices, por parte del titular del proceso, se acuerde con los inspectores de regulación antes de iniciar el muestreo. La intención es que este método sea utilizado por los operarios o por cualquier otra persona que tome muestras en nombre del regulador.

Se prevé que los titulares del incinerador (o central eléctrica) recojan las muestras bajo la observación de los inspectores de regulación, al menos en las primeras muestras recogidas y, posteriormente, de forma regular (sin aviso previo).

Método

1) Siempre que sea posible, muestras sucesivas de ceniza deberían representar un intervalo temporal similar; por ejemplo, 24 horas de incineración con muestras recogidas diariamente (esto puede variar según los detalles en la autorización). Para recoger las cenizas de cada muestra sucesiva es preferible un contenedor vacío (u otro colector de cenizas primario). Cuanto más pequeña sea la cantidad de ceniza presente, más fácil será recoger una muestra representativa. Según el proceso de recogida, las muestras no deberían superar un período de incineración de 24 horas.

2) BS3316, sección 4 (4.2) especifica un método para la recogida de muestras representativas:

2.1 - Medir la masa del residuo retirado del incinerador y vaciarlo sobre una superficie limpia y horizontal. Esparcir el residuo y retirar todos los objetos de vidrio, metálicos y grandes; estos materiales pueden desechar.

2.2 - Recoger y mezclar el residuo restante en un montón en forma de cono usando una pala y chafar el cono hasta que su altura no supere los 100 mm.

2.3 - Colocar 20 paladas, recogidas en diferentes partes del montón, con un peso no inferior a 0,2 kg cada una, en un contenedor estanco y llevarlas al laboratorio (el resto del montón se puede desechar).

2.4 - En el laboratorio triturar la muestra a un tamaño de partícula inferior a 1 mm en un 99%.

2.5 - Dividir la muestra con un dispositivo de división de muestras (véase la sección 5 de BS1017: parte 1: 1989) hasta que quede una muestra final de $1,0 \pm 0,1$. Colocar esta muestra en un contenedor estanco y enviarla al laboratorio para su análisis.

NOTAS:

Siempre que sea posible, los agregados grandes de cenizas deben reducirse a dimensiones adecuadas para la recogida de muestras mediante una pala.

Las 20 paladas deben recogerse en puntos igualmente espaciados del montón.

El contenedor estanco debe estar claramente etiquetado con el nombre del emplazamiento, hora y fecha de recogida de la muestra, número de contenedor (si es aprobado), nombre de la persona que toma la muestra y una descripción breve de la misma.

Este método requiere una balanza adecuada, una pala (con una capacidad de al menos 0,2 kg), un dispositivo de trituración y un dispositivo de división de muestras (véase la sección 5 de BS1017: parte 1: 1989).

En 2.4, “laboratorio” significa un laboratorio en el emplazamiento siempre que sea posible. Si no se dispone de instalaciones cualquier proceso de trituración deberá llevarse a cabo en el laboratorio de análisis (que luego realizará el análisis).

3) La recogida de muestras por duplicado debe realizarse para asegurar unos resultados más representativos. Las dos muestras deben recogerse simultáneamente, con incrementos alternos tomados de cada muestra (es decir, se tomarán un total de 40 incrementos del montón de ceniza). Los análisis se realizarán sobre cada duplicado y se informará del valor medio resultante.

4) Si en el emplazamiento no hay espacio suficiente para esparcir la ceniza según el método estándar, la muestra deberá recogerse cuando aún está en el contenedor. Siempre que sea posible, los agregados grandes de cenizas deben reducirse a dimensiones adecuadas mediante una pala. Los incrementos se tomarán de puntos igualmente espaciados en el contenedor, incluidos los cercanos a los costados. El número de incrementos necesarios se aumentará a 35 (ya que es más difícil obtener una muestra representativa). Los incrementos se pueden recoger con una pala o con una barrena (como se muestra en las figuras 16 y 17 de BS1017: parte 1: 1989). La mitad de los incrementos deberán recogerse del fondo del montón de ceniza, al menos 0,3 m por debajo de la superficie (o a mitad de profundidad, según cual sea la profundidad más pequeña) y tomando el incremento del fondo del agujero con una pala. Se puede utilizar una barrena para perforar la ceniza y la última parte obtenida por la barrena formará el incremento. Una vez recogidos todos los incrementos, las muestras por duplicado se tratan como se ha descrito en 2.4 y 2.5.

5) Si no se dispone de un dispositivo de división de muestras, la muestra debe submuestrearse con una pala más pequeña, utilizando los mismos principios (y recogiendo el mismo número de incrementos) que los descritos en la sección 2, para obtener 1 kg de muestra necesario para el análisis.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO