

# Guía de buenas prácticas ambientales y sanitarias de establecimientos de engorde de bovinos a corral

Montevideo, Julio 2017





# **GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y SANITARIAS DE ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE DE BOVINOS A CORRAL**

Montevideo, julio 2017

*La intención de la siguiente publicación es proveer la mejor información disponible para las buenas prácticas de manejo, gestión ambiental y sanitaria de los sistemas de engorde a corral en el país. Sin embargo no es un documento de carácter de uso obligatorio para la instalación y operación de los mismos.*

*Esta guía podrá ser modificada en cualquier momento sin advertencia previa.*

### **Comité Técnico**

Ing. Agr. PhD. Alejandro La Manna (Coordinador Técnico)  
Ing. Quím. Silvia Aguinaga  
Ing. Quím. Juan Pablo Peregalli  
Dr. Fernando Etchegaray  
Dr Eduardo Barre  
Ing. Agr. Francisco Albisu  
Dra. Mercedes Apa  
Ing. Quím. Marisol Mallo  
Ing. Quím. María José del Campo  
Ing. Agr. Ricardo Bentos  
Dra. Fernanda Figueredo

### **Consultores externos**

Ing. Marcelo Pittamiglio  
Ing. Quím. Alejandro Nario  
Ing. Agr. Mario Pérez Bidegain  
Dr. Francisco Errico  
Ing. Daniela Larrea  
Ing. Quím. Alberto Hernández

### **Revisores y consultores en diferentes etapas**

Ing. Daniel Vignale  
Ing. Agr. Karina Gilles  
Ing. Agr. Carolina Miranda  
Técnica María José Alegrette  
Dr. Alvaro Ferrés  
Ing. Agr. Verónica Ciganda  
Ing. Agr. Marcia del Campo  
Ing. Agr. Ana Faber  
Ing. Agr. Lorena Román  
Ing. Luis Reolón  
Ing. Eugenio Lorenzo  
Dr. Hugo Suárez

**Esta publicación se elaboró a partir de información recabada en diversas consultorías realizadas entre los años 2011 y 2012.**

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN</b>	<b>7</b>
	2.1 ACTIVIDADES HUMANAS Y DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
	2.2 UBICACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA	
	2.3 UBICACIÓN SEGÚN LA HIDROGEOLOGÍA ZONAL	
	2.4 UBICACIÓN DE LOS EEC SEGÚN EL TIPO DE SUELO Y SUBSUELO	
	2.5 OTROS CRITERIOS DE PARA LOCALIZAR LOS EEC	
<b>3</b>	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EEC</b>	<b>15</b>
	3.1 REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LOS CORRALES Y CAMINOS	
	3.2 CONSTRUCCIÓN DE CORRALES	
	3.3 DISEÑO DE PLAYAS DE ALMACENAMIENTO DE ESTIÉRCOL	
	3.4 ESQUEMA GENERAL DE GESTIÓN DE EFLUENTES Y RESIDUOS	
<b>4</b>	<b>GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>21</b>
	4.1 CANALES DE RECOLECCIÓN DE PLUVIALES	
	4.2 UNIDADES DE SEPARACIÓN DE ESTIÉRCOL	
	4.3 UNIDADES DE ALMACENAMIENTO / TRATAMIENTO	
	4.4 DISPOSICIÓN FINAL	
<b>5</b>	<b>GESTIÓN DE LOS RESIDUOS</b>	<b>26</b>
	5.1 ESTIÉRCOL	
	5.2 CADÁVERES	
	5.3 OTROS RESIDUOS	
<b>6</b>	<b>UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN ORGÁNICO CON FINES AGRONÓMICOS</b>	<b>31</b>
	6.1 BALANCE DE NUTRIENTES	
	6.2 PLAN DE MANEJO DE NUTRIENTES	
<b>7</b>	<b>ASPECTOS SANITARIOS, DE BIENESTAR ANIMAL, INOCUIDAD ALIMENTARIA, TRAZABILIDAD Y BIOSEGURIDAD</b>	<b>35</b>
	7.1 LAS VACUNAS OBLIGATORIAS	
	7.2 RECOMENDACIONES PARA TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN SANITARIO	
	7.3 BIENESTAR ANIMAL	
	7.4 INOCUIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA	
	7.5 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD	
	7.6 PAUTAS DE ADECUACIÓN GENERAL DE ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE A CORRAL QUE ESTÁN HABILITADOS Y REGISTRADOS	
	7.7 RECOMENDACIONES DE CRITERIOS SANITARIOS EN BIOSEGURIDAD	
<b>8</b>	<b>CRITERIOS PARA EL ABANDONO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL</b>	<b>38</b>
	8.1 ZONAS DE CORRALES	
	8.2 CARCASAS	
	8.3 ESTIÉRCOL	
	8.4 AGUAS RESIDUALES	
	8.5 MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	
	8.6 MONITOREO Y CONTROL DE ACUÍFERO: CONTROL DE PERFORACIONES DE AGUA Y POZOS DE MONITOREO	
<b>9</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA UN PROTOCOLO DE MONITOREO SANITARIO</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>ANEXO 1 CÁLCULO DEL BALANCE DE EFLUENTES EN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO / TRATAMIENTO</b>	<b>40</b>
	10.1 MODELO – MÉTODO DE TEMEZ	
	10.2 CICLO ANUAL MEDIO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	
	10.3 ESTRUCTURA DEL MODELO	
	10.4 CALIBRACIÓN DEL MODELO EN URUGUAY	
	10.5 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	
	10.6 RESUMEN	
<b>11</b>	<b>ANEXO 2: BALANCE HÍDRICO MENSUAL EN UNA LAGUNA DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>47</b>
	11.1 GEOMETRÍA DEL VASO DEL EMBALSE	
	11.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA	
	11.3 EVAPORACIÓN MENSUAL EN EL EMBALSE	
	11.4 APORTES MENSUALES DE AGUA AL EMBALSE	
	11.5 BALANCE HÍDRICO	
	11.6 VERTEDERO DE CRECIDAS	
<b>12</b>	<b>ANEXO 3: EJEMPLO DE CÁLCULO DE SISTEMAS DE SEPARACIÓN DE ESTIÉRCOL (UNIDAD DE SEDIMENTACIÓN)</b>	<b>50</b>
<b>13</b>	<b>ANEXO 4: EJEMPLO DE CÁLCULO DEL CAUDAL EN UN CANAL</b>	<b>51</b>
<b>14</b>	<b>ANEXO 5: EJEMPLO DE CÁLCULO DE TASA DE APLICACIÓN</b>	<b>51</b>
<b>15</b>	<b>ANEXO 7: LEYES, DECRETOS, RESOLUCIONES Y MANUALES DE PROCEDIMIENTO – MGAP - MVOTMA</b>	<b>51</b>

# 1. Introducción

Esta guía plantea buenas prácticas ambientales y sanitarias para los sistemas de engorde a corral. Surge como resultado de un convenio en una conjunción de esfuerzos institucionales entre los Ministerios de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el sector productivo representado por la Asociación Uruguaya de Productores de Carne Intensiva Natural (AUPCIN).

Pretende ser una herramienta de utilidad para técnicos y productores agropecuarios especializados en la producción intensiva de ganado de engorde a corral y cría intensiva de ganado, incorporando variables ambientales con la intención de prevenir los impactos que se pudieran generar fundamentalmente por escorrentía de los corrales de alimentación durante periodos de lluvias y por la generación de residuos sólidos (acumulación de estiércol) pudiendo afectar los cursos de aguas superficiales y el agua subterránea. Deja el desafío planteado de generar herramientas que sean de utilidad en otras materias para futuras revisiones.

Se define en esta guía a los Establecimiento de Engorde de bovinos a Corral como aquellos establecimientos pecuarios dedicados al engorde de bovinos a corral, que mantienen sus animales confinados en espacios reducidos, no teniendo acceso a pastoreo directo y voluntario, y utilizan una alimentación exclusivamente en base a productos formulados (balanceados, granos, núcleos minerales u otros productos).

Para su elaboración se planteó una revisión y actualización de la información disponible sobre la materia. El hecho de que el trabajo se haya realizado en forma interdisciplinaria e interinstitucional, con una fuerte participación del sector productivo, redundó en un enriquecimiento de este documento.

Si esta guía es de utilidad para los que buscan mejorar el desempeño de la gestión ambiental y sanitaria en un sector estratégico para nuestra economía como es la cadena cárnica, entonces habrá cumplido el objetivo.

Independientemente de las pautas recomendadas en este documento los estos emprendimientos deberán cumplir con la normativa específica ambiental vigente o la que pudiera surgir luego de su publicación.

## 2. Criterios de Localización

Este capítulo trata los factores a tener en cuenta para la instalación de un establecimiento de engorde a corral (EEC). Se consideran las pautas generales para que el EEC se integre al entorno de la mejor manera sin generar impactos no admisibles para el ambiente y se logre de esta manera garantizar la sostenibilidad ambiental y productiva, entre otros aspectos.

Independientemente de estas consideraciones ambientales, la ubicación debe respetar las normas y decretos que rigen en algunas cuencas del país; en particular se identifica la cuenca del río Santa Lucía que posee vasta legislación que rige únicamente en su territorio.

Al considerar una posible localización, se deben tener en cuenta los Aspectos Ambientales<sup>1</sup> (AA) más relevantes para este tipo de establecimientos. Se presenta a continuación una adaptación de los AA vinculados a la actividad de los EEC que es necesario considerar, a saber:

- La presencia física del establecimiento
- La cantidad prevista del estiércol a generar
- La cantidad prevista de las aguas residuales generadas por escurrimiento
- El tránsito inducido previsto de camiones con ganado e insumos para el establecimiento
- Proliferación de vectores (principalmente moscas)
- Generación de polvo
- Generación de olores

A partir de este listado se identifican los impactos ambientales significativos que pueden estar asociados a esta actividad:

- Contaminación del agua superficial y subterránea,
- Alteración de la calidad de suelos
- Contaminación del aire (olores)
- Ruidos

- Deterioro del paisaje
- Deterioro de la calidad ambiental por la proliferación de vectores, (en particular moscas)

La magnitud del impacto ambiental de los EEC en estos Aspectos depende directamente de la cantidad de animales, ubicación en la cuenca geográfica, la cercanía y exposición de las instalaciones a los sitios de interés y la ubicación respecto a los vientos dominantes (en las zonas del país donde sea posible identificar direcciones predominantes).

Entre los factores humanos más importantes para analizar una localización de los EEC, se encuentran las distancias a centros poblados, edificios públicos (escuelas, destacamentos policiales, etc.), áreas de recreación, rutas nacionales, departamentales, caminos vecinales y áreas protegidas ambientalmente.

A partir de la identificación de los AA y de los impactos ambientales asociados se realizan una serie de recomendaciones para la instalación y operación de los EEC. Junto con las recomendaciones se realizan algunas observaciones que mejoran la comprensión de las recomendaciones. Se presentan en el Cuadro 2-1.

<sup>1</sup> Se define como Aspecto Ambiental a los elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente (ISO 14000)

<b>Interacción con las actividades humanas y el ordenamiento territorial</b>			
Criterios	Recomendaciones	Observaciones	Ref.
Distancia a centros poblados	> 5 km	Distancias referidas al límite exterior del EEC	Propio, 1
Distancia a edificios públicos, áreas de recreación o turística	> 5 km		Propio, 1
Distancia a viviendas y/o cascos de establecimientos fuera de predio del EEC	Emplazadas a una distancia mayor a 1 km		1,3,5
Distancias a Rutas nacionales o departamentales	> a 1 km		Propio, 1
Impactos negativos en el Paisaje	Fuera de las áreas de paisaje protegido y/o de la cuenca visual directa de áreas turísticas e hitos históricos y/o paisajísticos	Posible flexibilización con estudio de impacto en el paisaje	Propio
Efectos acumulativos con otras actividades en la zona	Deberá analizarse otras actividades presentes en el entorno del EEC para valorar efectos acumulativos	La distancia varía según la zona de instalación del EEC y de las regulaciones nacionales y departamentales	Propio

<b>Ubicación en la cuenca hidrográfica</b>			
Criterios	Recomendaciones	Observaciones	Ref.
Probabilidad de Inundación	Las instalaciones del EEC (corrales, depósitos de estiércol y unidades de tratamiento/almacenamiento) ubicadas a 1m de altura por encima de la cota de inundación de 20 años de período de retorno	Para EEC < 1.000 animales, la determinación de la cota de inundación podrá realizarse en campo a partir de datos locales a partir de la cota de máxima de crecida conocida	Propio, 1,2,3,4
Distancia a cursos de agua	> 500 m		Propio
Tomas de agua	> 5 km aguas abajo > 1 km aguas arriba		Propio

<b>Características de la Hidrogeología zonal</b>			
Criterios	Recomendaciones	Observaciones	Ref.
Pendiente del terreno	2 a 4% Largo menor a 70 m de escurrimiento		1,3
Zonas de recarga de acuíferos	Fuera de las áreas de recargas de acuíferos destinados al abastecimiento humano (predial, caseríos o poblaciones) y a la producción		Propio, 1
Profundidad de la napa freática	≥ 3 m	Desde el punto más bajo del terreno de todo el EEC (incluido el sistema de gestión de efluentes)	Propio
Distancia a pozos de agua	Dentro del predio ≥ 100 m Fuera del predio ≥ 500 m	Distancias sugeridas para zonas donde no hay estudios específicos de hidrogeología	Propio

<b>Tipo de suelo y subsuelo</b>			
Criterios	Recomendaciones	Observaciones	Ref.
Conductividad hidráulica (k) del suelo en los corrales	≤ 1x10 <sup>-5</sup> cm/s.	Para los canales y unidades de almacenamiento / tratamiento es necesario un K = 1x10 <sup>-5</sup> cm/s con una capa de 30 cm de arcilla	Propio
Granulometría	Evitar zonas donde la proporción de arena es predominante	Suelos arcillo arenoso, franco arcillo arenoso, franco arenoso, arenoso franco y arenoso	Propio, 1

<b>Referencias</b>
1 - Pordomingo, 2013 2 - Sweeten, 2000 3 - NSW Agriculture, 1998 4 - USEPA; 1973 5 - Watts y Tucker, 1993b

Cuadro 2-1 Criterios y recomendaciones para la instalación de EEC

## 2.1 Actividades humanas y del ordenamiento territorial

### 2.1.1 Distancias a centros poblados

Se debe tener en cuenta las distancias que separan el EEC a los espacios poblados en forma permanente por la disminución de la calidad de vida que significa la presencia sistemática de olores desagradables, proliferación de moscas y ruidos generados por la propia actividad. Se considera en general a los centros urbanos aquellos consolidados en una trama urbana hasta caseríos y agrupaciones de viviendas en localidades aisladas. La distancia sugerida es de al menos 5 kilómetros desde la periferia del poblado.

### 2.1.2 Edificios públicos y otros sitios de interés público

Los edificios públicos que se encuentran en forma aislada en el campo son espacios vulnerables y sensibles que pueden sufrir los mismos problemas que los centros urbanos, esto es, la presencia sistemática de olores desagradables, proliferación de vectores y ruidos generados por la propia actividad sumados al riesgo de accidentes viales.

Edificios públicos: se vincula a las escuelas rurales o suburbanas, liceos y centros educativos en general, destacamentos policiales, policlínicas, hogares de ancianos y todo otro edificio o espacio que preste servicios públicos.

Áreas de recreación y turísticas: refiere a las áreas de recreación y descanso a las que puede acceder el público en general, como ejemplo se citan los campings, balnearios, parques nacionales o departamentales, etc.

En estas situaciones se considera necesario mantener una distancia mínima de 5 Km.

### 2.1.3 Distancias a viviendas y otras instalaciones

Es importante considerar las distancias a los predios vecinos y en particular a las viviendas y/o a los cascos de establecimientos que se encuentren fuera de predio del EEC por los mismos motivos que a los centros poblados. Se debe mantener una distancia de al menos 1 Km.

### 2.1.4 Distancias a rutas nacionales o departamentales

Se deben contemplar los aspectos vinculados a la seguridad en el tránsito, riesgo de accidentes por imprevistos o distracción, escape de animales y los temas de deterioro de paisaje percibido; en este aspecto se recomienda asimismo contemplar la adecuación del entorno para generar espacios de transición paisajística entre el EEC y los predios vecinos. Se recomienda que se ubiquen a distancias mayores de 1 Km.

### 2.1.5 Impactos en el Paisaje

La afectación del paisaje debe ser tenida en cuenta y prever su influencia en la población y el espacio geográfico que ocupe. No se recomienda la instalación de EEC en áreas de paisajes protegidos o en las cuencas visuales directas de áreas o espacios turísticos. En especial de hitos históricos, de valor patrimonial y/o paisajísticos.

En estos casos se considera necesario realizar un estudio de paisaje e identificar la magnitud de la afectación.

### 2.1.6 Efectos acumulativos con otras actividades en la zona

Cuando el EEC a instalarse se ubique en un área donde existan otras actividades que puedan afectar al ambiente deberán analizarse los efectos acumulativos. Los criterios de cercanía o posibilidad de interacción con otros emprendimientos varían según la actividad ya existente y pueden ser desde 2 Km hasta más de 15 Km.

## 2.2 Ubicación en la cuenca hidrográfica <sup>2</sup>

Los EEC generan un importante volumen de estiércol con alto contenido de sólidos en suspensión, materia orgánica, nutrientes y microorganismos. La disminución en la calidad del agua en los cursos de la cuenca hidrográfica, puede afectar al ecosistema acuático y sus posibilidades de uso para potabilización, recreación, riego, abrevadero de ganado o en su función ecosistémica. Por esta razón es necesario establecer distancias mínimas a cursos de agua, tomas de agua superficiales, o cotas de inundaciones frecuentes.

<sup>2</sup> "Una cuenca hidrográfica se define como el área de captación superficial y sub superficial que escurre a un mismo punto que se denomina punto de cierre de la cuenca".

Pueden existir requerimientos específicos para alguna cuenca en particular, en función de los planes de gestión de los recursos hídricos que se estén instrumentando o ejecutando tanto a nivel nacional como departamental.

### 2.2.1 Probabilidad de Inundación

Se deberá analizar la localización en función de la probabilidad de inundación. Se propone que los establecimientos estén emplazados 1,0 m por encima de la cota de máxima creciente que tenga una recurrencia de 20 años (adaptado de Pordomingo, 2013).

Si se prevé que el EEC tendrá en su vida útil menos de 1.000 animales, esta cota de inundación podrá realizarse en campo utilizando los datos locales a partir de la cota de máxima crecida conocida. En el caso que se prevea EEC mayores será necesario un estudio hidrológico particular.

La restricción alcanza a todas las unidades del EEC incluyendo los depósitos de estiércol, proveniente de la limpieza de los corrales o de las limpiezas de los sistemas de retención de estiércol y/o lagunas y las fosas de enterramiento. Respecto al sistema de gestión la restricción alcanza al pelo de agua de la laguna de almacenamiento/tratamiento.

### 2.2.2 Distancia a cursos de agua o cuerpo de agua

La distancia del EEC a los cursos de agua recomendada es que sea mayor a los 500 m desde el borde del cauce o margen. Esta recomendación alcanza a todas las instalaciones del EEC incluidos los depósitos de estiércol y/o unidades de tratamiento y/o almacenamiento, fosas de enterramiento, corredores y corrales de enfermería.

### 2.2.3 Tomas de agua

Cuando se considere la ubicación de un establecimiento se debe considerar la posible afectación de los cursos de agua por vertidos y/o transporte de contaminantes de los EEC, se deben identificar tomas de agua generales de riego y en particular para abastecimiento de agua potable a poblaciones.

Se recomienda no ubicar los establecimientos con posibles descargas a curso de agua, a distancias de la toma de aguas superficiales menor a 5 Km aguas abajo y 1 Km aguas arriba.

## 2.3 Ubicación según la hidrogeología zonal

Los EEC pueden generar la contaminación del agua subterránea principalmente de acuíferos libres existentes en el entorno. Es por esto, que previo a su instalación es necesario analizar la hidrogeología del sitio a los efectos de determinar medidas que impidan este eventual impacto.

En caso de realizar estudios hidrogeológicos para verificar la posible afectación de los acuíferos será importante determinar los tipos de acuíferos en la zona y el sentido del flujo. El mismo deberá ser realizado por un profesional idóneo.

A continuación se presenta la lista de información mínima que dicho estudio deberá incluir:

- Localización del área y características topográficas.
- Geología de la zona describiendo las formaciones geológicas a partir de la Carta Geológica del Uruguay o mediante relevamiento de campo para las zonas de transición geológica.
- Hidrogeología de la zona identificando los acuíferos existentes en las formaciones ya presentadas, obtener el inventario de pozos en la zona con datos de su ubicación, cota de nivel estático, caudal extraído según información disponible.
- Interpretación de resultados buscando definir sentido de flujo de escurrimientos, zonas de recarga y descarga de acuíferos.

### 2.3.1 Pendiente del Terreno

La pendiente del terreno es también un aspecto a considerar por el potencial de erosión del suelo y la velocidad de escurrimiento del agua. Ante la erosión del piso de los corrales<sup>3</sup> se dejan al descubierto material más permeable o menos compactado pudiendo afectar en forma más importante el escurrimiento del agua sub superficial y a los acuíferos. En forma adicional el arrastre de material de erosión puede colmatar los sistemas de tratamiento aumentando los sedimentos en canales y lagunas y eventualmente en los cursos de agua.

En particular, la pendiente del piso de los corrales es el punto determinante del impacto en la contaminación del agua subterránea. Los valores de pendiente recomendados varían entre 2% y 4%.

<sup>3</sup> Se considera como piso de corrales a la superficie preparada y eventualmente compactada donde se ubicarán los animales en engorde. El término subsuelo se refiere a las capas de formaciones geológicas sin material vegetal que componen el material subterráneo debajo del EEC.

### 2.3.2 Zona de recarga de acuíferos

Se considera que las zonas de recarga de acuíferos son zonas vulnerables y poseen un riesgo alto de generar perjuicios en la calidad del agua a largo plazo. Esta situación es particularmente sensible en las zonas de recarga de sistemas de acuíferos zonales o regionales que tienen como destino el abastecimiento de agua para consumo humano.

### 2.3.3 Napa freática

La distancia mínima recomendada a la napa freática para todo el EEC, incluidas las lagunas de almacenamiento o tratamiento de aguas residuales es mayor o igual a 3 m.

### 2.3.4 Distancia a pozos de agua

Se debe contemplar la existencia de pozos semi surgentes para la extracción de agua subterránea o bien las estructuras más sencillas como pozos perforados manualmente, cachimbas, aljibes. La distancia mínima a considerar es mayor a 500 m cuando cuenta con estudios específicos de hidrogeología, este conocimiento podrá disminuir o aumentar esta cifra.

## 2.4 Ubicación de los EEC según el tipo de suelo y subsuelo

### 2.4.1 Granulometría

Conocer la textura de un suelo y el porcentaje en que se encuentran los elementos que lo constituyen (arena, limo, arcilla) es relevante para determinar la localización de las instalaciones del EEC (corrales, etc). Una vez que se conoce el tenor de cada facción, se puede determinar la clase textural, utilizando el método de "diagrama triangular". La siguiente figura (Facultad de Agronomía UdelaR) muestra las diferentes clases texturales de suelo para interpretación del análisis granulométrico:

En las instalaciones del EEC se debe lograr una alta compactación superficial, alta estabilidad al tránsito de animales, y baja porosidad. (Pordomingo, 2013). Por lo tanto, es relevante conocer la proporción del contenido de arena en el suelo con respecto al resto de las fracciones mencionadas.

La dominancia de arena respecto al resto de las fracciones, afectan directamente sobre la capacidad de retención de agua de ese suelo, determinando que el mismo presente alta permeabilidad y alta capacidad de infiltración.

Estas características determinan que no es recomendable localizar el EEC en zonas donde la proporción de arena es dominante (zona izquierda inferior del triángulo) que abarca los suelos Arcillo arenoso, Franco arcillo arenoso, Franco arenoso, Arenoso franco y Arenoso. A medida que incrementa el contenido de esta fracción en el suelo se deberá considerar que la instalación del EEC sea complementada con acciones tendientes a mejorar las condiciones de permeabilidad e infiltración, como son la remoción de los primeros centímetros y adición de materiales arcillosos. (Pordomingo, 2013).

### 2.4.2 Conductividad hidráulica / Permeabilidad de suelo y subsuelo

La permeabilidad del suelo se vincula con la capacidad de infiltración del agua de lluvia y de las excretas al subsuelo o bien a los estratos inferiores.

El tipo de suelo de los corrales debe permitir una alta compactación superficial, ofrecer alta estabilidad al tránsito animal y baja porosidad. (Pordomingo, 2013) De la misma forma los suelos de los espacios de apoyo del EEC, como ser las playas de comidas y accesos, también es deseable que posean una buena capacidad de compactación.

En este sentido los suelos arcillosos son preferibles a los francos o arenosos, los de textura arenosa no son los adecuados, son suelos de baja capacidad de compactación, baja estabilidad, alta permeabilidad y alta infiltración. Este tipo de suelos exige de la adición de arcillas y limos para reducir su permeabilidad. (Pordomingo, 2013)

En caso que la permeabilidad del piso del corral sea la recomendada o menor, el requisito para la conductividad hidráulica del subsuelo en este sector puede ser poco exigente pues el piso del corral es el elemento que protege el eventual acuífero existente en la zona. "Se entiende como material del subsuelo al material presente debajo de los horizontes A y B, material prácticamente original sin aporte de materiales orgánicos o materiales finos provenientes de los horizontes A y B".

En caso que no pueda compactarse el piso del corral o no se mantenga la capa de estiércol, es necesario un subsuelo con alto contenido de arcilla y con valores de conductividad bajos. Esta situación se vuelve particularmente importante en los EEC de uso discontinuo en el tiempo donde no se mantiene la capa de estiércol y/o el subsuelo es de alta permeabilidad.

Se propone para el piso de los corrales una conductividad hidráulica menor o igual a  $1 \times 10^{-5}$  cm/s que corresponde a un material limo arcilloso. En el cuadro siguiente se muestra las relaciones entre la granulometría del material y la conductividad hidráulica.

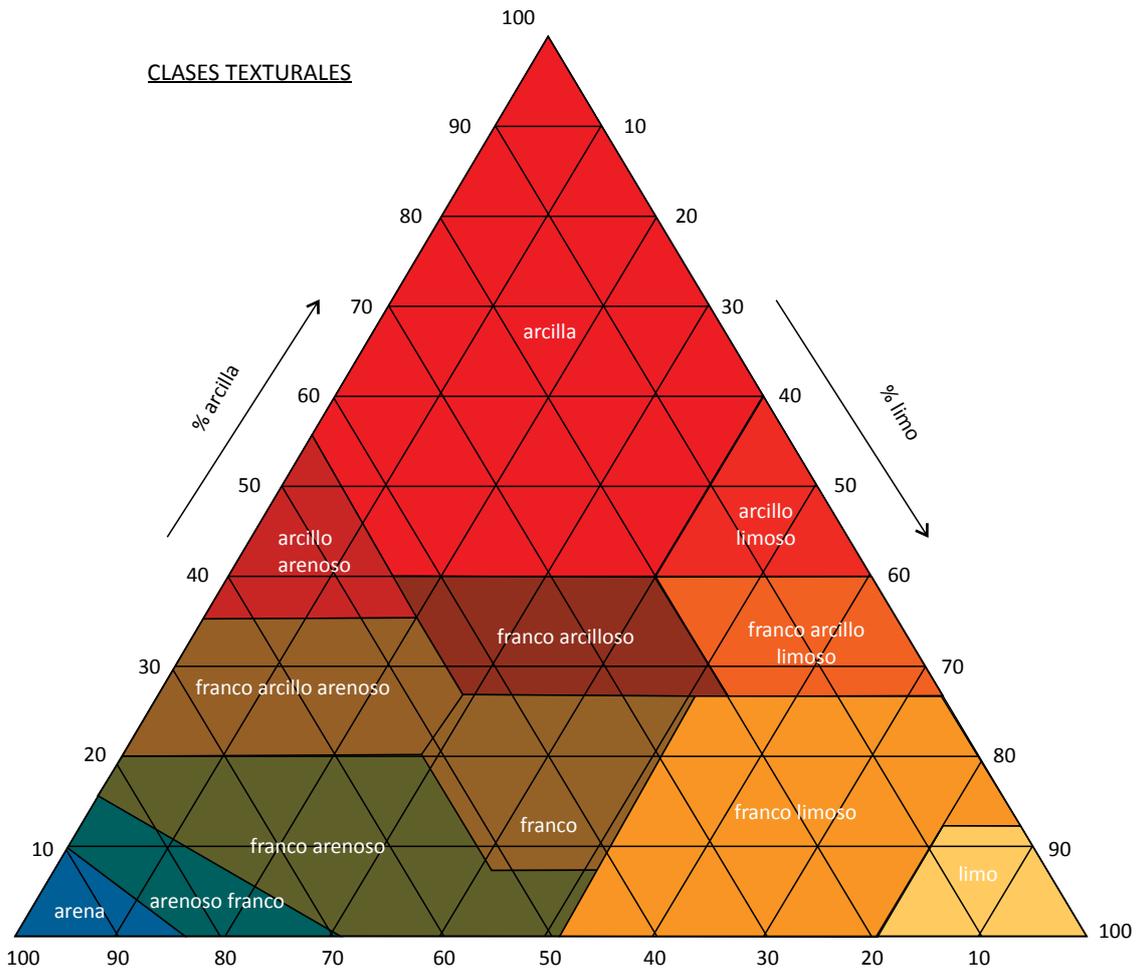


Ilustración 2-1 Propiedades físicas del suelo

Fuente: Propiedades Físicas del Suelo, 2004.FAGRO-UDELAR

Tipo de suelo	Conductividad hidráulica (cm/s)
Grava limpia	1 a 100
Arena y grava mezclada	10 <sup>-2</sup> a 10
Arena gruesa limpia	10 <sup>-2</sup> a 1
Arena fina	10 <sup>-2</sup> a 10 <sup>-1</sup>
Arena limosa	10 <sup>-3</sup> a 10 <sup>-2</sup>
Arena arcillosa	10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-2</sup>
Limo	10 <sup>-8</sup> a 10 <sup>-2</sup>
Arcilla	10 <sup>-10</sup> a 10 <sup>-6</sup>

Cuadro 2-2 Relación Componentes del suelo/Conductividad Hidráulicas

En forma independiente, es importante destacar que para la impermeabilización de las unidades de almacenamiento de aguas residuales, se debiera disponer de una capa de fondo de al menos 30 cm de material con conductividad hidráulica no mayor a  $1 \times 10^{-6}$  cm/s, o alguna otra alternativa con igual o superior nivel de impermeabilización. Los canales y demás componentes del sistema de gestión de aguas residuales debieran tener un similar nivel de impermeabilización en su base.

## 2.5 Otros criterios para localizar los EEC

### 2.5.1 Cercanía a fuentes de alimentos (granos, subproducto fibra, etc.)

La cercanía a fuentes de alimentos es importante ya que el volumen y las toneladas que se requieren para el EEC pueden llegar a ser costos importantes. Esto llevaría a un menor impacto ambiental, por un menor gasto energético asociado al transporte, y menos circulación de camiones.

### 2.5.2 Consideración de una futura expansión del emprendimiento

Deberá tenerse en cuenta, en caso de considerarse una expansión de las actividades, la variación de los aspectos e impactos ambientales que esta generará y si son necesarias medidas adicionales de mitigación y/o compensación.

### 3. Diseño y construcción del EEC

Los EEC deberán considerar criterios mínimos para maximizar el bienestar del ganado, su sanidad y la protección del ambiente.

#### 3.1 Requisitos para el diseño de los corrales y caminos

Para obtener un buen desempeño es importante diseñar el corral teniendo en cuenta medidas mínimas para cada categoría (terneros, novillos, etc.) y asociar esto, con el manejo que se va a hacer de la comida, limpieza y tipo de piso de los corrales.

##### 3.1.1 Espacio por animal

El espacio por animal se calcula de dos formas optándose por la más limitante como método para determinarlo.

###### 3.1.1.1 Espacio físico por animal

El espacio físico para novillos de engorde es de 20 a 45 m<sup>2</sup> por animal. En la medida que el animal está en corrales con limpiezas espaciadas o que no tienen una buena compactación, los metros cuadrados a destinar por animal deben ser mayores para evitar estresarlo. Debe de tenerse en cuenta en el momento de encierre para esos animales si existen condicionantes del mercado a exportar, ya que algunas veces pueden llegar a tener requisitos en este punto. En épocas más húmedas se tendrá en cuenta una mayor superficie por animal (menos carga), mientras que en épocas de menos humedad se puede ir a una menor superficie por animal.

###### 3.1.1.2 Frente del comedero

El frente del comedero depende del manejo que se haga en la alimentación. Cuando se maneja muy cercano y/o al máximo del consumo voluntario se deben dar unos 30 a 40 cm de frente por animal, de esta forma cerca de un 60 a 75% de los animales accederán, esperando los otros su turno de acuerdo a las jerarquías sociales. Se recomienda más próximo a 40 cm en dietas que tienen mayor cantidad de voluminoso. Cuando se manejan dietas restringidas buscando una ganancia que no está asociada al máximo consumo voluntario se debe de proveer que todos los animales van a acceder al mismo tiempo al comedero. En estos casos, se recomienda de 70 a 90 cm por animal. Cuando el encierro es con toros, independiente de la ganancia

o de si se trabaja con máximo consumo, se debe de proveer 1 m por toro para evitar peleas ya que van todos juntos a comer.

La cantidad de animales en un corral también es importante, en adultos es recomendable no pasarse de 200 animales y en terneros de 250.

##### 3.1.2 Comederos

El comedero debe ser ubicado en la parte más alta del corral para que permita un buen escurrimiento de la zona de comida. Esta es una de las zonas de mayor tránsito, por lo tanto, se recomienda hacer una vereda de cemento en todo el frente del comedero que va de 3 a 4 m de ancho dependiendo de la categoría animal. Veredas menos anchas llevan a mayor mantenimiento de la interfase de la vereda con el resto del corral ya que el animal tiende a caminar mucho por esa zona, pudiendo llegar a descalzar el hormigón. Por lo general, una vereda de 3 m es suficiente en la mayor parte de los casos. Podrá hacerse una caída para facilitar la limpieza. En algunos casos, se recomienda caídas de esta vereda en el entorno del 6% al 10% para evitar que el animal se pare por largo tiempo en la misma impidiendo el acceso de otros y facilitar la limpieza.

El comedero debe presentar una cara desde el lugar que se para el animal de unos 45-50 cm de altura. Sin embargo para facilitar la recolección de la comida el comedero debe tener desde el fondo una altura de 5 cm con respecto al lugar donde se para el animal. La parte interior además se recomienda preferentemente redondeada ya que eso facilita la recolección y limpieza del mismo. La cara externa del comedero (hacia donde pasa el mixer) se recomienda tenga 60 a 70 cm de altura. El mixer debe de adaptarse a la altura del comedero.

El ancho del comedero debe ser entre 60 a 65 cm. Que sea abierto en la punta permite que el agua escurra hacia afuera los días de lluvia y facilita la limpieza (ver Fotografía 3-1).

Debe existir un protector de saltos, el cual tiene una doble función: evitar que el animal se escape del corral y/o que no se meta dentro del comedero donde puede afectar la comida, o peor, caerse dentro pudiendo morir por asfixia. El protector de saltos puede ser de caño o una maroma y debe de ser ubicado entre 0,90 a 1 m del suelo. Es recomendable que este protector sea ajustable a diferentes alturas para poder variar de acuerdo a las categorías de animales. Se recomienda no usar alambre eléctrico ya que se debe en todo momento favorecer que el animal acceda al comedero sin temores, para poder maximizar el consumo de materia seca buscado.

### 3.1.3 Bebederos

Los bebederos son de suma importancia ya que de no tener agua el animal reduce el consumo, bajando la performance deseada. No se recomienda colocarlos en el lugar más bajo del corral pero tampoco al lado de los comederos. Es mejor ubicarlos sobre la mitad del corral y a por lo menos 3 metros del corral vecino. Por motivos sanitarios es recomendable no compartir bebederos entre corrales. Si bien no siempre es necesario, es mejor contar con al menos dos bebederos por corral. Se recomienda una vereda de hormigón de 2 m de ancho de cada lado del bebedero. No olvidarse que este es uno de los lugares junto al comedero de mayor tránsito de animales.

Se calculan de frente entre 2,5 a 3 cm por animal. Con esto entre un 7 y un 10% del ganado puede beber simultáneamente. Un animal adulto puede llegar a tomar cerca de 75 litros de agua por día. Los bebederos muy profundos por lo general son más difíciles de limpiar que los menos profundos. Igualmente la capacidad de recarga debe de ser importante y calculada para períodos más cortos ya que el animal accede al agua en los tiempos más cercanos a las comidas. Se recomienda calcular la recarga que suple el agua requerida en un tercio del día.

### 3.1.4 Lomas

El alomado en los corrales prevé un lugar donde se puedan echar los animales en condiciones lluviosas. Esto permite que al escurrir el agua de los corrales se minimice la erosión y el pasaje de estiércol hacia afuera del mismo. El mejor ancho es entre 2 a 3 m y la altura en su punto más alto de un metro. Se puede usar parte de la limpieza de los corrales para hacerlos, dejando su construcción para el segundo año de operación del establecimiento.

### 3.1.5 Corrales de enfermería

#### 3.1.5.1 Corral para animales enfermos y en recuperación

Este corral debe tener rápido y fácil acceso desde los corrales de engorde, pero deberán estar aislados del movimiento de los animales sanos. Se deben ubicar preferentemente alejados (no menos de 50 m) de los corrales de engorde y de los corrales de recepción si los hubiere, de las plantas de acopio y procesamiento de alimentos y de los lugares en que habiten las personas. Estos corrales se destinan a animales enfermos con manifestaciones clínicas y que se encuentran en tratamiento. Se recomienda que estos corrales tengan



Fotografía 3-1 Medidas sugeridas para los comederos



Fotografía 3-2 Medidas sugeridas para los comederos

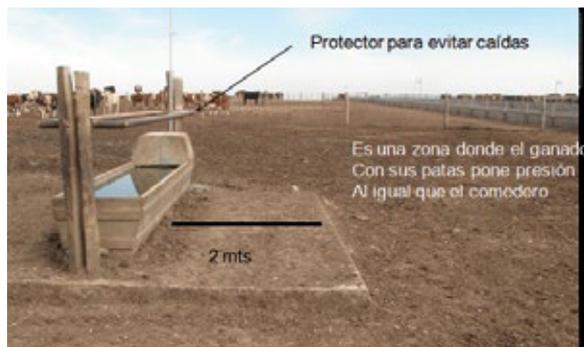
una capacidad no mayor a 30 animales, dependiendo de la capacidad de la población animal en el engorde y que tengan cepo para el manejo sanitario, para de esa manera no trasladarlos a las instalaciones en las que se manejan animales sanos.



Fotografía 3-3 Alturas sugeridas para el protector de saltos



Fotografía 3-5 Construcción de alamados



Fotografía 3-4 Sugerencias para los bebederos

### 3.1.5.2 Corral de ingreso y readaptación

Se recomienda que haya un corral de ingreso y de readaptación, para recibir los animales (cuarentena) donde los de igual o diferente origen se estabilicen y adapten entre ellos, previo al ingreso a los corrales de engorde. Además es cuando se recomienda aplicar el plan sanitario de ingreso a todos los animales. También puede ser utilizado para readaptación, ya que generalmente hay animales que no se adaptan a la ración y no comen.

### 3.1.6 Otros aspectos de manejo

#### 3.1.6.1 Estrés por calor

Uno de los puntos importantes a tener en cuenta y que afecta la salud y el bienestar animal, es prevenir el estrés calórico, que se manifiesta con frecuencia respiratoria aumentada y disminución del consumo de alimentos, por lo que es importante que los animales tengan acceso a sombra, especialmente en los días de alta temperatura y humedad ambiente.

Las recomendaciones más frecuentes son el uso de telas con más del 80% de cobertura del sol y que las som-

bras tengan una altura de no menos de 4 metros y con una superficie de entre 1.5 a 4 m cuadrados por animal, (esto también depende de la categoría animal), para evitar el hacinamiento y la competencia.

Otra alternativa es la instalación de aspersores en los corrales de engorde. En estos casos el uso de agua puede ser muy elevado.

#### 3.1.6.2 Control del estiércol y del barro

La planificación del retiro periódico del estiércol y del barro de los corrales de engorde está relacionada con el tipo de suelo y la compactación del mismo, la pendiente del terreno, el volumen de precipitaciones y otras características que afecten la propensión al anegamiento de los corrales, el bienestar y la salud animal. El barro afecta negativamente la eficiencia de conversión y el consumo de alimentos, además significa un gasto energético adicional para el animal cuando debe desplazarse. Desde el punto de vista sanitario el ganado embarrado puede llegar a tener una mayor carga de microorganismos.

### 3.1.6.3 Prácticas de manejo en los animales

Se recomienda que **no** se realicen las siguientes prácticas de manejo una vez ingresado al corral:

- Castración.
- Descorne.
- Marcación.

### 3.1.6.4 La administración de medicamentos veterinarios

El uso y administración de los específicos veterinarios deben ser indicados por el Veterinario de Libre Ejercicio Acreditado (VLEA) responsable del plan sanitario.

Pueden ser administrados por personal adecuadamente informado y capacitado, siempre y cuando no esté establecido por la Autoridad Sanitaria que el específico debe ser administrado únicamente por un Veterinario.

Se deben registrar en la Planilla Sanitaria del Establecimiento todos los tratamientos, vacunaciones, retiro de muestras para diagnóstico, inspecciones de la Autoridad Sanitaria, etc.

### 3.1.7 Calles

La logística del corral es muy importante. Muchas veces puede haber más de una operación simultáneamente, por lo tanto es importante establecer por donde pasa el mixer y por donde el ganado.

#### 3.1.7.1 Alimentación

Las calles de alimentación deben de ser abovedadas bien compactadas y de 5 a 6 m de ancho. En corrales grandes se puede prever de 10 a 12 metros para que pasen dos mixers a la vez en caso que haya comederos a ambos lados de la calle. Debe preverse un lugar para girar el mixer ya sea otra calle, o si son pocos corrales, todos con los comederos en forma seguida.



Fotografía 3-6 Sugerencias para los bebederos

### 3.1.7.2 Animales

Las calles para los animales, principalmente importantes en los corrales grandes son del lado opuesto a los comederos. Esto provoca que todo el escurrimiento pase por la calle hacia el canal de sedimentación. Se recomiendan de 3 a 4 m de ancho.



Fotografía 3-7 Caminería interna para ganado

## 3.2 Construcción de corrales

Se agrupan aquí las recomendaciones para la construcción de elementos que puedan mitigar los impactos asociados a los diferentes aspectos ambientales relacionados a los corrales.

Los elementos a considerar serán:

**Pendientes de suelo:** Deberán nivelarse los terrenos, de manera de evitar puntos de anegamientos continuos. También deberá cuidarse el no tener pendientes excesivas (recomendado de 2 a 4%) que puedan provocar la erosión del terreno. Las pendientes iniciales se obtendrán a partir de la nivelación del suelo existente (si es apto) o de material de préstamo de la zona (apto). Luego de comenzada la operación se deberán reperfilear las pendientes de los corrales de manera de tener áreas sin zonas de anegamiento.

**Escurrimientos pluviales, conformación de pendientes:** se deberán captar todos los efluentes pluviales que entren en contacto con "áreas sucias", por tanto las pendientes se deberán conformar de manera que todo el conjunto, desagüe hacia la red de drenaje.

**Suelo y subsuelo:** Se requerirán cateos de la zona del EEC, a los efectos de determinar el tipo de material presente y a que profundidad se encuentra la napa freática. Esto proporcionará información para el diseño de las instalaciones y eventuales planes de monitoreo de suelos y agua subterránea.

**Remoción de suelo:** Toda la capa vegetal en el área de corrales deberá retirarse.

**Compactación de suelo:** El piso del corral deberá ser compactado para asegurar que la capacidad de infiltración sea menor a un valor aceptable para evitar infiltración al subsuelo. Los datos disponibles de la bibliografía indican que con la compactación natural del piso del corral con una capa de estiércol se obtienen valores de infiltración muy bajos y del orden de 1,2 L/m<sup>2</sup>/día.

Se recomienda en todos los casos:

Asegurar que el material del piso del corral con la mezcla de estiércol posterior, asegure la compactación a los niveles de baja percolación necesarios. Para ello no se recomienda usar como piso de corrales, materiales de matriz arenosa.

Compactar el material existente con máquinas viales que aseguren la mayor densidad del mismo y así la menor permeabilidad del piso de corrales. En caso que sea necesario, se requerirá realizar un aporte de materiales con altos contenidos de arcilla. La misma, no debe ser de tipo expansivo, que determine grandes variaciones de volumen con la variación de humedad. Esto podría generar, en momentos de baja humedad surcos que facilitarán la contaminación del agua escurrida por los pisos de los corrales hacia las capas más profundas.

### 3.3 Diseño de playas de almacenamiento de estiércol

Para el diseño de las playas de almacenamiento de estiércol se deberán tener en cuenta los siguientes elementos:

#### **Volumen de estiércol que se generará.**

Se deberá definir el volumen de estiércol que se proyecta almacenar considerando el uso posterior del mismo. Deberá definirse si el almacenamiento es de estiércol crudo removido en canales, estabilizado luego de un proceso de compostaje, removido del fondo de las lagunas, etc.

#### **Características del sitio de almacenamiento de estiércol.**

El sitio deberá ser considerado como un corral y deberá ser compactado para evitar infiltraciones.

#### **Entradas y salidas de estiércol.**

Se deberán diseñar los caminos de entrada y salida de forma de asegurar el correcto funcionamiento del área de almacenamiento.

#### **Control de pluviales.**

Los pluviales contaminados deben de ser conducidos al sistema de gestión de efluentes. Se deberán desviar

los escurrimientos pluviales limpios de las áreas próximas para evitar el arrastre de estiércol y la contaminación de dichos pluviales.

### 3.4 Esquema general de gestión de efluentes y residuos

El esquema general de gestión de aguas residuales y residuos para los EEC se puede observar en el diagrama en la página siguiente (figura 3-1).

El diseño particular para cada establecimiento dependerá de las características del EEC, del sitio (ubicación geográfica, topografía, tipo de suelo) en el que se implantará y de la disponibilidad de superficie entre otros. El sistema debe diseñarse con una visión conjunta de los aspectos ambientales involucrados y de la posible afectación del medio que estos generen. Todo diseño debe estar fundamentado y contar con un plan de monitoreo que permita confirmar lo técnicamente diseñado.

Como criterio general, se debe priorizar la disposición de efluentes y residuos (estiércol, sólidos retenidos en las unidades de tratamiento y restos de alimentación) en el terreno considerando su uso como biofertilizante.

De esta manera la disposición sobre el terreno puede cumplir dos roles:

- Sistema de depuración final.
- Ser un mejorador de suelo.

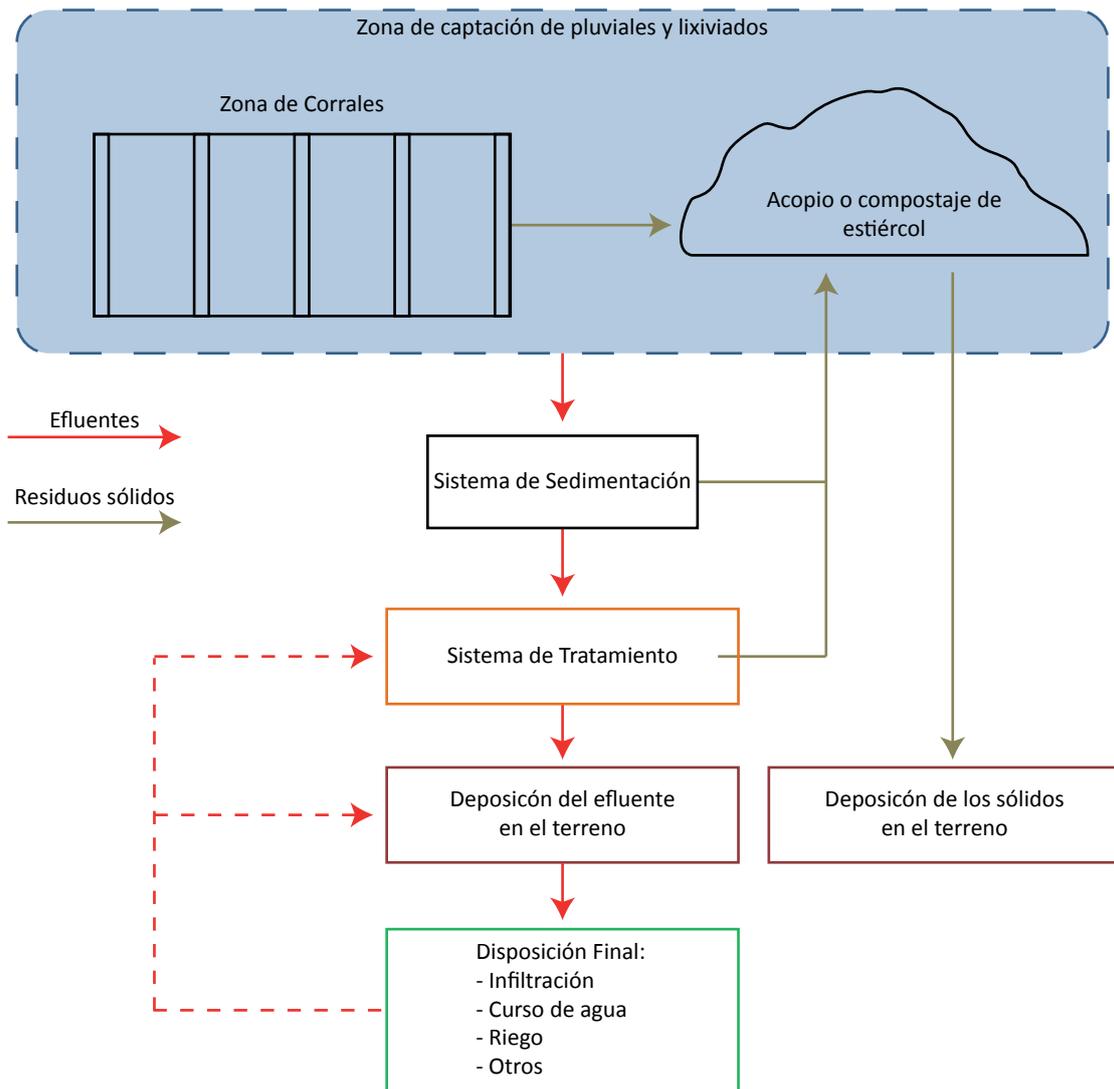


Figura 3-1 Estructura de Gestión Ambiental de los EEC

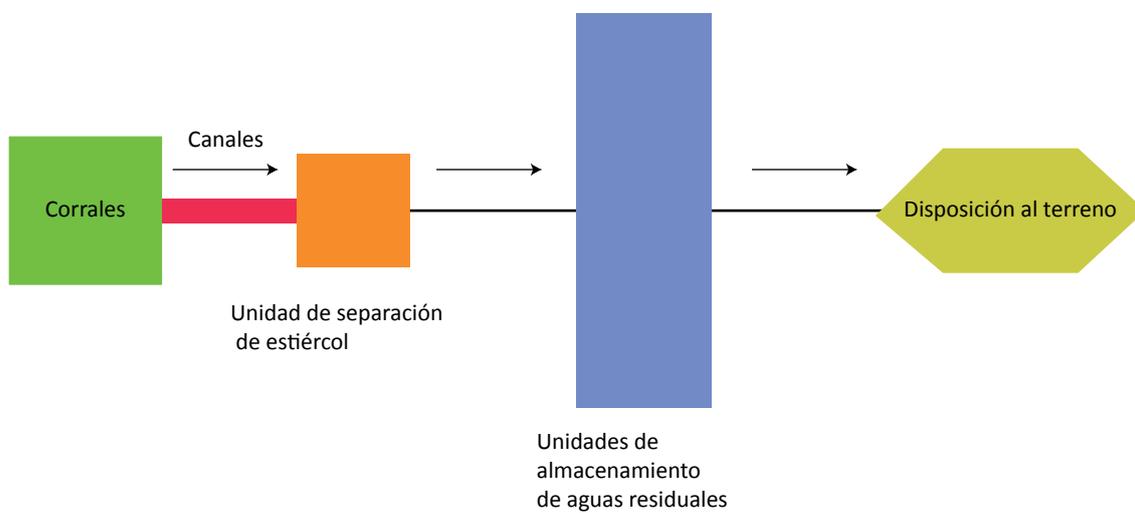


Ilustración 4-1 Configuración mínima de un sistema de gestión de aguas residuales

## 4. Gestión de aguas residuales

El diseño del sistema de gestión de aguas residuales debe ser realizado teniendo en cuenta la legislación y reglamentación vigentes que regulan los vertidos de efluentes.

Se recomienda como primera opción de vertido para las aguas residuales de los EEC la disposición al terreno. En estos casos, de realizarse un buen manejo, se puede contribuir al riego y satisfacer las necesidades de nutrientes requeridos por cultivos (o parte de ellas).

Si se optara por una disposición de las aguas residuales a curso de agua, la calidad del efluente requerida implica la necesidad de incorporar nuevas unidades de tratamiento.

En la ilustración 4-1 se presenta una configuración mínima de un sistema de gestión de las aguas residuales para EEC con disposición de las mismas a terreno<sup>4</sup>.

Esta configuración mínima contiene:

- Canales de evacuación de aguas pluviales de “áreas sucias” y áreas de apoyo, tránsito, alimentos, etc.
- Dispositivos de separación y almacenamiento posterior de estiércol
- Lagunas de almacenamiento de agua pluvial contaminada escurrida por los corrales
- Sistema de distribución y aplicación del agua almacenada en las laguna de almacenamiento en el terreno

Eventualmente en algunas condiciones podrán requerirse instalaciones de tratamiento del efluente previo a su vertido a terreno o a curso de agua.

Estos elementos junto con una adecuada selección del sitio donde ubicar el EEC, una adecuada infraestructura de instalación y una adecuada operación, aseguran que se disminuyan los riesgos de contaminación de una cuenca hidrográfica, el suelo o el agua subterránea.

<sup>4</sup> Esto no es válido en el caso de que se viertan las aguas residuales a un curso de agua. Para este caso en lugar de la Unidad de Almacenamiento se deberá diseñar un sistema de unidades de tratamiento, que permita dar cumplimiento a los estándares y condiciones de vertido establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos.

### 4.1 Canales de recolección de pluviales

Como regla general, el agua de lluvia que cae fuera de las instalaciones del EEC y de las “áreas sucias” (pluviales limpios) deberá desviarse para que no entre en el sistema de conducción y tratamiento de las aguas residuales del EEC.

Se deberá por tanto desviar todas las pluviales “limpias” del terreno de manera de evitar el sobredimensionamiento de los canales, captar más agua de la necesaria, y minimizar los volúmenes requeridos para las lagunas de almacenamiento y los requerimientos del sistema de disposición de las aguas almacenadas al terreno.

Se listan los sectores del EEC que habitualmente componen a los establecimientos y se deben conectar al sistema de tratamiento:

- Área de corrales de alimentación, recepción y enfermería.
- Camino de distribución de alimentos y/o de movimiento de animales.
- Áreas de almacenamiento y procesamiento de alimentos.
- Área de acopio de estiércol.
- Área de silajes y lavado de camiones.
- Otras áreas donde se generan aguas residuales contaminadas.

Cada caso es diferente y es necesario un análisis del terreno y de las condiciones de escurrimiento para luego definir el diseño más conveniente.

Para facilitar el diseño, el sistema de canales de recolección se puede subdividir en:

- Canales primarios: recogen los drenajes de los corrales.
- Canales secundarios: conducen los efluentes generados de varios canales primarios y se pueden concebir como unidades de sedimentación.
- Canal madre: canal que conduce todos los escurrimientos hacia el sistema de tratamiento.

El sistema de canales deberá ser diseñado como mínimo para precipitaciones de 2 mm/min en la cuenca de aporte, y se debe corroborar que posean las secciones y pendientes adecuadas para conducir el efluente. Estos sistemas requieren de una limpieza frecuente para el control de posibles puntos de anegamientos, obstrucciones y retiro de costras.

