

# ***LISTADO DE MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN GANADO BOVINO***



**Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación**



**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. CRITERIO DE ELABORACIÓN.....	4
3. AMBITO DE APLICACIÓN.....	5
4. DEFINICIONES.....	6
5. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES A APLICAR EN EL SECTOR BOVINO (MTDs) .....	12
5.1 Gestión nutricional .....	12
5.2 Alojamientos de los animales.....	14
5.2.1. Alojamientos de animales con ESTABULACIÓN permanente o semipermanente .....	14
5.2.2. Sistemas con animales en PASTOREO total o parcial .....	17
5.3 Manejo de los animales .....	18
5.4 Almacenamiento de estiércoles líquidos o purines.....	18
5.5 Almacenamiento de estiércoles sólidos .....	21
5.6 Tratamiento in situ de estiércoles .....	22
5.7 Aplicación a campo de estiércoles .....	23
5.8 Otras técnicas relacionadas con la gestión medioambiental de la granja .....	24
5.8.1. Uso eficiente del agua .....	24
5.8.2. Emisiones de aguas residuales.....	25
5.8.3. Uso eficiente de la energía .....	26
5.8.4. Emisiones acústicas.....	26
5.8.5. Emisiones de polvo .....	28
5.8.6. Emisiones de olores.....	29
6. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS.....	32
6.1 Gestión nutricional .....	32
6.1.1. Técnicas para reducir el nitrógeno excretado .....	32
6.1.2. Técnicas para la reducción de emisiones de metano por fermentación entérica .....	32
6.2 Alojamientos de los animales.....	34
6.2.1. Descripción de los tipos de suelos y técnicas para reducir las emisiones de amoníaco en las naves para ganado bovino .....	34
6.2.2. Técnicas de refrigeración de purines.....	37
6.2.3. Técnicas para reducir el pH de los purines .....	37
6.2.4. Técnicas para mantener unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad y ventilación en los alojamientos.....	38
6.3 Manejo de los animales .....	38
6.3.1. Técnicas de manejo de los animales para reducir las emisiones de metano y amoníaco a la atmósfera.....	38
6.4 Almacenamiento de estiércoles líquidos o purines.....	40

6.4.1.	Técnicas para reducir las emisiones de amoníaco durante el almacenamiento en los DEPÓSITOS y las BALSAS de purines.....	40
6.4.2.	Técnicas para reducir las emisiones al suelo y al agua procedentes de depósitos de purines .....	42
6.5	Almacenamiento de estiércoles sólidos .....	43
6.5.1.	Técnicas para reducir las emisiones procedentes del almacenamiento de estiércol sólido	43
6.6	Tratamiento in situ de estiércoles. ....	44
6.6.1.	Técnicas para el procesado del estiércol in situ .....	44
6.7	Aplicación a campo de estiércoles .....	46
6.7.1.	Técnicas de aplicación de purines .....	46
6.8	Otras técnicas relacionadas con la gestión medioambiental de la granja .....	47
6.8.1.	Técnicas para reducir las emisiones de aguas residuales.....	47
6.8.2.	Técnicas para un uso eficiente de la energía .....	48
6.8.3.	Técnicas para reducir las emisiones de polvo.....	49
6.8.4.	Técnicas para reducir las emisiones de olores.....	50
7.	TABLAS MTDs con PORCENTAJES DE REDUCCIÓN.....	50
7.1	Tabla MTDs para el cumplimiento del RD 1053/2022 .....	51
7.2	Tabla MTDs aplicación a campo.....	53

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico han elaborado el presente listado de referencia de mejores técnicas disponibles aplicables al sector bovino, para dar cumplimiento al artículo 11.1 del Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones bovinas.

En la elaboración del listado de referencia se ha tenido en cuenta que:

- (1) La utilización de las mejores técnicas disponibles es el medio para el cumplimiento de las siguientes obligaciones recogidas en el RD 1053/2022:
  - a) la obligación de reducción/mitigación de emisiones en la granja establecida en el artículo 11 y el Anexo V del RD 1053/2022.
  - b) las obligaciones medio ambientales establecidas en el artículo 10 sobre gestión de estiércoles y en el Anexo III del citado Real Decreto, donde se indica el contenido mínimo en materia medio ambiental del Sistema Integral de Gestión de las Explotaciones Bovinas.
- (2) Es necesario proporcionar un listado de técnicas de referencia para facilitar la obligación de comunicar a las autoridades competentes las técnicas aplicadas en la granja que establecen el artículo 11 y artículo 17 del RD 1053/2022 respectivamente.
- (3) Que, en cumplimiento de la disposición adicional quinta del RD 1053/2022, por la que el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de manera conjunta, están obligados a decidir y publicar en sus respectivas páginas web las Técnicas Disponibles reconocidas para el sector bovino, incluyendo los porcentajes de reducción de emisiones asociados para aplicar los requisitos establecidos en el artículo 11.1, antes del 31 de diciembre de 2023, se ha elaborado el documento de referencia de mejores técnicas disponibles relativo a ganado bovino, siendo sometido a disposición y opinión previa a su publicación, a representantes de las comunidades autónomas y del sector bovino.
- (4) El listado de referencia sobre las mejores técnicas expuestas se actualizará conforme al avance del conocimiento científico o por las actuaciones legislativas que así lo exijan.

## 2. CRITERIO DE ELABORACIÓN

Para la elaboración del presente listado se han seguido los siguientes pasos:

1. Establecer los criterios de alcance a tener en cuenta para la selección de las mejores prácticas de reducción/mitigación. La elaboración de un listado de referencia que cumpla con el objetivo establecido en la normativa de ordenación bovina requiere delimitar el alcance de las técnicas a considerar.
2. Revisión de las distintas medidas tecnológicas y prácticas de mitigación de emisiones publicadas en los siguientes documentos:
  - a. Mejores Técnicas de las Guías internacionales y UE:
    - i. Amoníaco y compuestos nitrogenados:
      1. “Options for Ammonia Mitigation”. Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen (2014)
      2. ECE.EB.AIR 120 (2014)
      3. ECE.EB.AIR 129 (2015)
      4. ECE/EB.AIR/2020/6–ECE/EB.AIR/WG.5/2020/5
      5. ECE.EB.AIR 149 (2021)
      6. UNECE Guidance Document on Integrated Sustainable Nitrogen Management (2022)
      7. Consultados para MTDs de almacenamiento, tratamiento y aplicación estiércoles:
        - a. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (Documentos BREF)
        - b. Decisión de ejecución (UE) 2017/302 de la Comisión, de 15 de febrero de 2017, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el marco de la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo respecto a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos
    - ii. Gases de Efecto Invernadero (metano y N<sub>2</sub>O)
      1. “2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”
  - b. “Medidas tecnológicas y prácticas de mitigación de emisiones contaminantes en vacuno de leche y carne en España”. Documento elaborado en 2022 por encargo de MITERD a RED REMEDIA (Red Científica de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Agroforestal).
  - c. Mejores Técnicas de las Guías del sector
    - i. “Informe de revisión de las mejores técnicas disponibles potencialmente aplicables para la reducción de las emisiones de amoníaco y gases efecto invernadero del sector lácteo en España” INLAC/IRTA (2021) para vacuno de leche
    - ii. “Código de buenas prácticas PROVACUNO” (2020) para vacuno de carne
3. Elaboración de un listado de referencia de mejores técnicas disponibles a aplicar en el sector bovino.

La selección de medidas de reducción/mitigación se ha basado en los criterios de alcance definidos en el paso 1 y en los criterios establecidos para el Nitrógeno en las guías internacionales ECE/EB.AIR/2020/6, ECE/EB.AIR/WG.5/2020/5, ECE/EB.AIR/149 y *Nitrogen Opportunities for Agriculture, Food & Environment*

### 3. AMBITO DE APLICACIÓN

En el presente documento se describen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles en relación con las siguientes actividades especificadas en los artículos 11.1 y 17.2 del Real Decreto 1053/2022 de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones bovinas:

1. Explotaciones bovinas de nueva instalación del Grupo III:
  - a. Explotaciones bovinas de producción y reproducción para la producción de carne, leche, mixtas y recría de novillas, que no tengan la condición de explotación extensiva conforme a lo previsto en el artículo 3.3 del real decreto de ordenación, con capacidad superior a 180 UGM y hasta 850 UGM inclusive
  - b. Explotaciones bovinas de producción y reproducción clasificadas como cebaderos con capacidad productiva superior a 360 UGM y hasta 850 UGM inclusive
2. Explotaciones bovinas existentes del Grupo IV:
  - a. Explotaciones bovinas de producción y reproducción para la producción de carne, leche, mixtas y recría de novillas, que no tengan la condición de explotación extensiva conforme a lo previsto en el artículo 3.3 del real decreto de ordenación, con una capacidad superior a 850 UGM que a la fecha de entrada en vigor del real decreto de ordenación ya se encontraran en funcionamiento, ya hubieran obtenido la autorización correspondiente o se encontraran pendientes de obtener dicha autorización conforme a lo establecido en la disposición transitoria primera del real decreto.
  - b. Explotaciones bovinas de producción y reproducción clasificadas como cebaderos con una capacidad superior a 850 UGM que, a la fecha de entrada en vigor del real decreto de ordenación ya se encontraran en funcionamiento, ya hubieran obtenido la autorización correspondiente o se encontraran pendientes de obtener dicha autorización conforme a lo establecido en la disposición transitoria primera del real decreto.

En particular, las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles se refieren a las siguientes actividades y procesos agropecuarios:

- Gestión nutricional (alimentación y dieta de los animales)
- Manejo de los animales
- Cría (instalaciones de alojamiento de los animales)
- Almacenamiento de estiércoles
- Tratamiento in situ de estiércoles.
- Aplicación a campo de estiércoles
- Otras técnicas relacionadas con la gestión medioambiental de la granja:
  - Uso eficiente del agua y de la energía
  - Gestión medioambiental del ruido, olores, polvo y aguas residuales
  - Buenas prácticas medioambientales

Para dar cumplimiento al Real Decreto de ordenación 1053/2022, las mejores técnicas disponibles son las relativas a las siguientes actividades y procesos agropecuarios:

- Gestión nutricional (alimentación y dieta de los animales)
- Instalaciones de alojamiento de los animales
- Almacenamiento de estiércoles, tanto sólidos como líquidos o purines

Cuando en las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas se haga referencia al almacenamiento y aplicación al campo del estiércol, ha de entenderse sin perjuicio de la Directiva 91/676/CEE del Consejo ni del Real Decreto 1051/2022 por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.

Cuando en las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas recomendadas se haga referencia al almacenamiento y la eliminación de animales muertos y al procesado y la aplicación al campo del estiércol, ha de entenderse sin perjuicio del Reglamento (CE) 1069/2009 del Parlamento Europeo y


del Consejo (1).

Las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas se aplican sin perjuicio de otra legislación pertinente, por ejemplo, en materia de bienestar animal.

#### 4. DEFINICIONES

A los efectos de las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas, se aplicarán las definiciones siguientes:

Término utilizado	Definición
Ad libitum	Libre acceso de un animal al agua o el alimento para que autorregule la ingesta en función de sus necesidades biológicas.
Aguas residuales	Aguas de escorrentía pluvial que suelen estar mezcladas con estiércol, agua procedente de la limpieza de superficies (p. ej. suelos) y equipos, y agua generada por el funcionamiento de sistemas de depuración del aire. También se las denomina como aguas sucias.
Arrobadera	Una arrobadera es un dispositivo mecánico utilizado en la ganadería, específicamente en establos o instalaciones de alojamiento de vacas lecheras. Está diseñado para eliminar y transportar los desechos animales, típicamente en forma de purín líquido, desde el suelo del establo hacia un sistema de almacenamiento o tratamiento.
Balsa	<p>Sistema de almacenamiento exterior de estiércol líquido o purines caracterizado por ser una excavación directa en el suelo, normalmente de forma rectangular o cuadrada con paredes de tierra inclinadas. La característica principal de la balsa es que su superficie es mucho mayor que su profundidad, pudiendo llegar a los 4 metros de profundidad. El suelo utilizado para construir la balsa debe tener propiedades especiales para garantizar la estabilidad y la baja permeabilidad, lo que generalmente significa un alto contenido de arcilla (arcilla in situ o depósitos revestidos de arcilla). Su diseño varía desde simples excavaciones con paredes inclinadas de tierra hasta instalaciones de almacenamiento con revestimiento impermeable al agua como arcilla o láminas de plástico gruesas (por ejemplo, polietileno) en el fondo, protegiendo el suelo debajo</p> <p>Se considera que la durabilidad de las balsas es de 10 a 15 años. La capacidad varía de 500 m<sup>3</sup> a 7 500 m<sup>3</sup> debiendo mantener un francobordo (distancia vertical entre el borde de flotación de los purines y la cubierta o en su caso borde superior de la balsa) de 0,5-0,75 m. En balsas con una capacidad superior a 5 000 m<sup>3</sup> y hasta 7 500 m<sup>3</sup>, la homogeneización de los purines almacenados es cada vez más difícil.</p> <div data-bbox="608 1532 1465 1760" style="text-align: center;"> <p>Source: [ 402, ADAS 2000 ]</p> </div> <p>Las balsas o bancos de tierra son sistemas que, debido a su gran superficie, dificultan la instalación de algunas técnicas de reducción de emisión de amoníaco a la atmósfera. (p. ej, las láminas de plástico pueden no ser aplicables a las balsas de gran superficie). Por este motivo, es necesario separar claramente la aplicación de técnicas para la reducción de amoníaco en los depósitos, y en las balsas.</p>

<p>Bolsa</p>	<p>Sistema de almacenamiento exterior de estiércol líquido o purines caracterizado por ser bolsas flexibles herméticas e impermeables que permiten el almacenamiento de cantidades relativamente pequeñas de purines. Se llenan y vacían mediante bombas, en caso de bolsas grandes se pueden usar herramientas mezcladoras.</p>  <p>Son grandes bolsas herméticas fabricadas de material duradero y flexible resistente a perforaciones y fugas (como por ejemplo tela reforzada recubierta con PVC o poliéster). Se colocan dentro de una estructura de tierra, para almacenar purines o estiércol líquido. En los laterales están equipadas con salidas de gas para evitar la acumulación de gases, y la cubierta proporciona parte de la integridad estructural del almacén</p> <p>Constituyen una alternativa a los depósitos de acero u hormigón y pueden proporcionar almacenamiento a largo plazo de forma rentable. Esta técnica es principalmente adecuada para granjas pequeñas. Los tamaños de bolsas disponibles pueden limitar el uso en granjas más grandes. En el coste de esta técnica hay que incluir también la estructura de almacenamiento y la cubierta. La reducción de las emisiones de amoníaco se reporta en casi un 100 %</p>
<p>Depósito</p>	<p>Sistema de almacenamiento exterior de estiércol líquido o purines excavado en el suelo o bien construido sobre el nivel del suelo, que consta de paredes y suelo impermeables de material sólido (por ejemplo contruidos con bloques o ladrillos prefabricados, hormigón armado, acero revestido, plástico polimérico, entre otros). Este sistema debe estar formado por paredes que han sido construidas, y no simplemente excavadas</p> <p>Normalmente son sistemas de hormigón o acero con forma circular y apertura en la parte superior. La base suele ser de hormigón colado in situ, sin juntas siempre que sea posible. Las paredes suelen ser de hormigón o de perfiles circulares de acero prefabricado con revestimiento anticorrosivo. La estructura puede tener una tapa de cobertura. El estiércol líquido o purín fluye sobre el borde o por debajo de la superficie. Las tuberías de descarga están provistas de al menos dos dispositivos de seguridad y las compuertas correderas y las bombas son fácilmente accesibles. El hormigón armado que se utilice debe ser impermeable, con alta resistencia a las heladas y a los productos químicos</p>  <p>Los depósitos son sistemas que, debido a sus características constructivas, y dependiendo del material, permiten la aplicación de técnicas que pueden reducir en una mayor intensidad las emisiones de amoníaco a la atmósfera que las balsas. Por este motivo, es necesario separar claramente la aplicación de técnicas para la reducción de</p>



	<p>amoníaco en los depósitos, y en las balsas.</p> <p>La división de MTD entre depósitos y balsas puede llevar a confusión, puesto que existen técnicas que se pueden aplicar en depósitos, que son perfectamente aplicables en balsas como son las piezas geométricas, las bolas de arcilla, o la acidificación del purín. En el caso de otras técnicas, como las cubiertas rígidas y flexibles que permiten un cierre casi completo del sistema de almacenamiento, no es claro la aplicación a balsas debido a las características estructurales de las mismas (las paredes excavadas en el terreno e inclinadas dificultan el anclaje de estas cubiertas y el cierre completo de la balsa). La distinción entre sistemas de almacenamiento es importante, debido a las posibilidades de establecer técnicas en ellas</p> <p>DIFERENCIA ENTRE Balsa Y DEPOSITO: si un sistema de almacenamiento permite la aplicación de una cobertura rígida o flexible que cubra la totalidad del sistema, y no suponga una excavación directa en el terreno con una simple impermeabilización plástica, se considera depósito y no balsa</p>
Estiércol	Todo excremento u orina de ganado bovino, con o sin lecho.
Estiércol sólido	Heces o excremento y orina mezclados o no con restos de cama que no fluyen por gravedad y no pueden bombearse.
Estiércol líquido o Purín	Heces y orina, mezclados o no con restos de cama y agua, para obtener estiércol líquido, que puedan fluir por gravedad o ser bombeados
Explotación	Cualquier instalación, construcción o, en el caso de la cría al aire libre, cualquier lugar en los que se tengan, críen o manejen o se expongan al público animales de producción, tal y como se definen en el artículo 3.2 de la Ley 8/2003, de 24 de abril, con o sin fines lucrativos. (tal y como establece el artículo 2 del RD 479/2004)
Explotación existente	Una explotación que no es nueva, esto es, que a la fecha de entrada en vigor del real decreto 1053/2022 ya se encontrara en funcionamiento, ya hubiera obtenido la autorización correspondiente o se encontrara pendiente de obtener dicha autorización conforme a lo establecido en la disposición transitoria primera del real decreto 1053/2022
Explotación nueva	Explotación autorizada en fecha posterior a la entrada en vigor del real decreto 1053/2022, excepto en aquellos casos en los que aplique la disposición transitoria primera del real decreto 1053/2022
Explotaciones Ganaderas de Producción y Reproducción	<p>Aquellas que mantienen y crían animales, bien con el objeto de obtener un fin lucrativo de sus producciones (incluyendo los animales selectos, semen o embriones), bien para su destino al consumo familiar. (Anexo III del RD 479/2004 REAL DECRETO 479/2004, de 26 de marzo, por el que se establece y regula el Registro general de explotaciones Ganaderas)</p> <p>Asimismo, se incluirán en este tipo las explotaciones que no pertenezcan al tipo de explotaciones especiales tal y como se definen en el anexo III apartado 2 del Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo.</p>
Explotaciones Extensivas	Explotaciones en las que los animales no están alojados dentro de una instalación de forma permanente, y, para su alimentación, utilizan la mayor parte del tiempo una base territorial con aprovechamiento de pasto o recursos agroforestales, complementando el pastoreo con aportes de materias primas vegetales o piensos, en función de las condiciones climáticas y la disponibilidad de pastos. (tal y como

	establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotaciones Semiextensivas	Explotaciones que no pudiendo considerarse extensivas, disponen de una base territorial a su disposición cuyo aprovechamiento se realiza con base en pastoreo y donde los animales realizan esta actividad un número significativo de horas a determinar por la autoridad competente de la comunidad autónoma conforme a la práctica habitual en los distintos territorios que la integran. (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotaciones No extensivas	El resto de las explotaciones que no se puedan clasificar como extensivas o semiextensivas. (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotación para la producción de carne	Aquella que tiene por objeto la obtención de bovinos de producción propia destinados a su cría o engorde para la producción de carne, de manera que las hembras reproductoras no son sometidas al ordeño de forma regular. (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotaciones tipo Cebaderos	Aquellas dedicadas al engorde de bovinos con destino final a matadero, directo o a través de otros cebaderos, tratantes, o certámenes ganaderos permanentes, o a exportación. Serán de ciclo cerrado aquéllos cuyos animales no pasen a través de otros cebaderos antes de llegar al matadero; y de ciclo abierto en el caso de que sí pasen a través de otros cebaderos. (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotación para la producción de leche	Aquella que tiene por objeto la producción y, en su caso, comercialización de leche o productos lácteos, y en las que se somete a las hembras bovinas reproductoras a ordeño con tal finalidad. (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotación para la producción mixta	Aquella que reúna las orientaciones productivas anteriores (leche y carne) (tal y como establece el artículo 3 del RD 1053/2022)
Explotaciones tipo Pastos	<p>Aquellas explotaciones que albergan ganado de forma permanente u ocasional para el aprovechamiento mediante pastoreo de las Producciones vegetales naturales o sembradas del terreno ( tal y como se establece en el Anexo III del RD 479/2004)</p> <p>Las explotaciones tipo pasto se podrán clasificar, con carácter voluntario, según su orientación productiva como explotaciones para la Producción de carne, explotaciones para la Producción de leche o explotaciones para la Producción mixta</p> <p>Las explotaciones tipo pasto se clasificarán como explotaciones extensivas.</p>
Explotación de recria de novillas	Aquella dedicada a la cría de hembras bovinas para su destino posterior a la reproducción exclusivamente, ya sea para explotaciones de producción de leche, carne o mixtas.
Instalación	Conjunto de infraestructuras permanentes relacionadas con la actividad ganadera de una explotación, excluido el vallado perimetral y las propias de la actividad agrícola que se pueda ejercer en la misma explotación. (tal y como establece el artículo 2 del RD 1053/2022)

Laboreo de conservación	Práctica de laboreo que deja residuos de la cosecha del año anterior (como tallos de maíz o pajas de trigo) en los campos antes y después de plantar la siguiente cosecha, con objeto de reducir la erosión del suelo y la escorrentía.
Nave	Una parte de la explotación en la que se llevan a cabo uno de los procesos o actividades siguientes: alojamiento animal, almacenamiento de estiércol, procesado del estiércol. Una nave consta de un único edificio (infraestructura) y/o del equipo necesario para llevar a cabo procesos o actividades.
Nave existente	Una nave que no es nueva.
Nitrógeno amoniacal total	N amónico (NH <sub>4</sub> -N) y sus compuestos, incluido el ácido úrico, que se descomponen fácilmente en NH <sub>4</sub> -N.
Nitrógeno total	El nitrógeno total, expresado en N, incluye el amoníaco libre y el amonio (NH <sub>4</sub> -N), los nitritos (NO <sub>2</sub> -N), los nitratos (NO <sub>3</sub> -N) y los compuestos de nitrógeno orgánico.
Nitrógeno total excretado	El nitrógeno total que se elimina en los procesos del metabolismo animal a través de la orina y las heces.
Plaza (de animal)	Espacio previsto por animal en un sistema de alojamiento teniendo en cuenta la capacidad máxima de la nave.
Ración	<p>Sistema de alimentación que incluye forraje y/o pienso y que, además de satisfacer las necesidades nutritivas de los animales consideradas por la mayoría de productores en un periodo de tiempo determinado, es representativa de la práctica en la mayoría de explotaciones.</p> <p>La ración de referencia para las condiciones específicas de España, para cada categoría, se establece en el documento zootécnico de bovino elaborado por MAPA denominado "Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo en bovino"</p>
Receptor sensible	<p>Zona que requiere una protección especial contra las molestias, en particular las siguientes zonas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— zonas residenciales,</li> <li>— zonas en las que se realizan actividades humanas (por ejemplo, escuelas, centros de día, zonas de recreo, hospitales o residencias de ancianos),</li> <li>— ecosistemas/hábitats sensibles.</li> </ul>
Mejores Técnicas Disponibles (MTDs)	<p>Tal y como se establece en el artículo 3 de la DIRECTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO se considera la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y otras condiciones del permiso destinadas a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.</p> <p>a) También se entenderá por: «técnicas»: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada;</p> <p>b) «técnicas disponibles»: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables;</p>

	c) «mejores»: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto
Técnica de referencia	<p>Técnica estándar que se utiliza como punto de referencia o comparación para mediciones, evaluaciones o valoraciones de otras técnicas. En este caso, es aquella situación de referencia que se utiliza como base para calcular el porcentaje de reducción de emisiones alcanzado con la aplicación de una MTD</p> <p>En unos casos, la técnica de referencia es la técnica más convencional no asociada a la aplicación de medidas de reducción de emisiones y en otros, es la técnica comunmente aplicada en las granjas comerciales,</p> <p>Siempre que ha sido posible, las técnicas enumeradas en este documento están definidas frente a una situación de "referencia" o "técnica de referencia".</p>
UGM (unidad ganadera mayor)	Equivalencia para cada tipo de animal presente en una explotación, de acuerdo con los valores que establece el anexo I del RD 1053/2022, que sirve para establecer la capacidad máxima de una explotación, para la aplicación de los distintos requisitos que establece dicho real decreto, y para establecer su clasificación por tamaño. (tal y como establece el artículo 2 del RD 1053/2022)

## 5. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES A APLICAR EN EL SECTOR BOVINO (MTDs)

Las técnicas enumeradas y descritas en las presentes conclusiones sobre las mejores técnicas no son prescriptivas ni exhaustivas. Pueden utilizarse otras técnicas si garantizan al menos un nivel equivalente de protección del medio ambiente y que tengan una base técnicamente justificada por guías, normas o artículos contrastados.

Salvo que se indique otra cosa, las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles son aplicables con carácter general.

### 5.1 Gestión nutricional

**MTD 1. Para reducir el nitrógeno total excretado** y, por ende, las emisiones de amoníaco, satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades nutricionales de los animales, la técnica consiste en utilizar una estrategia de alimentación y una formulación del pienso que incluyan ALGUNA de las técnicas indicadas a continuación O UNA COMBINACIÓN de las mismas;

Código	Técnica <sup>1</sup>	Aplicabilidad
MTD 1.a	Reducir el contenido en proteína bruta mediante una dieta equilibrada en nitrógeno y energía, teniendo en cuenta las necesidades energéticas y productivas de los animales	<p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.</p> <p>Aplicabilidad en animales estabulados. Sistemas de leche y carne con alimentación controlada: cebaderos, explotaciones lecheras...</p> <p>Difícilmente aplicable en granjas donde no sea posible controlar totalmente la alimentación (extensiva, ecológica). Hay que tener en cuenta que, en el caso de los rumiantes, el aprovechamiento de la proteína está muy condicionado por el aporte energético.</p> <p>Difícil en sistemas de explotación que incluyan pastoreo, parcial o total. La aplicación en sistemas extensivos requiere conocer la calidad del pasto para optimizar su manejo o la elección de las variedades vegetales más apropiadas. Las dietas basadas en pasto a menudo contienen un exceso de proteína y la magnitud de la alta excreción de N resultante depende en gran medida de las proporciones de pasto, ensilaje de pasto y heno en la ración y el contenido de proteína de estos alimentos. Para los sistemas de producción de rumiantes basados en pastizales, la viabilidad de esta estrategia puede ser limitada, ya que los pastos viejos pueden reducir calidad de alimentación.</p> <p>Difícil con piensos de bajo contenido proteico no económicamente viables o para la producción animal ecológica</p>

<sup>1</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.1.1. Puede obtenerse información sobre la eficacia de las técnicas de reducción de las emisiones de amoníaco en directrices internacionales o europeas reconocidas como, por ejemplo, el documento orientativo de opciones para la reducción de amoníaco de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (*Options for ammonia mitigation.*)

MTD 1.b	Alimentación multifase con una formulación del pienso adaptada a las necesidades específicas del período productivo.	<p>Apto en granjas existentes y nuevas</p> <p>Aplicabilidad en animales estabulados. Sistemas de leche y carne con alimentación controlada: cebaderos, explotaciones lecheras...</p> <p>Difícilmente aplicable en granjas donde no sea posible controlar totalmente la alimentación (extensiva, ecológica).</p>
---------	--	---

**MTD 2. Para reducir las emisiones de metano por fermentación entérica**, satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades nutricionales de los animales, la técnica consiste en utilizar una estrategia de alimentación y una formulación del pienso que incluyan ALGUNA de las técnicas indicadas a continuación O UNA COMBINACIÓN de las mismas

Código	Técnica <sup>2</sup>	Aplicabilidad
MTD 2.a	Alimentación multifase con una formulación del pienso adaptada a las necesidades específicas del período productivo.	Ver apartado anterior. Esta técnica también permite la reducción de emisiones de metano por fermentación entérica
MTD 2.b	<p>Mejora de la calidad dieta. Mejora de la digestibilidad del forraje.</p> <p>-Uso de almidones con baja degradabilidad ruminal -Mayor aporte de concentrados que mantengan funcionalidad ruminal óptica -Forrajes de calidad y un menor contenido en fibra -Disminuir el estado de madurez del pasto y/o forraje conservado</p>	<p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.</p> <p>Explotaciones de carne y leche. Sistemas de manejo con alimentación controlada en nave, pesebre. Sistemas no extensivos/semi-extensivos</p> <p>Aplicable en contextos con disponibilidad de forrajes de calidad.</p>
MTD 2.c	Aumentar relación concentrado/forraje	<p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.</p> <p>Aplicable a todos los sistemas tanto de leche como de carne.</p> <p>Sistema muy fácilmente aplicable en explotaciones con alimentación controlada en nave, pesebre, sistemas-no extensivos /semi-extensivos o sistemas con necesidades de suplementación. (Mayor facilidad de implementación en sistemas no extensivos/semi-extensivos donde el uso de concentrado es más común y la gestión de la alimentación está más monitorizada que en sistemas más ligados al pastoreo donde también</p>

<sup>2</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.1.2.

		<p>sería aplicable)</p> <p>-No se requieren cambios estructurales en la granja. -En sistemas extensivos requiere inversión en instalaciones / manejo.</p>
MTD 2.d	<p>Incorporación en el pienso del aditivo 3-NOP (inhibidor de la enzima metil coenzima M reductasa (MCR) como aditivo reductor de emisiones de metano de la fermentación entérica.</p>	<p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.</p> <p>Solamente aplicable a vacas lecheras y vacas para reproducción (REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2022/565).</p> <p>El aditivo se incorporará al pienso exclusivamente en forma de premezcla en establecimientos autorizados para la fabricación de piensos compuestos.</p> <p>Los explotadores de empresas de piensos establecerán procedimientos operativos y medidas organizativas adecuadas para los usuarios del aditivo y las premezclas con el fin de abordar los posibles riesgos por inhalación y por contacto dérmico u ocular. Si estos riesgos no pueden reducirse a un nivel aceptable con dichos procedimientos y medidas, el aditivo y las premezclas deberán utilizarse con un equipo de protección individual adecuado que incluya protección ocular, cutánea y respiratoria.</p>

## 5.2 Alojamiento de los animales

### 5.2.1. Alojamiento de animales con ESTABILACIÓN permanente o semipermanente

#### 5.2.1.1 Emisiones de amoníaco en naves de ganado bovino con producción de estiércol líquido con estabulación permanente o semipermanente

**MTD 3. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera en cada nave** con producción de estiércol líquido con estabulación permanente o semipermanente, la MTD consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>3</sup>	Aplicabilidad
MTD 3.a	<p>Una de las técnicas siguientes, en las que se aplica uno o una combinación de los principios que se indican a continuación:</p> <p>i) reducir la superficie emisora de amoníaco,</p> <p>ii) aumentar la frecuencia con la que se retiran los purines (estiércol) al almacén exterior,</p>	<p>Sistemas con estabulación y Producción de purines</p> <p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes que ya tengan instalados estos procedimientos</p>

<sup>3</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.2

iii) separar la orina de las heces iv) mantener la cama limpia y seca.	
0. Una fosa profunda (cuando el suelo está parcialmente emparrillado), únicamente si se utiliza en combinación con otras medidas de mitigación, p. ej.:  — una combinación de técnicas de gestión nutricional, — un sistema de depuración del aire, — reducción del pH de los purines, — refrigeración de los purines.	No es aplicable a las nuevas naves, a menos que la fosa profunda se combine con un sistema de depuración del aire, la refrigeración de los purines y/o la reducción del pH de los purines.
1. Suelo ranurado con limpieza regular de suelos mediante arrobaderas (u otros sistemas automáticos, como robots o manuales)	Aplicable tanto en explotaciones nuevas como en existentes.  Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.  Sistema aplicable a instalaciones de estabulación libre y sujeto al coste energético.
2. Un sistema de vacío para la eliminación frecuente de los purines (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.
3. Fosa de purín con paredes inclinadas (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.
4. Rascador para la eliminación frecuente de los purines (cuando el suelo está parcialmente emparrillado ).	Aplicable tanto en explotaciones nuevas como en existentes.  Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.  Sistema aplicable a instalaciones de estabulación libre y sujeto al coste energético.
5. Eliminación frecuente de los purines mediante lavado a chorro (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.  Cuando se utilice la fracción líquida de los purines para el lavado a chorro, esta técnica puede no ser aplicable a las explotaciones situadas cerca de receptores sensibles debido a picos de olor durante el lavado.
6. Fosa reducida de purín (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Puede no ser aplicable con carácter general en las naves existentes por razones técnicas y/o económicas.
7. Sistema de cama de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Aplicable en aquellas naves con suelo de hormigón sólido



	8. Sistema de sustitución de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Aplicable en aquellas naves con suelo de hormigón sólido
	9. Corrales con cama con generación combinada de estiércol (purín y estiércol sólido).	No aplicable a las naves existentes sin suelo de hormigón sólido.
	10. Casetas de descanso y alimentación sobre suelo sólido (en el caso de corrales con cama).	
	11. Pasillo exterior con cama (cuando el suelo es de hormigón sólido).	
MTD 3.b	Refrigeración de los purines.	No aplicable cuando: — el calor no pueda reutilizarse, — se use cama de paja.
MTD 3.c	Acidificación de los purines.	Aplicable con carácter general.
MTD 3.d	Climatización de establos para reducir la temperatura interior y el flujo de aire (ganado)	
MTD 3.e	Instalaciones con aislamiento en el techo y/o ventilación natural controlada	Aplicable tanto en explotaciones nuevas como en existentes.
MTD 3.f	Retirada frecuente de purines (varias veces al día, diariamente o > 3 veces por semana). En explotaciones con slats o con sistema de arrobadera	Aplicable con carácter general No aplicable en explotaciones con cama profunda.

#### 5.2.1.2 Emisiones de amoniaco en naves de ganado bovino con producción de estiércol sólido con estabulación permanente o semipermanente

**MTD 4. Para reducir las emisiones de amoniaco a la atmósfera en cada nave** para ganado bovino—con producción de estiércol sólido con estabulación permanente o semipermanente, la MTD consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>4</sup>	Aplicabilidad
MTD 4.a	Una de las técnicas siguientes, en las que se aplica uno o una combinación de los principios que se indican a continuación:  i) reducir la superficie emisora de amoniaco,  ii) aumentar la frecuencia con la que se retiran los estiércoles sólidos al almacén exterior,  iii) separar la orina de las heces  iv) mantener la cama limpia y seca.	Sistemas de carne y cebaderos con estabulación  Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.
	1. Sistema de cama de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Aplicable en aquellas naves con suelo de hormigón sólido

<sup>4</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.2

	2. Sistema de sustitución de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Aplicable en aquellas naves con suelo de hormigón sólido
	3. Casetas de descanso y alimentación sobre suelo sólido (en el caso de corrales con cama).	No aplicable a las naves existentes sin suelo de hormigón sólido.
	4. Pasillo exterior con cama (cuando el suelo es de hormigón sólido).	
MTD 4.b	Climatización de establos para reducir la temperatura interior y el flujo de aire (ganado)	
MTD 4.c	Instalaciones con aislamiento en el techo y/o ventilación natural controlada	Aplicable tanto en explotaciones nuevas como en existentes.
MTD 4.d	Retirada frecuente de material de cama en técnica de cama profunda	En naves con suelo sólido

## 5.2.2. Sistemas con animales en PASTOREO total o parcial

### 5.2.2.1 Emisiones de amoniaco en explotaciones de animales con pastoreo total o parcial y/o vacas nodrizas

**MTD 5. Para reducir las emisiones de amoniaco a la atmósfera en sistemas con animales en pastoreo total o parcial y /o explotaciones de vacas nodrizas**, la mejor técnica consiste en utilizar ALGUNA de las técnicas que se indican a continuación

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 5.a	Mantener los animales un tiempo mínimo en pastoreo de 12 h sobre las 24 horas al día (50% del tiempo anual)	Sistema fácilmente aplicable en explotaciones con base territorial o posibilidad de pastoreo. Explotaciones de carne y leche con base territorial
MTD 5.b	Mantener los animales un tiempo mínimo en pastoreo de 18 h sobre las 24 horas al día (75% del tiempo anual)	Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.
MTD 5.c	Mantener los animales un tiempo mínimo en pastoreo de 22 h sobre las 24 horas al día (90% del tiempo anual)	Sujeto a la disponibilidad de pasto y condiciones específicas meteorológicas.  Se requiere el acompañamiento técnico para el desarrollo de esta medida, pues un mal uso del suelo puede llevar otros efectos negativos como degradación o pérdida de stocks de C.

### 5.3 Manejo de los animales

**MTD 6. Para reducir las emisiones de metano y amoníaco a la atmósfera**, la mejor técnica consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación

Código	Técnica <sup>5</sup>	Aplicabilidad
MTD 6.a	Aumento de la longevidad.	Granjas de producción de leche y vaca nodriza, donde la longevidad de los animales reproductores va a conseguir reducir la intensidad de emisiones.  Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.
MTD 6.b	Aumentar la productividad (ganado de leche y de carne) a través de un aumento en la producción de leche o aumento de la ganancia media diaria de peso (GMD)	Aplicable en ganado lechero y de carne
MTD 6.c	Mejora de las tasas de fertilidad	Sistemas de leche, vacas lactantes.  Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes  Sistema muy fácilmente aplicable en explotaciones con planificación reproductiva
MTD 6.d	Mejora de la salud y bienestar de los animales	Aplicable con carácter general  Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.

### 5.4 Almacenamiento de estiércoles líquidos o purines

**MTD 7. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera procedentes del almacenamiento de purines**, la MT consiste en utilizar una COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>6</sup>	Aplicabilidad
MTD 7.a	Seleccionar un sistema de almacenamiento con capacidad suficiente para conservar los purines durante los períodos en que no es posible proceder a su aplicación al campo	Aplicable con carácter general
MTD 7.b	Construir instalaciones y equipos a prueba de fugas para la recogida y transferencia de los purines (p. ej. fosas, canales, desagües, estaciones de bombeo).	Aplicable con carácter general
MTD 7.c	Instalar un sistema de detección de fugas, p. ej. una geomembrana, una capa de drenaje y un sistema de conductos de desagüe	Aplicable únicamente a las naves nuevas

<sup>5</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.3.1

**MTD 8. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera procedentes de un DEPÓSITO de purines**, la MT consiste en utilizar una COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>6</sup>	Aplicabilidad
MTD 8.a	Efectuar un diseño y una gestión adecuados de los depósitos de purines, utilizando una combinación de las técnicas siguientes:	
	1. Reducir el coeficiente entre la superficie de emisión y el volumen del depósito de purines	Puede no ser aplicable con carácter general a los depósitos existentes.  Puede no ser aplicable si se trata de depósitos de purines demasiado altos, debido al incremento de los costes y a los riesgos para la seguridad.
	2. Reducir la velocidad del viento y el intercambio de aire sobre la superficie del purín, disminuyendo nivel de llenado del depósito.	Puede no ser aplicable con carácter general a los depósitos existentes.
	3. Reducir al mínimo la agitación del purín.	Aplicable con carácter general.  La agitación de los purines durante el batido, el llenado y el vaciado puede ser un obstáculo para que se utilicen algunas cubiertas de materias flotantes que pueden provocar sedimentación o bloqueos en las bombas
MTD 8.b	Utilizar depósitos que puedan soportar tensiones mecánicas, químicas y térmicas	Aplicable con carácter general
MTD 8.c	Cubrir el depósito del purín. Para ello puede aplicarse una de las técnicas siguientes:	
	1. Cubierta rígida.	Puede no ser aplicable en depósitos existentes debido a consideraciones económicas y a limitaciones estructurales para soportar la carga adicional.
	2. Cubiertas flexibles.	Las cubiertas flexibles no son aplicables en las zonas en las que las condiciones meteorológicas pueden afectar a su estructura.
	3. Cubiertas flotantes, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>— pellets de plástico,</li> <li>— materiales ligeros a granel,</li> <li>— cubiertas flotantes flexibles,</li> <li>— placas de plástico geométricas,</li> <li>— cubiertas neumáticas,</li> <li>— costra natural</li> <li>— paja.</li> </ul>	La utilización de pellets de plástico, materiales ligeros a granel y placas de plástico geométricas no es aplicable en el caso de purines que forman costra natural.  La agitación de los purines durante el batido, el llenado y el vaciado puede ser un obstáculo para que se utilicen algunos materiales flotantes que pueden provocar sedimentación o bloqueos en las bombas.  La formación de costra natural puede no ser aplicable en climas fríos y/o en el caso de purines con bajo

<sup>6</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.4.1

		contenido de materia seca. La costra natural no es aplicable en los depósitos en los que el batido, el llenado o el vaciado del purín hacen que la costra natural sea inestable.
MTD 8.d	Acidificación de los purines.	Aplicable con carácter general.
MTD 8.e	Bolsa de purines	Aplicable con carácter general

**MTD 9. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera procedentes de una Balsa de purines**, la MT consiste en utilizar una COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>7</sup>	Aplicabilidad
MTD 9.a	Reducir al mínimo la agitación del purín.	Aplicable con carácter general.
MTD 9.b	Cubrir la balsa de purines con una cubierta flexible y/o flotante, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>— láminas de plástico flexibles,</li> <li>— materiales ligeros a granel,</li> <li>— costra natural,</li> <li>— paja.</li> </ul>	<p>Las láminas de plástico pueden no ser aplicables en el caso de las balsas grandes existentes por razones estructurales.</p> <p>La paja y los materiales ligeros a granel pueden no ser aplicables en el caso de las balsas grandes en las que la corriente del viento impide que la superficie de la balsa quede completamente cubierta.</p> <p>La utilización de materiales ligeros a granel no es aplicable en el caso de purines que forman costra natural.</p> <p>La agitación de los purines durante el batido, el llenado y el vaciado puede ser un obstáculo para que se utilicen algunas materias flotantes que pueden provocar sedimentación o bloqueos en las bombas.</p> <p>La formación de costra natural puede no ser aplicable en climas fríos y/o en el caso de purines con bajo contenido de materia seca.</p> <p>La costra natural no es aplicable en las balsas en las que el removido, el llenado y/o el vaciado del purín hacen que la costra natural sea inestable.</p>

**MTD 10. Para evitar las emisiones al suelo y al agua generadas por la recogida, almacenamiento y conducción de purines y por un DEPÓSITO o una Balsa de purines**, la MTD consiste en utilizar una COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>8</sup>	Aplicabilidad
MTD 10.a	Utilizar depósitos que puedan soportar tensiones mecánicas, químicas y térmicas.	Aplicable con carácter general.
MTD 10.b	Seleccionar un sistema de almacenamiento con capacidad suficiente para conservar los purines durante los períodos en que no es posible proceder a su aplicación al campo.	Aplicable con carácter general.

<sup>7</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.4.1

<sup>8</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.4.1

MTD 10.c	Construir instalaciones y equipos a prueba de fugas para la recogida y transferencia de los purines (p. ej. fosas, canales, desagües, estaciones de bombeo).	Aplicable con carácter general.
MTD 10.d	Almacenar los purines en balsas con una base y paredes impermeables, p. ej. con arcilla o un revestimiento plástico (o doble revestimiento).	Aplicable con carácter general a las balsas.
MTD 10.e	Instalar un sistema de detección de fugas, p. ej. una geomembrana, una capa de drenaje y un sistema de conductos de desagüe.	Aplicable únicamente a las naves nuevas y en su caso depósitos o balsas nuevas.
MTD 10.f	Comprobar la integridad estructural de los depósitos al menos una vez al año.	Aplicable con carácter general.

## 5.5 Almacenamiento de estiércoles sólidos

**MTD 11. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera**, procedentes del almacenamiento de estiércol sólido, la MT consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>9</sup>	Aplicabilidad
MTD 11.a	Reducir el coeficiente entre la superficie de emisión y el volumen del montón de estiércol sólido.	Aplicable con carácter general.
MTD 11.b	Cubrir los montones de estiércol sólido.	Aplicable con carácter general cuando el estiércol sólido se ha secado o pre-secado en el alojamiento de los animales. Puede no ser aplicable al estiércol sólido no secado cuando se producen añadidos frecuentes de estiércol al montón.
MTD 11.c	Almacenar el estiércol sólido en un cobertizo.	Aplicable con carácter general.

**MTD 12. Para evitar o, cuando no sea posible, reducir las emisiones al suelo y al agua** procedentes del almacenamiento de estiércol sólido, la MTD consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas indicadas a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 12.a	Almacenar el estiércol sólido en un cobertizo.	Aplicable con carácter general
MTD 12.b	Utilizar un silo de hormigón para el almacenamiento de estiércol sólido.	Aplicable con carácter general.
MTD 12.c	Almacenar el estiércol sólido en suelos sólidos impermeables equipados con un sistema de drenaje y una cisterna para recoger la escorrentía.	Aplicable con carácter general.

<sup>9</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.5.1

MTD 12.d	Seleccionar una nave de almacenamiento con capacidad suficiente para conservar el estiércol sólido durante los períodos en que no es posible proceder a su aplicación al campo.	Aplicable con carácter general.
----------	---	---------------------------------

## 5.6 Tratamiento in situ de estiércoles

**MTD 13.** Si el estiércol se trata *in situ*, para reducir las emisiones a la atmósfera y al agua de nitrógeno, fósforo, olores y microorganismos patógenos y facilitar el almacenamiento y/o aplicación al campo del estiércol, la MT consiste en tratar el estiércol mediante UNA O VARIAS de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica <sup>10</sup>	Aplicabilidad
MTD 13.a	Separación mecánica de los purines. Esto puede hacerse, p. ej. por medio de: <ul style="list-style-type: none"> <li>— un decantador centrífugo,</li> <li>— un separador de prensa de tornillo,</li> <li>— coagulación-floculación,</li> <li>— tamizado,</li> <li>— filtros-prensa.</li> </ul>	Aplicable únicamente cuando: <ul style="list-style-type: none"> <li>— sea preciso reducir el contenido de nitrógeno y de fósforo debido al poco terreno disponible para la aplicación del estiércol,</li> <li>— no pueda transportarse el estiércol para su aplicación al campo a un coste razonable.</li> </ul> El uso de poliacrilamida como floculante puede no ser aplicable debido al riesgo de formación de acrilamida. <p>La principal dificultad es el almacenamiento, manejo y utilización apropiados de la fracción sólida</p>
MTD 13.b	Digestión anaeróbica del estiércol en una instalación de bio gas.	Esta técnica puede no ser aplicable con carácter general por los altos costes de implantación. <p>Generalmente aplicable a explotaciones grandes o agrupación de explotaciones.</p> <p>Si se hace una planta centralizada se necesita un sistema para gestionar la aplicación de digestatos en las tierras agrícolas.</p> <p>Cuando no se disponga de un sistema de recuperación de biogás, la degradación anaeróbica no intencionada de sustancias orgánicas en metano durante el almacenamiento del estiércol debe limitarse en la medida de lo posible para evitar la emisión a la atmósfera de este potente GEI.</p>
MTD 13.c	Nitrificación-desnitrificación de purines. (NDN)	No aplicable a las naves/explotaciones nuevas. Aplicable únicamente a las naves/explotaciones existentes cuando es necesario eliminar el nitrógeno debido al poco terreno disponible para la aplicación del estiércol.

MTD 13.d	Compostaje del estiércol sólido.	<p>Aplicabilidad tanto en explotaciones nuevas como en existentes.</p> <p>Sistema aplicable en explotaciones que utilizan material de cama y generan excretas sólidas</p> <p>Aplicable únicamente cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— no pueda transportarse el estiércol para su aplicación al campo un coste razonable,</li> <li>— sea importante reducir los olores y los patógenos antes de la aplicación al campo,</li> <li>— haya suficiente espacio en la explotación para establecer hileras.</li> </ul>
----------	----------------------------------	---

## 5.7 Aplicación a campo de estiércoles

**MTD 14. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera generadas por la aplicación al campo de estiércol**, la MT consiste en utilizar UNA O UNA COMBINACIÓN de las técnicas que se indican a continuación.

### Para estiércoles líquidos<sup>11</sup>

Código	Técnica <sup>12</sup>	Aplicabilidad
MTD 14.a	<p>Esparcidor en bandas, aplicando una de las siguientes técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubos colgantes.</li> <li>2. Zapatas colgantes.</li> </ol>	<p>La aplicabilidad puede ser limitada cuando el contenido de paja del purín es demasiado alto o si el contenido de materia seca del purín es superior al 10 %.</p> <p>La técnica de zapatas colgantes no es aplicable en el caso de cultivos herbáceos sembrados a voleo.</p>
MTD 14.b	Inyección superficial (surco abierto).	<p>No aplicable sobre suelos pedregosos, poco profundos o compactados en los que es difícil lograr una penetración uniforme.</p> <p>La aplicabilidad puede ser limitada cuando los cultivos pueden ser dañados por la maquinaria.</p>
MTD 14.c	Inyección profunda (surco cerrado).	<p>No aplicable sobre suelos pedregosos, poco profundos o compactados en los que es difícil lograr una penetración uniforme y un cierre efectivo de las hendiduras.</p> <p>No aplicable durante el período de crecimiento de los cultivos. No aplicable en los pastos, a menos que se estén transformando en tierras de cultivo, o al resembrar.</p>
MTD 14.d	Acidificación de los purines	Aplicable con carácter general.

### Para estiércoles sólidos

La aplicación al campo del estiércol sólido se realiza mediante un esparcidor adecuado (por ejemplo, esparcidor rotatorio, de descarga posterior, de doble función, etc.). Una vez esparcido hay que cumplir con la MTD 15 siempre que sea posible para una rápida incorporación al suelo.

<sup>11</sup> Se prohíbe la aplicación de purines mediante sistemas de plato, abanico y por cañón, salvo en los recintos con pendientes medias superiores al 10 %.

<sup>12</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.7



**MTD 15. Para reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera generadas por la aplicación al campo del estiércol**, la MT consiste en incorporar el estiércol al suelo LO ANTES POSIBLE.

*Descripción*

La incorporación de estiércol, sólido o líquido, sobre la superficie del terreno puede realizarse bien mediante labrado bien utilizando otra maquinaria de cultivo, como el cultivador de rejas o discos en función del tipo y las condiciones del suelo. El estiércol queda completamente mezclado con el suelo o enterrado.

*Aplicabilidad*

No aplicable a los pastos ni al laboreo de conservación, a menos que se estén transformando en tierras de cultivo, o al resembrar. No aplicable a las superficies cultivadas con cultivos que puedan resultar dañados por la incorporación de estiércol. La incorporación de purines no es aplicable después de una aplicación al campo con inyectores o enterradores.

**Período de tiempo asociado a la MT que debe transcurrir entre la aplicación al campo del estiércol y su incorporación al suelo**

Parámetro	Período de tiempo asociado a la MT que debe transcurrir entre la aplicación al campo del estiércol y su incorporación al suelo (horas)
Tiempo	0 <sup>(1)</sup> — 4 <sup>(2)</sup>

- (1) El extremo inferior del intervalo corresponde a la incorporación inmediata.
- (2) El extremo superior del intervalo puede llegar hasta 12 horas cuando las condiciones no son favorables para una incorporación más rápida, p. ej. cuando los recursos en mano de obra y maquinaria no son económicamente viables.

**5.8 Otras técnicas relacionadas con la gestión medioambiental de la granja** <sup>13</sup>

En el listado de referencia de mejores técnicas también se incluyen técnicas relacionadas con las buenas prácticas ambientales para la reducción de olores, ruidos, polvo, uso eficiente del agua o la energía con el fin de aportar técnicas a tener en cuenta en el plan de gestión ambiental recogido dentro del SIGE según establece el Anexo III apartado 5.a y 5.b (salvo las técnicas de partículas)

Las técnicas enumeradas y descritas en el presente apartado han sido recopiladas del listado de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) de la *DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2017/302 DE LA COMISIÓN de 15 de febrero de 2017 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el marco de la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo respecto a la cría intensiva de aves de corral o de cerdos* al considerar que dichas MTDs generales son de aplicación también al sector bovino

**5.8.1. Uso eficiente del agua**

**MTD 16. Para utilizar eficientemente el agua**, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 16.a	Mantener un registro del uso del agua.	Aplicable con carácter general.
MTD 16.b	Detectar y reparar las fugas de agua.	Aplicable con carácter general.

<sup>13</sup> Estas técnicas se describen en la sección 4.8

MTD 16.c	Utilizar sistemas de limpieza de alta presión para la limpieza de los alojamientos de animales y los equipos.	No aplicable a las naveas que utilizan sistemas de limpieza en seco.
MTD 16.d	Seleccionar y utilizar equipos adecuados (por ejemplo, bebederos de cazoleta, bebederos circulares, abrevaderos) para la categoría específica de animales, garantizando la disponibilidad de agua ( <i>ad libitum</i> ).	Aplicable con carácter general.
MTD 16.e	Comprobar y, en caso necesario, ajustar periódicamente la calibración del equipo de agua para beber.	Aplicable con carácter general.
MTD 16.f	Reutilizar las aguas de lluvia no contaminadas como agua de lavado.	Puede no ser aplicable a las explotaciones existentes, debido a los elevados costes. La aplicabilidad de esta técnica puede verse limitada por riesgos de bioseguridad.

### 5.8.2. Emisiones de aguas residuales

**MTD17. Para reducir la generación de aguas residuales**, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 17.a	Mantener las superficies sucias del patio lo más reducidas posible.	Aplicable con carácter general en explotaciones de vacuno lechero. No aplicable en sistemas de explotación de cebo
MTD 17.b	Minimizar el uso de agua.	Aplicable con carácter general.
MTD 17.c	Separar las aguas de lluvia no contaminadas de los flujos de aguas residuales que requieren tratamiento.	Esta técnica puede no ser aplicable en las explotaciones existentes.

**MTD 18. Para reducir el vertido de aguas residuales al agua**, la MTD consiste en utilizar una combinación de las técnicas indicadas a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 18.a	Drenar las aguas residuales hacia un contenedor especial o al depósito de purines.	Aplicable con carácter general.
MTD 18.b	Tratar las aguas residuales.	Aplicable con carácter general.
MTD 18.c	Aplicar las aguas residuales por terreno, p. e. mediante un sistema de riego tal como un aspersor, un irrigador móvil, una cisterna o un inyector.	La aplicabilidad de esta técnica puede ser limitada por la escasez de terrenos adecuados disponibles que sean adyacentes a la explotación. Aplicable solo a las aguas residuales con un bajo nivel demostrado de contaminación.

### 5.8.3. Uso eficiente de la energía

**MTD 19. Para utilizar eficientemente la energía**, la MTD consiste en aplicar una combinación de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 19.a	Optimización de los sistemas de ventilación y de calefacción/refrigeración	Aplicable con carácter general.
MTD 19.b	Aislamiento de los muros, suelos y/o techos del alojamiento para animales.	Puede no ser aplicable a las naves que utilicen ventilación natural. El aislamiento puede no ser aplicable a las naves existentes debido a limitaciones estructurales.
MTD 19.c	Uso de sistemas de alumbrado de bajo consumo.	Aplicable con carácter general.
MTD 19.d	Uso de intercambiadores de calor. Puede utilizarse uno de los siguientes sistemas: 1. aire-aire; 2. aire-agua; 3. aire-tierra.	Los intercambiadores de calor aire-tierra solo son aplicables cuando existe espacio disponible debido a la necesidad de una gran superficie.
MTD 19.e	Uso de bombas de calor para la recuperación de calor.	La aplicabilidad de las bombas de calor basadas en la recuperación de calor geotérmico es limitada cuando se utilizan tuberías horizontales debido a la necesidad de espacio disponible.
MTD 19.f	Aplicación de una ventilación natural.	En las naves de bovino, esto puede no ser aplicable a: — los sistemas de alojamiento con suelos con cama en climas cálidos — los sistemas de alojamiento sin suelos con cama o sin cubículos (corrales) cubiertos y aislados en climas fríos.

### 5.8.4. Emisiones acústicas

**MTD 20. Para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones sonoras**, la MTD consiste en establecer y aplicar un plan de gestión del ruido, que incluya los elementos siguientes:

- i) un protocolo que contenga actuaciones y plazos adecuados,
- ii) un protocolo para la supervisión del ruido,
- iii) un protocolo de respuesta a los problemas detectados en relación con el ruido,
- iv) un programa de reducción del ruido destinado, p. ej. a determinar su fuente o fuentes, supervisar las emisiones de ruido, caracterizar las contribuciones de las fuentes y aplicar medidas de eliminación y/o reducción,
- v) una revisión de los incidentes pasados en relación con el ruido y las soluciones encontradas, y la difusión de conocimientos sobre ese tipo de incidentes.

### Aplicabilidad

La MTD 20 solo es aplicable en los casos en que se prevén molestias diferentes a las generadas de forma natural por los animales, como es el caso de uso de maquinaria, vehículos de suministro de piensos u otros insumos, vehículos de transporte de animales, etc. debidas al ruido en receptores sensibles o se haya confirmado la existencia de tales molestias.

**MTD 21. Para evitar o, cuando no sea posible, reducir las emisiones de ruido**, la MTD consiste en utilizar una o una combinación de las técnicas indicadas a continuación.

Código	Técnica	Descripción	Aplicabilidad
MTD 21.a	Velar por que haya una distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores sensibles.	En la fase de planificación de la nave/explotación, la distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores sensibles se garantiza mediante la aplicación de distancias mínimas estándar.	Puede no ser aplicable con carácter general a las naves y explotaciones existentes.
MTD 21.b	Ubicación del equipo	Los niveles de ruido pueden atenuarse: i) aumentando la distancia entre el emisor y el receptor (situando los equipos lo más lejos posible de los receptores sensibles), ii) reduciendo al mínimo la longitud de los conductos de suministro de pienso, iii) ubicando las tolvas o silos de almacenamiento de pienso de manera que se reduzca la circulación de vehículos en la explotación	En el caso de las naves existentes, la reubicación de los equipos puede verse limitada por la falta de espacio o por costes excesivos.
MTD 21.c	Medidas operativas	Entre estas medidas cabe citar las siguientes: i) en la medida de lo posible, cerrar puertas y aberturas importantes del edificio, especialmente durante el tiempo de alimentación, ii) dejar el manejo de los equipos en manos de personal especializado, iii) evitar actividades ruidosas durante la noche y los fines de semana, en la medida de lo posible, iv) aplicar medidas de control del ruido durante las actividades de mantenimiento, v) hacer funcionar las cintas transportadoras y los tornillos sin fin cuando estén llenos de pienso, en la medida de lo posible, vi) mantener el mínimo número posible de zonas de deyección al aire libre para reducir el ruido de los tractores rascadores de estiércol.	Aplicable con carácter general.

MTD 21.d	Equipos de bajo nivel de ruido	Entre tales equipos cabe citar los siguientes: i) ventiladores de alta eficiencia, cuando la ventilación natural no sea posible o no sea suficiente, ii) bombas y compresores, iii) sistema de alimentación que reduzca los estímulos anteriores a la comida (p. e. tolvas de almacenamiento, alimentadores pasivos <i>ad libitum</i> , alimentadores compactos, etc.).	La MTD 21.d.iii solo es aplicable a las naves bovinas cerradas. Los alimentadores pasivos <i>ad libitum</i> solo son aplicables cuando los equipos son nuevos o se sustituyen o cuando los animales no requieren una alimentación restringida.
MTD 21.e	Equipos de control del ruido	Estos incluyen: i) reductores de ruido, ii) aislamiento de las vibraciones, iii) confinamiento de equipos ruidosos (p. ej. molinos, cintas transportadoras neumáticas, etc.), insonorización de los edificios.	La aplicabilidad puede ser limitada debido a la necesidad de espacio y a cuestiones de salud y seguridad. No aplicable a los materiales absorbentes del ruido que impiden la limpieza efectiva de la nave.
MTD 21.f	Atenuación del ruido	La propagación del ruido puede limitarse intercalando obstáculos entre emisores y receptores.	Puede no ser aplicable con carácter general por motivos de bioseguridad.

### 5.8.5. Emisiones de polvo

**MTD 22. Para reducir las emisiones de polvo de cada alojamiento para animales**, diferentes a las generadas de forma natural por los animales, como es el caso de uso de maquinaria, administración de piensos u otros insumos, vehículos de transporte de animales, tareas de limpieza, etc la MTD consiste en utilizar una o varias de las técnicas que se indican a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 22.a	Reducción de la generación de polvo en los edificios para el ganado. Para ello puede aplicarse una combinación de las técnicas siguientes:	
	1. Utilizar una cama más gruesa (p. ej. paja larga o virutas de madera en lugar de paja picada).	La paja larga no es aplicable a sistemas que operan con purines.
	2. Aplicar cama fresca utilizando una técnica que genere poco polvo (p. ej. a mano).	Aplicable con carácter general.
	3. Alimentación <i>ad libitum</i> .	Aplicable con carácter general.
	4. Utilizar piensos húmedos, pienso granulado o añadir aglutinantes o materias primas oleosas a los sistemas de pienso seco.	Aplicable con carácter general.
	5. Instalar separadores de polvo en los depósitos de pienso seco que se llenan por medios neumáticos.	Aplicable con carácter general.

	6. Diseñar y utilizar a baja velocidad el sistema de ventilación del aire dentro del alojamiento.	La aplicabilidad puede estar limitada por consideraciones de bienestar animal.
MTD 22.b	Reducir las concentraciones de polvo en el interior del alojamiento aplicando una de las técnicas siguientes:	
	1. Nebulizadores de agua	La aplicabilidad puede verse limitada por la sensación de descenso térmico que puede experimentar el animal durante la nebulización, en particular en las etapas sensibles de su vida, o por un clima frío y húmedo.  La aplicabilidad puede verse restringida también en el caso de los sistemas de estiércol sólido al final del período de cría debido a un aumento de las emisiones de amoníaco.

### 5.8.6. Emisiones de olores

**MTD 23. Para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir los olores** procedentes de una explotación, la MTD consiste en establecer, aplicar y revisar periódicamente un plan de gestión de olores, que incluya todos los elementos siguientes:

- i) un protocolo que contenga actuaciones y plazos adecuados,
- ii) un protocolo de supervisión de los olores,
- iii) un protocolo de respuesta a problemas concretos de olores,
- iv) un programa de prevención y eliminación de olores diseñado para, p. e. identificar la fuente o fuentes, supervisar las emisiones de olores (véase la MTD 26), caracterizar las contribuciones de las fuentes y aplicar medidas de eliminación y/o reducción,
- v) una revisión de los incidentes pasados en relación con los olores y las soluciones encontradas, y la difusión de conocimientos sobre ese tipo de incidentes.

#### *Aplicabilidad*

La MTD 23 solo es aplicable en los casos en que se prevén molestias diferentes a las generadas de forma natural por los animales (como es el caso del almacenamiento y distribución del estiércol), debidas al olor en receptores sensibles y/o se haya confirmado la existencia de tales molestias.

**MTD 24. Para evitar o, cuando no sea posible, reducir las emisiones de olores** de una explotación y su impacto, la MTD consiste en utilizar una o una combinación de las técnicas indicadas a continuación.

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 24.a	Velar por que haya una distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores sensibles.	Esta técnica puede no ser aplicable con carácter general a las naves y explotaciones existentes.

<p>MTD 24.b</p>	<p>Utilizar un sistema de alojamiento que siga uno o una combinación de los principios siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— mantener los animales y las superficies secas y limpios (p. ej. evitar derrames de pienso, evitar en suelos parcialmente emparrillados la presencia de excrementos en zonas de descanso de los animales),</li> <li>— reducir la superficie de emisión del estiércol (por ejemplo, uso de rejillas de plástico o metal, canales con una menor superficie de estiércol expuesta),</li> <li>— evacuar frecuentemente el estiércol a un depósito exterior (cubierto),</li> <li>— reducir la temperatura del estiércol (p. ej. refrigerando los purines) y del ambiente interior,</li> <li>— disminuir el flujo y la velocidad del aire en la superficie del estiércol,</li> <li>— mantener la cama seca y en condiciones aeróbicas en los sistemas con cama.</li> </ul>	<p>Puede que no sea posible reducir la temperatura del ambiente interior ni el flujo y la velocidad del aire por consideraciones de bienestar de los animales.</p> <p>La eliminación de purines mediante lavado por chorro no es aplicable en las explotaciones bovinas situadas cerca de receptores sensibles debido a picos de olor.</p>
<p>MTD 24.c</p>	<p>Optimizar las condiciones de evacuación del aire de salida del alojamiento animal aplicando una o una combinación de las técnicas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— aumentar la altura de la salida del aire (p. ej. por encima del nivel de la cubierta, instalando chimeneas, desviando el aire de salida por el caballete de la cubierta en lugar de por la parte baja de los muros),</li> <li>— aumentar la velocidad del extractor de aire vertical,</li> <li>— colocar de forma eficaz barreras exteriores para crear turbulencias en el flujo de aire de salida (p. ej. vegetación).</li> <li>— incorporar cubiertas deflectoras en las aberturas de ventilación situadas en las partes bajas de los muros para dirigir el aire residual hacia el suelo,</li> <li>— dispersar el aire de salida por el lado del alojamiento que no esté orientado al receptor sensible,</li> </ul> <p>orientar el caballete de la cubierta de un edificio con ventilación natural en dirección transversal a la dirección predominante del viento.</p>	<p>La orientación del eje de la nave no es aplicable a las naves existentes.</p>

Código	Técnica	Aplicabilidad
MTD 24.d	Utilizar una o una combinación de las siguientes técnicas de almacenamiento de estiércol:	
	1. Cubrir los purines o el estiércol sólido durante su almacenamiento.	Véase la aplicabilidad de la MTD 9.b en relación con los purines. Véase la aplicabilidad de la MTD 11.b en relación con el estiércol sólido.
	2. Situar el depósito teniendo en cuenta la dirección general del viento y/o adoptar medidas para reducir su velocidad alrededor del depósito y sobre su superficie (p. ej. interponiendo árboles, barreras naturales).	Aplicable con carácter general.
	3. Reducir al mínimo la agitación del purín.	Aplicable con carácter general.
MTD 24.e	Procesar el estiércol con una de las técnicas siguientes para minimizar las emisiones de olores durante (o antes de) la aplicación al campo:	
	1. Compostar el estiércol sólido.	Véase la aplicabilidad de la MTD 13.d
	2. Digestión anaeróbica.	Véase la aplicabilidad de la MTD 13.b.
MTD 24.f	Utilizar una o una combinación de las siguientes técnicas de aplicación al campo del estiércol:	
	1. Sistema de bandas, discos o inyectores para la aplicación al campo de purines.	Véase la aplicabilidad de la MTD 14.a, de la MTD 14.b o de la MTD 14.c
	2. Incorporar el estiércol lo antes posible.	Véase la aplicabilidad de la MTD 15.



## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS

### 6.1 Gestión nutricional

#### 6.1.1. Técnicas para reducir el nitrógeno excretado

Técnica	Descripción
Reducir el contenido en proteína bruta mediante una dieta equilibrada en nitrógeno y energía, teniendo en cuenta las necesidades energéticas y productivas de los animales	<p>Ajustando y reduciendo niveles proteína bruta en la dieta de los animales frente a valores típicos, no se ve afectada la producción, y se consigue una disminución de contenido N en deyecciones.</p> <p>Una buena opción para reducir los niveles de Proteína bruta consiste en aumentar la relación energía/proteína en la dieta mediante el uso de pasto "más viejo" (mayor altura de la superficie del césped) o cereales forrajeros en hileras y/o complementar el pasto con alimentos de alto contenido energético (por ejemplo, ensilaje de maíz).</p> <p>Para los sistemas de producción de rumiantes basados en pastizales, la viabilidad de esta estrategia puede ser limitada, ya que los pastos viejos pueden reducir calidad de alimentación.</p>
Alimentación multifase con una formulación del pienso adaptada a las necesidades específicas del período productivo.	<p>La composición de la ración alimenticia responde con más exactitud a las necesidades de los animales en términos de energía, minerales y proteínas, en función del peso del animal y/o de la fase productiva. Los animales jóvenes y los altamente productivos requieren más concentración de proteínas que los animales más viejos.</p> <p>La alimentación por fases se puede aplicar de tal manera que el contenido de PB de las dietas lecheras disminuya gradualmente del 16 % de la MS justo antes del parto y en la lactancia temprana a menos del 14 % al final de la lactancia y la mayor parte del período seco;</p> <p>La alimentación por fases también se puede aplicar en el ganado de carne de tal manera que el contenido de PB de las dietas se reduzca gradualmente del 16 % al 12 % con el tiempo.</p>

#### 6.1.2. Técnicas para la reducción de emisiones de metano por fermentación entérica

Técnica	Descripción
Alimentación multifase con una formulación del pienso adaptada a las necesidades específicas del período productivo.	Ver apartado anterior. Esta técnica también permite la reducción de emisiones de metano por fermentación entérica
<p>Mejora de la calidad dieta Mejora de la digestibilidad del forraje.</p> <p>-Uso de almidones con baja degradabilidad ruminal -Mayor aporte de</p>	El objetivo de esta medida es mejorar la digestibilidad del forraje de la dieta a partir de diversas estrategias nutricionales. Entre ellas hay que destacar el uso de almidones con baja degradabilidad ruminal, el mayor aporte de concentrados que mantengan funcionalidad ruminal óptica, el uso forrajes de calidad y un menor contenido en fibra; así como disminuir el estado de madurez del pasto y/o forraje conservado. Todas ellas pueden conseguir una reducción de las emisiones entéricas.

<p>concentrados que mantengan funcionalidad ruminal óptima</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Forrajes de calidad y un menor contenido en fibra</li> <li>-Disminuir el estado de madurez del pasto y/o forraje conservado</li> </ul>	<p>Para los rumiantes, el excedente de proteína y la excreción de N dependen en gran medida de la proporción de pasto, ensilado de pasto, heno, granos y concentrados en la ración y el contenido de PB de estos alimentos.</p> <p>Una ración adaptada a la demanda energética de los animales siempre dará como resultado un alto excedente de proteínas. Las siguientes estrategias pueden mejorar esta situación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) Asegurar que la tasa de aplicación de fertilizante nitrogenado en los pastizales no sea excesiva;</li> <li>(b) Mejorar el equilibrio energía/proteínas mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) Sustituir parte del pasto fresco por un alimento de menor contenido proteico (ensilaje de maíz, heno cosechado en estados avanzados de madurez, paja, etc.);</li> <li>(ii) Usar pasto más maduro (intervalos de corte más amplios) o cantidades racionadas de pasto y más concentrados de alta energía y proporcionar la cantidad adecuada de proteína de paso por rumen. No obstante, para los sistemas de producción ganadera predominantemente basados en pastizales, la viabilidad de esta estrategia a menudo se ve limitada porque ya no se garantizaría el uso completo de la producción de pastos (en condiciones de producción limitada, por ejemplo, cuotas de leche) y el balance de nutrientes de las granjas no estarían en equilibrio.</li> </ul> </li> </ul> <p>Si bien las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico pueden verse reducidas, la emisión de CH<sub>4</sub> del estiércol podría aumentar debido a la mayor producción fecal de MO fermentable.</p> <p>Al mejorar la digestibilidad de la dieta se mejoran los índices productivos (9%), pero podría tener un efecto sobre el contenido de N excretado y las emisiones de N<sub>2</sub>O de los purines y estiércoles generados, y asociados menores emisiones de CH<sub>4</sub> en el purín por la variación del contenido de fibra de la ración.</p>
<p>Aumentar la relación concentrado/ forraje</p>	<p>Se ha visto una reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico mediante la mejora de digestibilidad de la dieta reduciendo la proporción forraje: concentrado. El aumento de la proporción de concentrado en la dieta podría reducir las emisiones de CH<sub>4</sub> si la producción se mantiene igual o aumenta.</p> <p>La alimentación con forraje de buena calidad permite incrementar la digestibilidad del alimento y alcanzar mayores rendimientos originando una reducción de las emisiones por unidad de producto (si bien las emisiones diarias pueden verse incrementadas)</p> <p>El uso de leguminosas forrajeras: reduce emisiones</p> <p>El manejo del pasto y pastoreo unido al cambio de especies forrajeras y una correcta formulación de la dieta permite reducir las emisiones por unidad de producto en comparación con la alimentación de forraje de baja calidad</p>
<p>Aditivos en pienso para mejorar el funcionamiento ruminal: Incorporación de 3-NOP</p>	<p>El CH<sub>4</sub> se produce en el rumen mediante la actividad de las arqueas metanogénicas que utilizan gran parte del H<sub>2</sub> generado la fermentación anaerobia de carbohidratos para CO<sub>2</sub> a CH<sub>4</sub>.</p> <p>La suplementación de la dieta con la molécula sintética 3-nitrooxipropanol (3-NOP) permite una manipulación del proceso de metanogénesis ruminal consistente en la inhibición del último paso en la síntesis del CH<sub>4</sub> por parte de las arqueas metanogénicas ruminales (inhibe directamente la acción de las arqueas metanogénicas, fundamentalmente la actividad de la enzima methyl-coenzyma M reductasa). Dicha inhibición consigue disminuir de forma eficaz las</p>

	<p>emisiones de CH<sub>4</sub> entérico. En 2022, se aprobó su uso en la UE para vacas lecheras y de cría pero no para terneros de engorde.</p> <p>No afecta a la digestibilidad de la dieta, se han observado una pequeña reducción en la ingesta (4,5%), sin afectar por ello la productividad. Sí que se ha observado que disminuye su efectividad si aumenta el contenido en fibra de la dieta.</p>
--	---

## 6.2 Alojamiento de los animales

### 6.2.1. Descripción de los tipos de suelos y técnicas para reducir las emisiones de amoníaco en las naves para ganado bovino

Tipo de suelo	Descripción
Suelos parcialmente emparrillados	Suelos cuya superficie es parcialmente sólida y parcialmente emparrillada con un piso de metal, hormigón o plástico que dispone de aperturas por las que las heces y la orina caen a un canal o foso. El ensuciamiento del suelo se previene con una gestión adecuada de los parámetros ambientales interiores, especialmente en climas calurosos, y/o mediante el correcto diseño de los sistemas de alojamiento.
Suelos de hormigón sólido	Suelos cuya superficie es completamente de hormigón sólido. Los suelos pueden cubrirse con cama (p. ej., paja) en grados variables. En general, los suelos están inclinados para facilitar el drenaje de la orina y el agua.

Los tipos de suelos comentados anteriormente se utilizan en los siguientes sistemas de alojamiento, cuando procede:

Técnica	Descripción
<p>Una fosa profunda (cuando el suelo está parcialmente emparrillado), únicamente si se utiliza en combinación con otra medida de mitigación, p. ej.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— una combinación de técnicas de gestión nutricional,</li> <li>— un sistema de depuración del aire,</li> <li>— reducción del pH de los purines,</li> <li>— refrigeración de los purines.</li> </ul>	<p>Los corrales disponen de una fosa profunda debajo del suelo emparrillado para almacenar los purines entre evacuaciones poco frecuentes.</p> <p>La evacuación de los purines para esparcirlos o almacenarlos al aire libre se efectúa con la mayor frecuencia posible (por ejemplo, cada dos meses como mínimo), a menos que existan restricciones técnicas (por ejemplo, capacidad de almacenamiento).</p>

<p>Un sistema de vacío para la eliminación frecuente de los purines (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).</p>	<p>Las bocas de salida situadas en el fondo del canal o la fosa están conectadas a una tubería de evacuación que pasa por debajo y transfiere los purines al almacén exterior. Los purines se evacúan frecuentemente abriendo una válvula o tapón en la canalización principal de purines, p. ej. una o dos veces a la semana; se crea un ligero vacío que permite el vaciado total del canal o fosa. Los purines deben alcanzar cierta profundidad para que el sistema pueda funcionar adecuadamente y para que el vacío sea eficaz.</p>
<p>Canal del purín con paredes inclinadas (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).</p>	<p>El canal del purín forma una V en cuyo vértice se encuentra el punto de descarga. La pendiente y la suavidad de la superficie facilitan la evacuación de los purines. Su retirada se efectúa al menos dos veces por semana.</p>
<p>Arrobadera o robot para la eliminación frecuente de los purines (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).</p>	<p>Una arrobadera es un dispositivo mecánico utilizado en la ganadería, específicamente en establos o instalaciones de alojamiento de vacas lecheras o. Está diseñado para eliminar y transportar los desechos animales, típicamente en forma de purín líquido, desde el suelo del establo hacia un sistema de almacenamiento o tratamiento.</p> <p>La arrobadera consta de una serie de cuchillas o raspadores unidos a una cadena o sistema transportador que se desplaza a lo largo del suelo acanalado para favorecer la separación de la orina. A medida que el dispositivo avanza, las cuchillas raspan el estiércol y lo empujan hacia una fosa de recolección o canal. Desde allí, el purín se puede dirigir a un tanque de almacenamiento, a un sistema de manejo de estiércol o a un digestor anaeróbico para su procesamiento o eliminación adicional.</p> <p>Las arrobaderas suelen ser automáticas o semiautomáticas, operando según un horario preestablecido o controlados por sensores para asegurar la remoción regular y eficiente de los desechos animales. Desempeñan un papel crucial en mantener un ambiente limpio e higiénico para el ganado, evitando la acumulación de estiércol y reduciendo olores y posibles riesgos para la salud asociados con la acumulación de desechos.</p> <p>También se puede utilizar un robot o vehículo autopropulsado con el mismo propósito.</p> <p>Además, el manejo adecuado de los purines puede contribuir a reducir los impactos ambientales al minimizar la pérdida de nutrientes y las emisiones de gases como el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>).</p>

Técnica	Descripción
Fosa de estiércol reducido (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	El corral está provisto de una fosa estrecha con una anchura de aproximadamente 0,6 m. La fosa puede ubicarse en un pasillo exterior.
Eliminación frecuente de los purines mediante lavado a chorro (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Los purines se retiran con mucha frecuencia (por ejemplo, una o dos veces al día) lavando los canales por chorro con la fracción líquida de los purines (contenido de materia seca no superior al 5 % aproximadamente) o con agua. La fracción líquida de los purines también puede airearse antes del lavado. Esta técnica puede combinarse con las distintas variantes de fondos de los canales o fosas, p. ej. canalones, tubos o una capa de purines permanente.
Sistema de cama de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Suelo completamente de hormigón cubierto casi en su totalidad con una capa de paja u otro material lignocelulósico. En un suelo de cama de paja, el estiércol sólido se evacúa con frecuencia (p. ej. dos veces por semana). En un sistema de cama profunda, se añade paja fresca en la superficie y el estiércol acumulado se retira al final del ciclo de cría. Pueden organizarse en diferentes zonas funcionales para que los animales puedan tumbarse, alimentarse, moverse y defecar.
Pasillo exterior con cama (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Por una pequeña puerta, las vacas pueden salir a defecar en un pasillo exterior con suelo de hormigón con cama. El estiércol cae a un canal del que se retira una vez al día con un rascador.
Casetas de descanso y alimentación sobre suelo sólido (en el caso de corrales con cama).	Las vacas se alojan en un corral dividido en dos áreas funcionales, la principal, con cama, y una serie de casetas con suelo sólido para tumbarse y alimentarse. El estiércol se incorpora a la paja u otro material lignocelulósico que se añade o sustituye con regularidad.
Colector de purín (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Bajo el suelo emparrillado se coloca un colector (o fosa) prefabricado. El colector es más profundo en uno de sus lados, con una pendiente de al menos 3° hacia un canal estercolero central; el estiércol desborda cuando alcanza 12 cm de altura. Si hay un canal de agua, el colector puede subdividirse en dos secciones: una de agua y otra de estiércol.
Sistema de sustitución de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Los terneros se crían en corrales con suelo sólido en los que se han establecido una zona de descanso inclinada y una zona de excreción. Cada día se suministra paja a los animales. La actividad de los terneros empuja la cama y la distribuye a lo largo de la pendiente del corral (4-10 %) hacia el pasillo de colecta del estiércol. La fracción sólida puede retirarse con frecuencia (p. ej. diariamente) por medio de un rascador.
Corrales con cama con generación combinada de estiércol (purín y estiércol sólido).	Las parideras disponen de zonas funcionales separadas: una zona de descanso con cama, zonas para moverse y de excreción con suelos emparrillados o perforados, y una zona de alimentación con suelo sólido. Los terneros disponen de un nido cubierto y con cama. Los purines se retiran frecuentemente por medio de un rascador. El estiércol sólido se retira manualmente a diario del suelo sólido. Se suministra con regularidad material para la cama. A ese sistema puede añadirse un patio.

Técnica	Descripción
Colector de purín (cuando el suelo está parcialmente emparrillado).	Bajo el suelo emparrillado se coloca un colector (o fosa) prefabricado. El colector es más profundo en uno de sus lados, con una pendiente de al menos 3° hacia un canal estercolero central; el estiércol desborda cuando alcanza 12 cm de altura. Si hay un canal de agua, el colector puede subdividirse en dos secciones: una de agua y otra de estiércol.
Sistema de sustitución de paja (cuando el suelo es de hormigón sólido).	Los terneros se crían en corrales con suelo sólido en los que se han establecido una zona de descanso inclinada y una zona de excreción. Cada día se suministra paja a los animales. La actividad de los terneros empuja la cama y la distribuye a lo largo de la pendiente del corral (4-10 %) hacia el pasillo de colecta del estiércol. La fracción sólida puede retirarse con frecuencia (p.ej. diariamente) por medio de un rascador.
Corrales con cama con generación combinada de estiércol (purín y estiércol sólido).	Las parideras disponen de zonas funcionales separadas: una zona de descanso con cama, zonas para moverse y de excreción con suelos emparrillados o perforados, y una zona de alimentación con suelo sólido. Los terneros disponen de un nido cubierto y con cama. Los purines se retiran frecuentemente por medio de un rascador. El estiércol sólido se retira manualmente a diario del suelo sólido. Se suministra con regularidad material para la cama. A ese sistema puede añadirse un patio.

#### 6.2.2. Técnicas de refrigeración de purines

Técnica	Descripción
Tuberías de refrigeración de purines.	<p>La temperatura de los purines se reduce (en general a menos de 12 °C) instalando un sistema de refrigeración sobre los purines, sobre el suelo de hormigón o integrado en el suelo.</p> <p>. El sistema consiste en tuberías por las que circula agua o un refrigerante. Las tuberías están conectadas a un dispositivo de intercambio de calor para recuperar energía que puede utilizarse para calentar otras partes de la explotación. La fosa o los canales tienen que vaciarse con frecuencia debido a la relativamente pequeña superficie de intercambio de las tuberías.</p>

#### 6.2.3. Técnicas para reducir el pH de los purines

Técnica	Descripción
Acidificación de los purines.	<p>Se añade ácido sulfúrico a los purines para reducir el pH a aproximadamente 5,5 en la fosa de purines.</p> <p>Esa adición puede efectuarse en un tanque de procesado, y a continuación los purines se airean y homogeneizan. Parte de los purines tratados se devuelve mediante bombeo al pozo de almacenamiento situado debajo del suelo de los alojamientos.</p> <p>El sistema de tratamiento está totalmente automatizado. Antes (o después) de la aplicación al campo de purines sobre suelos ácidos, puede ser necesario añadir cal para neutralizar el pH del suelo. Otras soluciones son realizar la acidificación directamente en el depósito de purines o de forma constante durante la aplicación al campo.</p>

#### 6.2.4. Técnicas para mantener unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad y ventilación en los alojamientos

Técnica	Descripción
Climatización de establos para reducir la temperatura interior y el flujo de aire (ganado)	<p>En general, para conseguir una temperatura óptima será necesario un aislamiento térmico correcto, una cama adecuada y ventilación adecuada. La circulación del aire, los niveles de polvo, la temperatura, la humedad relativa y las concentraciones de gases deben mantenerse dentro de límites que no sean perjudiciales para los animales.</p> <p>En alojamientos cerrados o semiabiertos, es esencial proporcionar a los animales suficiente caudal de aire fresco y uniformemente distribuido por el edificio sin crear corrientes de aire perniciosas., esto es, un “volumen de nave” suficiente mediante una ventilación controlada</p>
Instalaciones con aislamiento en el techo y/o ventilación natural controlada	<p>La transferencia de energía radiante a través de los techos influye en la temperatura de la nave, esta radicación se reduce mediante el aislamiento del techo</p> <p>La ventilación natural está condicionada por la diferencia de temperatura y/o el flujo de aire en la nave, por ello es conveniente situar adecuadamente las entradas y salidas de aire. La ventilación natural controlada debe ser tal que proporcione los cambios de aire necesarios.</p> <p>Las propiedades de ventilación natural deseables incluyen la capacidad del edificio para eliminar el exceso de calor, el vapor de agua, el polvo y los microorganismos, además de poder proporcionar una distribución uniforme del aire y una velocidad de aire correcta</p> <p>Los edificios se ventilarán mejor de forma natural cuando estén ubicados en ángulo recto con respecto a la dirección predominante del viento.</p> <p>En lugares donde los veranos son largos y calurosos, la ventilación natural puede no ser suficiente. En estos casos, será necesario recurrir a la ventilación dinámica.</p>

### 6.3 Manejo de los animales

#### 6.3.1. Técnicas de manejo de los animales para reducir las emisiones de metano y amoníaco a la atmósfera

Técnica	Descripción
Aumento de la longevidad.	<p>La productividad se puede aumentar aumentando la producción de leche por año y aumentando la cantidad de ciclos de producción de leche por animal.</p> <p>La dieta y las condiciones de alojamiento optimizadas permiten una mayor longevidad del ganado lechero.</p> <p>Mejorar la longevidad del ganado lechero también disminuye la cantidad de ganado joven necesario para el reemplazo.</p> <p>Reducir las enfermedades endémicas y la ganancia genética a través de la reproducción dirigida también puede ofrecer valor. Los animales de reposición consumen recursos y emiten gases de efecto invernadero</p>

	<p>durante su periodo no productivos.</p> <p>Aumentar la vida útil de las hembras reproductoras ayuda a reducir el número de animales de reposición necesarios. En particular, reducir la proporción de vacas que abandonan el rebaño antes de terminar su primera lactancia podría resultar en una mejora sustancial con respecto a las emisiones de GEI por unidad de alimento producido y la rentabilidad de los rebaños lecheros.</p> <p>Aumentar la vida útil de las hembras reproductoras (siempre dentro de los parámetros productivos y de salud tolerables) ayuda a reducir el número de animales de reposición necesarios.</p> <p>Los animales de reposición consumen recursos y emiten gases de efecto invernadero durante su periodo no productivo, haciendo que aumenten así las emisiones del rebaño</p>
Aumentar la productividad (ganado de leche y de carne) a través de un aumento en la producción de leche o aumento de peso diario (GMD)	<p>Aumento de la productividad del ganado lechero y de carne a través de un aumento en la producción de leche o aumento de peso diario (GMD) reduce las emisiones de CH<sub>4</sub> (y potencialmente N<sub>2</sub>O) por kg de producto.</p> <p>Se debe encontrar un equilibrio entre la reducción de emisiones a través del aumento de la productividad y la capacidad limitada del ganado para manejar concentrados.</p> <p>Una estrategia para reducir la excreción de N y las pérdidas por unidad de producto es la mejora de la eficiencia de conversión alimenticia a través de mayores rendimientos. Aumentar el número de lactancias por vaca también puede disminuir la emisión de NH<sub>3</sub> por unidad de producción de leche durante la vida del animal.</p> <p>Como hay mucha variación natural en la eficiencia del uso de nitrógeno (NUE) entre animales individuales, la cría dirigida para una mejor NUE también puede ser una opción. Aumentar la NUE mejorando el rendimiento animal (rendimiento de leche, tasa de crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia, etc.), de modo que para el mantenimiento se utilice una proporción decreciente del requerimiento total de proteína.</p>
Mejora de las tasas de fertilidad	<p>La mejora de la fertilidad de las hembras reproductoras de los rebaños ayuda a reducir el número de vacas reproductoras para conseguir un determinado nivel de producción.</p> <p>Los animales improductivos que no paren en su tiempo y forma consumen recursos y emiten gases de efecto invernadero durante su periodo no productivo, haciendo que aumenten así las emisiones del rebaño.</p>
Mejora de la salud y bienestar de los animales	<p>La mejora de la salud del rebaño permite una mejora de la eficiencia productiva maximizándola ya que permite optimizar los recursos disminuyendo los desechos que se producen. Existen estudios sobre el impacto de la reducción de la incidencia de enfermedades como, por ejemplo, la mastitis, en la reducción de la intensidad de emisiones;</p> <p>La mejora del bienestar de los animales permite mejorar la eficiencia productiva y por lo tanto reducir la intensidad de las emisiones de GEI. La mejora del bienestar en las explotaciones puede hacerse a través de diversas medidas: mejorar el confort, disminución del estrés que permiten mejorar distintos aspectos del bienestar animal a la vez que mejoran la productividad y reducen la intensidad de las emisiones por unidad de producto.</p>



## 6.4 Almacenamiento de estiércoles líquidos o purines

### 6.4.1. Técnicas para reducir las emisiones de amoníaco durante el almacenamiento en los DEPÓSITOS y las BALSAS de purines

Técnica	Descripción
Reducir el coeficiente entre la superficie emisora y el volumen del depósito de purines.	En los depósitos rectangulares, la proporción entre altura y superficie es de 1:30-50. En los depósitos circulares, las dimensiones favorables del contenedor se obtienen con una relación altura-diámetro de 1:3 a 1:4. Puede aumentarse la altura de las paredes laterales del depósito de purines.
Reducir la velocidad del viento y el intercambio de aire sobre la superficie del purín, disminuyendo el nivel de llenado del depósito.	Aumentar el margen libre (distancia entre la superficie de purines y el borde superior del depósito) de los depósitos descubiertos proporciona un efecto de protección contra el viento.
Reducir al mínimo la agitación del purín	Agitar los purines lo mínimo posible. Esta práctica implica: <ul style="list-style-type: none"> <li>— llenar el depósito por debajo de la superficie,</li> <li>— descargar los purines lo más cerca posible de la base del depósito, evitar la homogeneización y la circulación innecesarias de los purines (antes de vaciar el depósito).</li> </ul>
Cubierta rígida.	La cubierta o tapa puede ser de hormigón, de paneles de fibra de vidrio o de láminas de poliéster, de forma plana o cónica, y se coloca sobre los silos o cisternas de acero u hormigón. Está bien cerrada y es estanca para minimizar el intercambio de aire y para impedir que entre lluvia o nieve.
Cubiertas flexibles.	Cubiertas en forma de tienda: cubierta con un mástil central con radios que bajan desde su parte superior; sobre los radios se extiende una membrana de tejido, que se fija mediante una serie de tirantes alrededor del depósito; las aberturas no cubiertas son mínimas. Cubierta abovedada: cubierta con una estructura curvada instalada sobre depósitos redondos utilizando piezas de acero y juntas atornilladas. Cubierta plana: cubierta formada por un material compuesto flexible y autoportante sujeta por clavijas a una estructura metálica.
Cubiertas flotantes	
1.- Costra natural.	Puede formarse una costra en la superficie de los purines que tengan suficiente contenido de materia seca (el 2 % como mínimo), en función de la naturaleza de los purines sólidos. Para que sea eficaz, la costra tiene que ser gruesa, dejarse intacta y cubrir toda la superficie de los purines. Cuando se forma la costra, el depósito debe llenarse por debajo de la superficie para evitar que se rompa.

2.-Paja.	Al añadir paja triturada a los purines se forma una costra. Esto ocurre generalmente cuando el contenido de materia seca del purín es superior al 4-5 %. Se recomienda que la capa tenga un espesor de al menos 10 cm. El flujo de aire puede reducirse añadiendo la paja cuando se incorporan purines. A lo largo del año puede resultar necesario renovar total o parcialmente las capas de paja. Cuando se forma la costra, el depósito debe llenarse por debajo de la superficie para evitar que se rompa.
3.-Bolas de plástico.	Para cubrir la superficie de los purines se utilizan bolas de poliestireno de 20 cm de diámetro y 100 g de peso. Es necesario sustituir con periodicidad los elementos deteriorados y añadir bolas para rellenar los puntos descubiertos.
4.-Materiales ligeros a granel.	En la superficie de los purines se añaden materiales tales como agregados de arcilla ligera expandida (LECA), productos a base de LECA, perlita o zeolita para formar una capa flotante. Se recomienda que la capa flotante tenga un espesor de al menos 10-12 cm. En el caso de partículas LECA más pequeñas, una capa más fina puede ser eficaz.
5.- Cubiertas flotantes flexibles.	Las cubiertas de plástico flotantes (p. ej. lonas, láminas, películas, etc.) permanecen sobre la superficie de los purines. Se instalan flotadores y tubos para mantener la cubierta en su sitio y dejar un espacio vacío debajo de ella. Esta técnica puede combinarse con elementos y estructuras estabilizadores para que puedan realizarse movimientos verticales. Es necesario ventilar, así como retirar el agua de lluvia que se acumula sobre la cubierta.
6.- Placas de plástico geométricas.	Sobre la superficie de los purines se distribuyen automáticamente elementos de plástico flotantes de forma hexagonal. Puede cubrirse aproximadamente un 95 % de la superficie.
7.- Cubiertas neumáticas.	Una cubierta de tejido de PVC sostenida por una bolsa hinchable que flota sobre los purines. El tejido se fija por medio de tensores a la estructura metálica periférica.
Láminas de plástico flexibles.	Láminas de plástico impermeables resistentes a los UV (por ejemplo, PEAD) fijadas en los bordes de la balsa y sostenidas por flotadores. Ese sistema impide que cuando se mezcla el estiércol la cubierta se dé la vuelta y se lleve el viento. Las cubiertas pueden estar equipadas también con conductos de evacuación de gases, otras aberturas de mantenimiento (por ejemplo, para la utilización de dispositivos de homogeneización) y un sistema de recogida y evacuación de aguas pluviales.

#### Almacenamiento en bolsas

Bolsas de purines	Una bolsa de purín, también conocida como bolsa de almacenamiento de purín o sistema de bolsa de purín, es un método utilizado en agricultura para el almacenamiento y la gestión del estiércol de ganado, especialmente el generado por el ganado vacuno. Consiste en el uso de grandes bolsas o revestimientos de plástico impermeables para contener y almacenar la mezcla líquida de estiércol.
-------------------	---

	<p>La bolsa de purín generalmente está fabricada con un material duradero y flexible, como polietileno de alta densidad (HDPE), que es resistente a perforaciones y fugas. La bolsa está diseñada para ser hermética, con el fin de evitar la liberación de olores y gases, así como para minimizar el riesgo de contaminación del medio ambiente.</p> <p>Para crear una bolsa de purín de ganado, se extiende la bolsa en una superficie nivelada, como un campo o una plataforma de hormigón, y se bombea o se alimenta por gravedad el purín en la bolsa a través de un tubo de entrada. Una vez llena, la bolsa se sella, ya sea doblando y sujetando el extremo abierto o utilizando equipos de sellado especializados. El tamaño de la bolsa puede variar según el volumen de purín que se vaya a almacenar.</p> <p>Las bolsas de purín de ganado ofrecen una solución de almacenamiento para los desechos ganaderos hasta que puedan ser utilizados adecuadamente o esparcidos como fertilizante en tierras agrícolas. Proporcionan flexibilidad en la gestión del estiércol durante períodos en los que no es factible esparcirlo en los campos, como durante condiciones climáticas húmedas o cuando la capacidad de almacenamiento es limitada. Las bolsas pueden ser transportadas a diferentes ubicaciones, lo que permite una distribución más eficiente de nutrientes y reduce los costos de transporte.</p> <p>Para evitar el acúmulo de gases inflamables (biogas) deberá contar con válvulas seguridad con antorcha o un Sistema de aprovechamiento del biogas producido.</p>
--	--

#### 6.4.2. Técnicas para reducir las emisiones al suelo y al agua procedentes de depósitos de purines

Técnica	Descripción
Utilizar depósitos que puedan soportar tensiones mecánicas, químicas y térmicas.	Pueden aplicarse mezclas adecuadas de hormigón y, en muchos casos, un recubrimiento sobre las paredes de hormigón o capas impermeables sobre chapas de acero.
Elegir un sistema de almacenamiento con capacidad suficiente para almacenar el estiércol en los períodos en los que la aplicación al campo no es posible.	Los períodos en los que está permitida la aplicación al campo de los purines dependen de las condiciones climáticas locales, de la legislación, etc.; eso hace que sea necesario disponer de una zona de almacenamiento con capacidad suficiente.  El hecho de contar con capacidad disponible permite, además, adaptar el período de aplicación al campo a las necesidades de nitrógeno de los cultivos

## 6.5 Almacenamiento de estiércoles sólidos

### 6.5.1. Técnicas para reducir las emisiones procedentes del almacenamiento de estiércol sólido

Técnica	Descripción
Almacenar el estiércol sólido encobertizo.	En general, cobertizo es una construcción sencilla con un suelo impermeable y una cubierta, con una ventilación suficiente para evitar condiciones anaeróbicas y una puerta de acceso, donde el estiércol sólido puede almacenarse durante un largo período de tiempo sin riesgo de que vuelva a humedecerse.
Utilizar un silo de hormigón para el almacenamiento.	Una losa de cimentación de hormigón impermeable al agua, que puede combinarse con muros en tres lados y una cubierta, p. ej. un tejado sobre la plataforma de estiércol, plástico resistente a los UV, etc. El suelo está inclinado (con una pendiente de, p. ej. un 2 %) hacia un canalón de drenaje frontal. Las fracciones líquidas y cualquier escorrentía de agua de lluvia se recogen en un foso de hormigón estanco y se manipulan posteriormente.
Almacenar el estiércol sólido en suelos sólidos impermeables equipados con un sistema de drenaje y una cisterna para recoger la escorrentía.	El almacén dispone de un suelo sólido impermeable y un sistema de drenaje (desagües) y está conectado a una cisterna en la que se recogen las fracciones líquidas y la escorrentía del agua de lluvia.  La cisterna no es necesaria cuando los estercoleros tengan pendiente hacia el centro o hacia las paredes, y siempre que este sistema de construcción impida que los lixiviados puedan salir fuera de la zona impermeabilizada.
Elegir un sistema de almacenamiento con capacidad suficiente para conservar el estiércol en los períodos en los que la aplicación al campo no sea posible.	Los períodos en los que está permitida la aplicación al campo del estiércol dependen de las condiciones climáticas locales, de la legislación, etc.; eso hace que sea necesario disponer de una zona de almacenamiento con capacidad suficiente.  El hecho de contar con capacidad disponible permite, además, adaptar el período de aplicación al campo a las necesidades de nitrógeno de los cultivos.
Reducir el coeficiente entre la superficie emisora y el volumen del montón de estiércol.	El estiércol puede compactarse o puede depositarse en un almacén de tres paredes.
Cubrir los montones de estiércol sólido.	Pueden utilizarse materiales tales como cubiertas de plástico resistente a los UV turba, serrín o virutas de madera. Las cubiertas impermeables reducen el intercambio de aire y la descomposición aeróbica en los montones de estiércol lo que, a su vez, disminuye las emisiones al aire.
Almacenamiento de estiércol sólido	El simple hecho de almacenar el estiércol en un lugar seco, protegido de la lluvia también puede reducir las emisiones de nitrógeno. Mantener seco el estiércol sólido durante el almacenamiento minimiza la mineralización y la desnitrificación, que pueden dar lugar a emisiones de $N_2O$ , $NO_x$ y $N_2$ , además de reducir la lixiviación de nitratos y otros compuestos nitrogenados.

## 6.6 Tratamiento in situ de estiércoles.

### 6.6.1. Técnicas para el procesado del estiércol in situ

Técnica	Descripción
<p>Separación mecánica de los purines. Esto puede hacerse, p. ej. por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un decantador centrífugo,</li> <li>- un separador de prensa de tornillo,</li> <li>- coagulación-floculación,</li> <li>- tamizado,</li> <li>- filtros-prensa.</li> </ul>	<p>Esta medida hace referencia a la instalación de sistemas de separación de la fracción sólida (heces y restos de cama) y fase líquida (agua y elementos disueltos) para conseguir una disminución de las emisiones y el aprovechamiento posterior de las fases obtenidas. Existen actualmente diferentes tipos de tecnologías utilizadas, que deberán adaptarse a cada situación y caso. Para que esta medida sea efectiva debe realizarse cuanto antes, sobre purín recién excretado o almacenado durante un periodo corto de tiempo</p> <p>Separación de las fracciones líquida y sólida, que tienen distinto contenido de materia seca, utilizando, p. ej., separadores de prensa de tornillo, decantadores centrífugos, tamices y filtros-prensa. La separación puede facilitarse por coagulación-floculación de las partículas sólidas.</p> <p>Durante la separación del purín, los sólidos y los líquidos se separan mecánicamente entre sí. Esto da como resultado dos fracciones: una fracción de suspensión líquida, con un contenido de materia seca relativamente bajo en comparación con la suspensión; y una fracción sólida que se puede almacenar en montones. La fracción sólida debe manipularse con cuidado durante el almacenamiento para evitar emisiones elevadas de amoníaco. Además, la fracción sólida puede convertirse en una fuente de emisiones de metano, si no se trata adecuadamente. Alternativamente, si la fracción sólida se utiliza como materia prima para la producción de biogás, este potencial de metano puede recuperarse y utilizarse como fuente de energía renovable. Después de la aplicación, la fracción sólida sirve principalmente como fertilizante de N de liberación lenta y mejora del suelo</p> <p>El contenido de materia seca en la fracción líquida se reduce entre un 40 y un 45 por ciento, y viceversa para la sólida. El contenido de carbono en el líquido suele reducirse entre un 45% y un 50%, y la relación C/N del líquido disminuye de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 5:1. A medida que se elimina el carbono de la suspensión, se reduce la degradación microbiana de la materia orgánica durante el almacenamiento de la suspensión. Sin embargo, lo contrario puede ser el caso de la fracción sólida, dependiendo de las condiciones de almacenamiento</p>
<p>Digestión anaeróbica del estiércol en una instalación de biogás.</p>	<p>Los microorganismos anaerobios descomponen la materia orgánica del estiércol en un reactor cerrado en ausencia de oxígeno. Se produce biogás, que se recoge para generar energía, es decir producir calor, calor y electricidad y/o combustible para el transporte. Parte del calor resultante se recicla en el proceso. El residuo estabilizado (digestato) puede utilizarse como abono (digestato suficientemente sólido tras el compostaje).</p> <p>El estiércol sólido puede codigerirse con purines y/u otros co-sustratos, garantizando al mismo tiempo un contenido de materia seca inferior al 12 %</p> <p>Aumenta el potencial de emisiones de NH<sub>3</sub> durante el almacenamiento. Por ello, el purín digerido debe almacenarse en depósitos de purín cubiertos. Éstos deben conectarse al sistema de conducción de gas de la planta de biogás, porque el metano se sigue formando después de que haya tenido lugar la fase de digestión principal en el digestor calentado.</p> <p>Si bien la digestión anaeróbica aumenta la oportunidad de reducir las emisiones de NH<sub>3</sub>, lograrlo dependerá del despliegue de un paquete de medidas adecuado. La implementación combinada de digestión anaeróbica (reducción del contenido de materia seca, aumento de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y pH), almacenamiento cubierto antes del uso y aplicación de bajas emisiones a la</p>

	<p>tierra (por ejemplo, manguera de arrastre, inyección) reduce considerablemente las emisiones de <math>\text{NH}_3</math>. Además, es probable que la inmovilización de N y las pérdidas de <math>\text{N}_2\text{O}</math> sean menores que las de los purines no tratados, debido a la eliminación de sustancias orgánicas fácilmente degradables durante el proceso de digestión anaeróbica.</p> <p>El consumo de energía para el bombeo y la mezcla se reduce considerablemente debido a la reducción del contenido de materia seca.</p>
Nitrificación-desnitrificación de purines. (NDN)	<p>Parte del nitrógeno orgánico se transforma en amonio. El amonio se oxida en nitritos y nitratos por acción de bacterias nitrificantes. Aplicando períodos anaeróbicos, los nitratos pueden convertirse en <math>\text{N}_2</math> en presencia de carbono orgánico. En una balsa secundaria, el lodo se decanta, y parte de él se reutiliza en la balsa de aireación. El residuo puede utilizarse como fertilizante (compost o no) tras la concentración.</p>
Compostaje del estiércol sólido.	<p>El compostaje del estiércol se realiza para crear un producto fertilizante de base biológica estable e inodoro, con menor contenido de humedad, que contiene la mayoría de los nutrientes iniciales, libre de patógenos y semillas</p> <p>Tratamiento aeróbico sobre estiércol o fracciones sólidas (de la separación líquido-sólido de purines), cuyo resultado es un abono orgánico estabilizado denominado compost. Descomposición aeróbica controlada del estiércol sólido por microorganismos que resulta en un producto final (compost) suficientemente estable para el transporte, el almacenamiento y la aplicación al campo. Se reducen los olores, los organismos patógenos microbianos y el contenido de agua del estiércol. La fracción sólida de los purines también puede compostarse. La oxigenación se obtiene por inversión mecánica de las hileras o por aireación forzada de los montones de estiércol. También pueden utilizarse tambores y cisternas de compostaje. El inóculo biológico, los residuos verdes y otros residuos orgánicos (p. ej., digestato) pueden ser compostados junto con el estiércol sólido.</p> <p>Es difícil evitar alguna pérdida de N del estiércol en forma de <math>\text{NH}_3</math> y el proceso también emite gases de efecto invernadero, con potencial para aumentar las emisiones de <math>\text{N}_2\text{O}</math> y <math>\text{CH}_4</math>, además de <math>\text{NO}_x</math> y <math>\text{N}_2</math>. El compostaje en superficies de suelos porosos también puede estar asociado con lixiviados significativos, incluidos <math>\text{NH}_4^+</math> y <math>\text{NO}_3^-</math> y otros compuestos nitrogenados.</p> <p>Los resultados experimentales son muy variables y, a menudo, muestran un aumento de las emisiones de <math>\text{NH}_3</math>; por esta razón, los sistemas de compostaje de estiércol deben considerar la inclusión de métodos adicionales para reducir las emisiones de <math>\text{NH}_3</math> de esta fuente, como cubiertas y sistemas de depuración de aire</p>
Acidificación de purines	<p>Una manera de minimizar las emisiones de amoníaco de los purines almacenados es disminuir el pH agregando ácido sulfúrico (el sulfato añadido sirve como fuente de nutrientes para las plantas). Se debe tener cuidado para garantizar que se mantenga un pH bajo para obtener el máximo beneficio de esta medida. La suspensión con un pH suficientemente reducido también emitirá menos metano.</p> <p>Al agregar ácido sulfúrico al purín en cualquier etapa de la operación de la granja, es necesario hacerlo de manera segura para evitar cualquier riesgo para los trabajadores, animales y el medio ambiente</p> <p>La acidificación es una opción de tratamiento, ya que puede inhibir la metanogénesis y también limitar la volatilización de <math>\text{NH}_3</math>. Esta técnica ha mostrado resultados prometedores en la reducción de GEI y <math>\text{NH}_3</math> en los sistemas de almacenamiento de purines</p>

## 6.7 Aplicación a campo de estiércoles

### 6.7.1. Técnicas de aplicación de purines

Técnica	Descripción
Aplicador en bandas mediante tubos colgantes.	Una serie de mangueras flexibles cuelgan de una barra ancha montada sobre el remolque de purines. Las mangueras vierten los purines sobre el suelo en grandes bandas paralelas. Es posible la aplicación entre las hileras de un cultivo herbáceo en crecimiento.
Aplicador en bandas mediante zapatas colgantes.	Los purines se vierten a través de tubos metálicos rígidos que terminan en «cuñas» metálicas, destinadas a aplicar los purines directamente en bandas estrechas en la superficie del suelo y por debajo de la cubierta vegetal. Algunos tipos de zapatas colgantes están diseñados para hacer una hendidura poco profunda en el suelo con objeto de facilitar la infiltración.
Inyector superficial (surco abierto)	El cultivador de rejas o discos sirven para hacer en el suelo surcos verticales (en general de 4 a 6 cm de profundidad) en los que se depositan los purines. Los purines inyectados se depositan total o parcialmente debajo de la superficie del suelo, y los surcos se mantienen en general abiertos tras la aplicación.
Inyector profundo (surco cerrado)	Se utiliza cultivador de rejas o discos para abrir el suelo y depositar los purines en él antes de cubrirlos completamente por medio de volteadoras o rodillos. La profundidad de los surcos cerrados oscila entre 10 cm y 20 cm.
Acidificación de los purines	Se añade ácido sulfúrico a los purines para reducir el pH a aproximadamente 5,5 en la fosa de purines. Esa adición puede efectuarse en un tanque de procesado, y a continuación los purines se airean y homogeneizan. Parte de los purines tratados se devuelve mediante bombeo al pozo de almacenamiento situado debajo del suelo de los alojamientos. El sistema de tratamiento está totalmente automatizado. Antes (o después) de la aplicación al campo de purines sobre suelos ácidos, puede ser necesario añadir cal para neutralizar el pH del suelo. Otras soluciones son realizar la acidificación directamente en el depósito de purines o de forma constante durante la aplicación al campo.
Enterrado de estiércoles	<p>Los estiércoles deben ser enterrados lo antes posible tras su aplicación, mediante arado de vertedera, chisel, cultivador o equipo que asegure una labor equivalente, arado de vertedera, chisel, cultivador o equipo que asegure una labor equivalente</p> <p>No aplicable en siembra directa, en agricultura de conservación o en pastos. o cuando los purines hayan sido aplicados al suelo por inyección o utilizando sistemas de bandas con mangueras o rejas o cualquier otro dispositivo de aplicación localizada o en el caso de estiércoles sólidos cuando se aplique material que haya sido previamente compostado o digerido</p>

## 6.8 Otras técnicas relacionadas con la gestión medioambiental de la granja

### 6.8.1. Técnicas para reducir las emisiones de aguas residuales

Técnica	Descripción
Minimizar el uso de agua.	El volumen de aguas residuales puede reducirse mediante técnicas tales como la limpieza previa (p. ej. limpieza mecánica en seco) y la limpieza a alta presión.
Separar las aguas de lluvia de los flujos de aguas residuales que requieran tratamiento.	La separación se lleva a cabo mediante recogida selectiva con sistemas de drenaje diseñados y mantenidos correctamente.
Tratar las aguas residuales.	El tratamiento puede efectuarse mediante decantación y/o tratamiento biológico. El tratamiento de las aguas residuales con baja carga de contaminantes puede efectuarse mediante zanjas, estanques, humedales artificiales, pozos de absorción etc. Puede utilizarse un primer sistema de descarga para proceder a la separación antes del tratamiento biológico.
Aplicar las aguas residuales por el terreno, p. ej. mediante un sistema de riego tal como un aspersor, un irrigador móvil, una cisterna o un inyector.	Las corrientes de aguas residuales pueden asentarse, por ejemplo en cisternas o fosos, antes de su aplicación en el terreno. La fracción sólida resultante también puede esparcirse. El agua puede bombearse desde los depósitos y llevarse a través de tuberías que vayan hasta, p. ej. un aspersor o un irrigador móvil que esparza el agua a bajo ritmo. El riego también puede realizarse con equipos de aplicación controlada para que la trayectoria del agua sea baja (esparcimiento lento) y las gotas, grandes.



## 6.8.2. Técnicas para un uso eficiente de la energía

Técnica	Descripción
Optimización de los sistemas de ventilación y de calefacción/refrigeración	<p>Aquí se tienen en cuenta los requisitos de bienestar animal (p. ej. concentración de contaminantes del aire, temperatura adecuada), y esa optimización puede conseguirse aplicando varias medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— automatización y minimización del flujo de aire, manteniendo al mismo tiempo una zona de confort térmico para los animales,</li> <li>— ventiladores con el mínimo consumo de energía específico posible,</li> <li>— mantenimiento de la resistencia al flujo más bajo posible,</li> <li>— convertidores de frecuencia y conmutación electrónica,</li> <li>— ventiladores de ahorro de energía controlados de acuerdo con la concentración de CO<sub>2</sub> del alojamiento,</li> <li>— distribución correcta de los equipos de ventilación y de calefacción/refrigeración, sensores de temperatura y zonas calentadas por separado.</li> </ul>
Aislamiento de los muros, suelos y/o techos del alojamiento.	<p>El material de aislamiento puede ser naturalmente impermeable o estar provisto de un revestimiento impermeable. Los materiales permeables están provistos de una barrera de vapor, ya que la humedad es una de las principales causas del deterioro del material aislante.</p> <p>Otro tipo de material de aislamiento para las granjas bovinas son las membranas termo-reflectantes consistentes en láminas de plástico estratificado destinadas a sellar el alojamiento para evitar la humedad y fugas de aire.</p>
Uso de sistemas de alumbrado de bajo consumo.	<p>Se puede conseguir una iluminación más eficiente mediante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i) la sustitución de las bombillas convencionales de tungsteno o de otras bombillas poco eficientes por luces con una mayor eficiencia energética tales como las lámparas fluorescentes, de sodio o LED,</li> <li>ii) la utilización de dispositivos para ajustar la frecuencia de los micro-destellos, amortiguadores de luz para ajustar la iluminación artificial, sensores de proximidad o interruptores detectores de presencia,</li> <li>iii) una mayor entrada de luz natural utilizando, por ejemplo, respiraderos o claraboyas; la luz natural debe compensarse con las pérdidas de calor potenciales,</li> </ol> <p>utilizar sistemas de iluminación con un período de alumbrado de duración variable.</p>

Técnica	Descripción
<p>Uso de intercambiadores de calor. Puede utilizarse alguno de los sistemas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— aire-aire,</li> <li>— aire-agua,</li> <li>— aire-tierra.</li> </ul>	<p>En un intercambiador de calor aire-aire, el aire entrante absorbe el calor del aire de salida de la nave. Puede estar compuesto por placas de aluminio anodizado o tubos de PVC.</p> <p>En el intercambiador de calor aire-agua, el agua fluye a través de aletas de aluminio situadas en los conductos de salida y absorbe el calor del aire expulsado.</p> <p>En el intercambiador de calor aire-tierra, el aire fresco circula a través de tuberías enterradas (es decir, a una profundidad aproximada de dos metros), aprovechando la escasa variación estacional de la temperatura del suelo.</p>
<p>Uso de bombas de calor para la recuperación de calor.</p>	<p>El calor se absorbe de distintos medios (suelo, agua, aire, purines, etc.) y se transfiere a otro lugar a través de un fluido que circula en un circuito cerrado aplicando el principio del ciclo de refrigeración invertido. El calor puede utilizarse para obtener agua sanitizada o para alimentar un sistema de calefacción o un sistema de refrigeración.</p> <p>La técnica puede absorber el calor de varios circuitos, como los sistemas de refrigeración de purines, la energía geotérmica, el agua de lavado, los reactores de tratamiento biológico de los purines o los gases de escape de motores de biogás.</p>
<p>Aplicar una ventilación natural.</p>	<p>La ventilación natural de la nave se produce por efectos térmicos y/o el flujo del viento. Las naves pueden tener aperturas en los caballetes del tejado y, en caso necesario, también en los lados de la cubierta, además de aperturas regulables en los muros laterales. Las aperturas pueden tener redes de protección contra el viento. Puede utilizarse un ventilador cuando el tiempo es caluroso.</p>

### 6.8.3. Técnicas para reducir las emisiones de polvo

Técnica	Descripción
<p>Nebulizadores de agua</p>	<p>Se rocía agua con pulverizadores a alta presión para obtener gotas finas que absorben el calor y caen al suelo por gravedad, humedeciendo las partículas de polvo, de manera que se vuelven lo suficientemente pesadas como para caer al suelo. Deben evitarse las camas húmedas o mojadas.</p>
<p>Ionización</p>	<p>Se crea un campo electrostático en la nave para producir iones negativos. Las partículas de polvo presentes en el aire se cargan con iones negativos libres; las partículas se recogen del suelo y de las superficies de la nave por fuerza de gravedad y atracción electrostática.</p>
<p>Pulverización de aceite</p>	<p>Se pulveriza aceite vegetal puro a través de pulverizadores en el interior de la nave. También puede utilizarse una mezcla de agua y aproximadamente un 3 % de aceite vegetal. Las partículas de polvo en circulación se pegan a las gotas de aceite y se depositan en la cama. También se aplica sobre la cama una fina capa de aceite vegetal para evitar las emisiones de polvo. Deben evitarse las camas húmedas o mojadas.</p>

#### 6.8.4. Técnicas para reducir las emisiones de olores

Técnica	Descripción
Velar por que haya una distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores sensibles.	En la fase de planificación de la nave/explotación, la distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores sensibles se garantiza mediante la aplicación de distancias mínimas estándar o elaborando modelos de dispersión para predecir o simular la concentración de olores en las zonas circundantes.
Cubrir los purines o el estiércol sólido durante su almacenamiento.	Véase en la sección 4.5 la descripción correspondiente al estiércol sólido. Véase en la sección 4.6 la descripción correspondiente a los purines.
Reducir al mínimo la agitación del purín.	Véase la descripción en la sección 4.4
Digestión aeróbica (aireación) del estiércol líquido/los purines.	Véase la descripción en la sección 4.6.
Compostar el estiércol sólido.	
Digestión anaeróbica.	
Aplicación al campo mediante tubos colgantes, zapatas, inyector superficial o inyector pro-fundo para la aplicación al campo de purines.	Véase la descripción en la sección 4.7.
Incorporar el estiércol lo antes posible.	Véase la descripción en la MTD 15

## 7. TABLAS MTDs con PORCENTAJES DE REDUCCIÓN

## 7.1 Tabla MTDs para el cumplimiento del RD 1053/2022

En base a la Disposición adicional quinta del real decreto de ordenación bovina, se establece la siguiente tabla de porcentajes de reducción de emisiones asociados para aplicar los requisitos establecidos en el artículo 11.1 relativos a las siguientes actividades y procesos agropecuarios:

- Gestión nutricional (alimentación y dieta de los animales)
- Instalaciones de alojamiento de los animales
- Almacenamiento de purines

Hay que tener en cuenta que no todas las técnicas tienen un porcentaje de reducción de emisiones asociado. En aquellas técnicas en las que en las guías consultadas no se establecen los porcentajes, se ha indicado el efecto cualitativo sobre las emisiones.<sup>14</sup>

Así mismo, es necesario aclarar que las opciones para la reducción de emisiones en las diversas etapas de la producción y manipulación del estiércol en la granja son interdependientes, y las combinaciones de medidas **no son simplemente aditivas** en términos de reducción de emisiones combinadas

Las técnicas disponibles en ALOJAMIENTOS para las GRANJAS DE BOVINO DE CEBO que utilizan cama sólida sólo permiten una reducción del amoníaco de un 20%. No obstante, se puede alcanzar una reducción adicional del 10% de las emisiones de amoníaco en los alojamientos, asegurando el cumplimiento de las condiciones del Anexo V del RD 1053/2022, mediante una reducción del 1% de la proteína bruta en la ración completa con respecto a la ración-tipo para este tipo de producción establecida en el documento zootécnico por el que se establece el balance de nitrógeno y fósforo, conforme a la siguiente tabla.

	PB (% sobre materia seca)	
	Ración de referencia	Ración MTd
Mamones/lecheras/macho	15,87	14,87
Mamones/lecheras/hembra	15,91	14,91
Pasteros/macho/cebadero	14,19	13,19
Pasteros/hembra/cebadero	14,21	13,21

**Mamones/lecheras/macho.** Terneros macho destinados a sacrificio, procedentes de vacas lecheras, que se separan de la madre a los pocos días de nacer y se crían en régimen de estabulación. En su alimentación se distinguen 4 fases: lactancia, crecimiento, cebo y acabado. El sacrificio se realiza un poco más allá de los 11 meses (346 días) con unos 480 kg de peso vivo.

**Mamones/lecheras/hembra** Igual que la categoría anterior, pero se trata de hembras y el sacrificio se realiza un poco antes, hacia los 11 meses (337 días) con unos 375 kg.

**Pasteros/macho-hembra/cebadero.** Terneros macho y hembra destinados a sacrificio, procedentes de vacas nodrizas, que se crían como pasteros. Permanecen durante 5-6 meses con las madres en régimen de pastoreo, durante la lactancia natural. Las fases de cebo y acabado que suceden tras la categoría anterior se realizan en cebaderos, en régimen de estabulación. El sacrificio se realiza cerca de los 365 días de edad, si bien, principalmente por razones de mercado, en bastantes casos se alarga ligeramente el cebo y se sacrifican en el segundo año de vida, con edades y pesos variables en función de la raza y sistema de producción.

<sup>14</sup> El porcentaje de reducción del aditivo en pienso 3-NOP se ha establecido en base al indicado por EFSA en el documento "Safety and efficacy of a feed additive consisting of 3-nitrooxypropanol (Bovaer® 10) for ruminants for milk production and reproduction (DSM Nutritional Products Ltd)".

TÉCNICAS RECOMENDADAS para el cumplimiento del RD 1053/2022		EFECTO SOBRE LAS EMISIONES EN COMPARACION CON LA TÉCNICA DE REFERENCIA		TÉCNICA DE REFERENCIA
		GEI (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	NH <sub>3</sub>	
ALIMENTACIÓN ANIMAL	Alimentación por fases	↓ CH <sub>4</sub>	↓ NH <sub>3</sub>	<b>RACIÓN de referencia</b> según "Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario del nitrógeno y fósforo en bovino. (https://www.mmapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx)
	Adaptar la ingesta de proteína en la dieta	↓ N <sub>2</sub> O	10% por cada 1% de reducción de proteína con respecto a ración de referencia	
	Mejora de la calidad dieta. Mejora de la digestibilidad del forraje.	↓ CH <sub>4</sub>	...	
	Aumentar relación concentrado: forraje	↓ CH <sub>4</sub>	↑↓	
	Aditivos en pienso para mejorar el funcionamiento ruminal: 3-NOP	20-30%	↑↓	
ALOJAMIENTO DE LOS ANIMALES	<b>Alojamientos en cubículos o en corrales colectivos (Referencia)</b>			0
	<b>DISEÑO INSTALACIONES</b>			
	Climatización de establos para reducir la temperatura interior y el flujo de aire (ganado)	...	...	
	Instalaciones con aislamiento en el techo y/o ventilación natural controlada	↑↓ CH <sub>4</sub>	20%	
	Suelo ranurado con limpieza regular de suelos mediante arrobaderas (u otros sistemas automáticos, como robots o manuales)	...	25-46%	
	<b>TRATAMIENTO Y RETIRADA ESTIÉRCOL</b>			
	Acidificación de purines en la fosa	↓ CH <sub>4</sub> ( 67%-87%)	>50% si pH <6	
	Separación INMEDIATA de orina y heces	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	↓ NH <sub>3</sub>	
	Retirada frecuente de purines (diariamente o > 3 veces por semana. En explotaciones con slats o con sistema de arrobadera)	CH <sub>4</sub> (80-85%)	25-46%	
	Retirada frecuente de purines (> 1 vez/mes) ( tomando como referencia la técnica de retirada a los 3 meses)	CH <sub>4</sub> (46%)	...	
	<b>TIEMPO EN PASTOREO</b>			
	Aumento del tiempo en pastoreo: Pastoreo 12h/24h	↑↓ CH <sub>4</sub>	10%	
	Aumento del tiempo en pastoreo: Pastoreo 18h/24h	↑↓ CH <sub>4</sub>	30%	
Aumento del tiempo en pastoreo :Pastoreo 22h/24h	CH <sub>4</sub> (99%)	50%		
ALMACENAMIENTO EXTERIOR DE LOS PURINES (estiércol líquido)	<b>Almacén sin cubrir y sin costra (Referencia)</b>			0
	<b>CUBIERTAS FLOTANTES</b>			
	Materiales ligeros (paja) flotantes	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	40%	
	Permitir la formación de una costra natural reduciendo la mezcla e introduciendo el estiércol por debajo de la superficie (cubierta flotante) (cat. 1)	↓ CH <sub>4</sub> ↑ N <sub>2</sub> O	40%	
	Cubiertas flotantes de "baja tecnología" (p. e., paja picada, turba, cortezas, etc.) (cat. 2)	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	40%	
	Piezas geométricas flotantes	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	<60%	
	Bolas arcilla flotantes	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	60%	
	Bolas LECA y Hexa-Covers flotantes (cat. 1)	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	<60%	
	Cubiertas neumáticas	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	60%	
	Lamina de plástico flexible (cubierta flotante) (cat. 1)	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	<60%	
	<b>CUBIERTA RÍGIDA</b>	CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	80%	
	<b>CUBIERTAS FLEXIBLES</b>			
	Cubierta flexible Lámina de plástico flexible	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	60%	
	Tapa "ajustada", techo o estructura con forma de tienda (cat. 1)	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	80%	
	BOLSA: Bolsa estiércol o Bolsas de almacenamiento (cat. 1)	↓ CH <sub>4</sub> ↓ N <sub>2</sub> O	100%	
	ACIDIFICACIÓN PURINES (pH 6)	↓ CH <sub>4</sub> (67-87%)    ↓ N <sub>2</sub> O	>50% si pH < 6	
DIGESTIÓN ANAEROBIA	↓ CH <sub>4</sub> (83-99%)    ↓ N <sub>2</sub> O	↑ 60%		
REDUCIR al mínimo la agitación del purín	...	↓ NH <sub>3</sub>		

NOTA: La combinación de técnicas NO IMPLICA la suma de % reducción de ellas

## 7.2 Tabla MTDs aplicación a campo

En la siguiente tabla se indican los porcentajes de reducción asociados a las técnicas de aplicación a campo de estiércoles sólidos y líquidos.<sup>15</sup>

La técnica de referencia respecto a las que se establecen los porcentajes de reducción de emisiones de NH<sub>3</sub> es la aplicación de estiércol sólido y purines sin tratar sobre la superficie del suelo (“a voleo”), sin enterrado posterior y sin seleccionar el momento en el que se minimice la pérdida de NH<sub>3</sub> (en el caso de la aplicación de purines la técnica de referencia es la distribución en abanico)

<b>APLICACIÓN DE PURINES AL CAMPO</b>	<b>% REDUCCIÓN NH<sub>3</sub></b>
<b>Distribución en abanico (Ref.)</b>	<b>0</b>
Aplicación en bandas de los purines con tubos colgantes	30-35
Aplicación en bandas con zapatas colgantes	30-60
Acidificación purín (pH 6)	50
Incorporación de los purines aplicados en superficie EN 24 HORAS	30
Incorporación de los purines aplicados en superficie EN 4 HORAS	45-65
Incorporación de los purines aplicados en superficie INMEDIATAMENTE (0-4 H)	70-90
Inyección superficial de purines (surco abierto) (profundidad de inyección <5cm)	70
Inyección de Cultivos/pastizal purines (surco cerrado) (surco superficial 5-10 cm ; inyección profunda >15cm)	80-90
<b>APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL SÓLIDO AL CAMPO</b>	
Incorporación del estiércol aplicado en superficie EN 24 HORAS	30
Incorporación del estiércol aplicado en superficie EN 12 HORAS	50
Incorporación del estiércol aplicado en superficie EN 4 HORAS	45-65
Incorporación del estiércol aplicado en superficie INMEDIATAMENTE (0-4H)	60- 90

<sup>15</sup> Porcentajes de reducción establecidos en el documento «ECE/EB.AIR/120: Documento orientativo sobre la prevención y reducción de las emisiones de amoníaco de origen agropecuario»