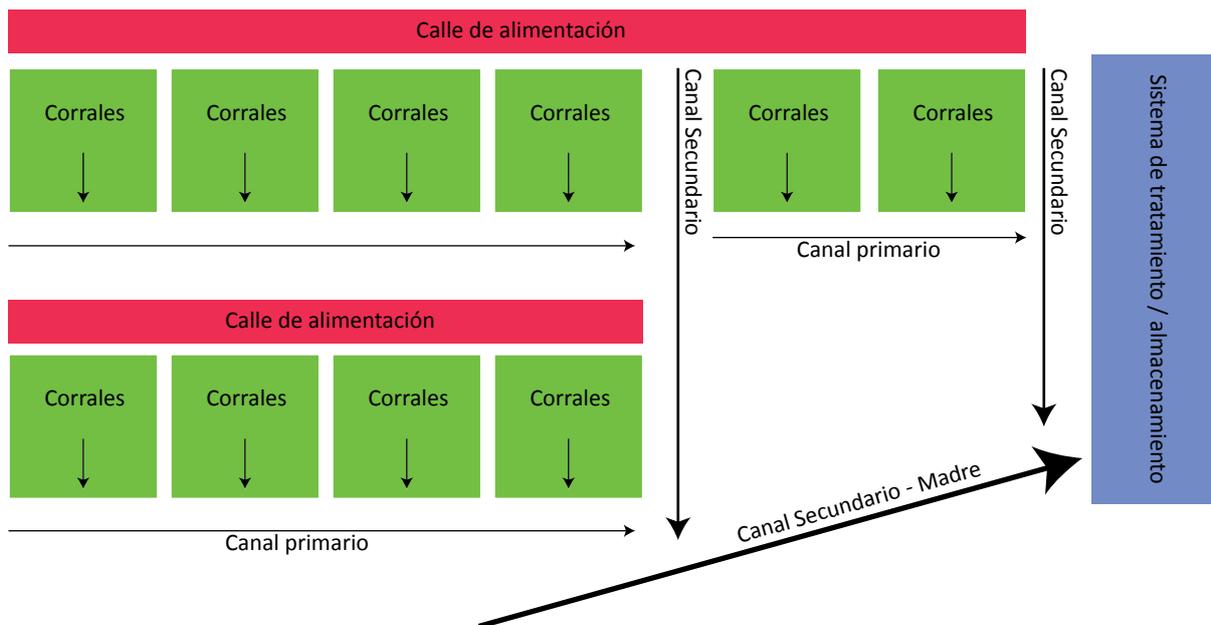


Ilustración 4-2 Esquema de un sistema de canales

Estos canales deben ser impermeabilizados para evitar la infiltración y posible contaminación de las aguas subterráneas. El grado de impermeabilización de los canales debe ser similar al requerido para los fondos de las lagunas de almacenamiento / tratamiento y se recomienda lograr una conductividad hidráulica ( $k$ ) de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s.

Es posible lograr sedimentaciones del 75 al 80% de los sólidos en suspensión en estos tipos de canales. (Pordomingo, 2013)

#### 4.1.1 Caudal de diseño

Para el cálculo de los canales pluviales en la zona de corrales se recomienda utilizar el Método Racional descrito en el “Manual de Sistemas de Aguas Pluviales Urbanas” del MVOTMA. Este método es aplicable a cuencas pequeñas (con tiempo de concentración menor a 20 min y cuenca de aporte menor a 400 há).

El método racional sigue la siguiente ecuación:

$$Q_{max} = C * i * A / 360$$

Dónde:

$$Q_{max} = \text{Caudal máximo (m}^3/\text{s)}$$

$C$  = Coeficiente de escorrentía. Para estos efectos se consideran valores entre 0.4 y 0.5 para las áreas empastadas y de 0,6 a 0,85 para los corrales y calles.

$i$  = intensidad de lluvia uniforme en toda la cuenca para una duración igual al tiempo de concentración. Para estos efectos se consideran valores de 2 mm/min.

$A$  = Área de la cuenca (ha)

El área de la cuenca de cada sección se calcula sumando el área de los corrales que escurran a ese punto más las áreas externas a los corrales. Se deberán minimizar estas últimas. Se recomienda el relevamiento de la zona utilizando las curvas de nivel para un conocimiento adecuado del sentido de escurrimiento del terreno.

#### 4.1.2 Diseño de los canales

Para el diseño se podrá utilizar la fórmula de Manning, fórmula ampliamente utilizada para este tipo de canales y que propone la siguiente expresión:

$$Q = 1/n * A * Rh^{2/3} * \sqrt{S}$$

Dónde:

$Q$ : caudal en  $m^3/s$

$A$ : área mojada en  $m^2$

$Rh$ : radio hidráulico de la sección en m (área mojada dividido perímetro mojado)

$S$ : pendiente media del canal en m/m

$n$ : número de Manning dependiente del material del revestimiento del canal

Tipo de canal	n
Canales revestidos	
De ladrillo	0.012 - 0.018
De hormigón	0.011 - 0.020
De vegetación	0.03 - 0.04
Excavado o en zanja	
En tierra, recto y uniforme	0.020 - 0.030
En tierra, con curvas o no uniformes	0.025 - 0.040
En roca	0.030 - 0.045
Sin mantenimiento	0.05 - 0.14

Cuadro 4-1 Número de Manning según material del revestimiento

Se listan los principales criterios de diseño:

- Podrán ser revestidos
- Velocidades máximas admisibles: Canales de tierra empastada 1 m/s, Canales de Hormigón 2.5 m/s, debiéndose además proteger la salida del canal para evitar la erosión
- Taludes, para canales de tierra 2H:1V, y para canales de hormigón podrán construirse taludes verticales.
- Los canales deberán ser diseñados para que sean de fácil limpieza.

Los canales para retener estiércol se deberán calcular suponiendo que parte de su sección está destinada al almacenamiento de sedimentos de este material. En los canales secundarios se destina el 30% para almacenar estiércol mientras que en el canal madre se destinará un 15% de la profundidad del canal para sedimentación. En base a ello el canal de pluviales se calculará suponiendo que un 30% o un 15% de la profundidad estará ocupada por sedimentos, situación que determinará cuando se deberá realizar la limpieza del mismo.

En todos los casos los canales diseñados para decantar estiércol deben tener una pendiente menor al 0.1%.

En todos los canales se deberá dejar previsto un borde libre de 0.3 m por encima del tirante normal.

Los cruces de calles deberán ser diseñados como alcantarilla, pero que tengan una pendiente tal que no permita la sedimentación de estiércol dentro de ellas. Las entradas y salidas deberán limpiarse periódicamente para que no se obstruya el flujo dentro de ellas.

Estos “efluentes” generados serán conducidos hacia las otras unidades de gestión de efluentes.

Se listan los principales criterios de diseño:

- Podrán ser revestidos
- Velocidades máximas admisibles: Canales de tierra empastada 1 m/s, Canales de Hormigón 2.5 m/s, debiéndose además proteger la salida del canal para evitar la erosión
- Taludes, para canales de tierra 2H:1V, y para canales de hormigón podrán construirse taludes verticales.
- Los canales deberán ser diseñados para que sean de fácil limpieza.

Los canales para retener estiércol se deberán calcular suponiendo que parte de su sección está destinada al almacenamiento de sedimentos de este material. En los canales secundarios se destina el 30% para almacenar estiércol mientras que en el canal madre se destinará un 15% de la profundidad del canal para sedimentación. En base a ello el canal de pluviales se calculará suponiendo que un 30% o un 15% de la profundidad estará ocupada por sedimentos, situación que determinará cuando se deberá realizar la limpieza del mismo. En todos los casos los canales diseñados para decantar estiércol deben tener una pendiente menor al 0.1%.

En todos los canales se deberá dejar previsto un borde libre de 0.3 m por encima del tirante normal.

Los cruces de calles deberán ser diseñados como alcantarilla, pero que tengan una pendiente tal que no permita la sedimentación de estiércol dentro de ellas. Las entradas y salidas deberán limpiarse periódicamente para que no se obstruya el flujo dentro de ellas.

Estos “efluentes” generados serán conducidos hacia las otras unidades de gestión de efluentes.

## 4.2 Unidades de Separación de Estiércol

La función de estas unidades es remover sólidos previo a las lagunas de almacenamiento y/o tratamiento, para evitar su colmatación. Deben ser fáciles de limpiar, por tanto el material de taludes y pisos debe ser transitable por maquinaria pesada para la limpieza.

Tienen como objetivo minimizar los sólidos que llegan a los sistemas de almacenamiento/ tratamiento. Esto tiene las siguientes ventajas:

- Aumenta el tiempo entre limpieza de las lagunas de tratamiento y/o almacenamiento permitiendo una remoción a menor costo.
- Disminuye el volumen de las lagunas a construir.
- No sobrecarga con materia orgánica y nutrientes los sistemas de tratamiento.

### 4.2.1 Criterios de diseño:

Se sugiere adoptar el método sugerido en la Guía de Buenas Prácticas para Feedlot realizado por el Ing. Agr. Anibal Pordomingo del INTA. Se transcribe a continuación esta propuesta metodológica:

$$V = Q_p (l/w) \lambda / v \quad (\text{Lott y Skerman, 1995})$$

Dónde:

V: Volumen de efluentes a contener en el sistema de sedimentación (m<sup>3</sup>)

Q<sub>p</sub> = Tasa de ingreso (m<sup>3</sup>/s) para una tormenta de intensidad máxima esperable cada 20 años.

l/w =relación entre la longitud y el ancho de la dirección del flujo en la laguna a construir.

v = velocidad de flujo (m/s); máximo = 0,005 m/s

λ = factor escalar, Lambda (λ) es un factor que tiene en cuenta la acumulación de sedimentos y frecuencia de remoción.

Se presentan los valores recomendados.

Sistema de sedimentación	l/w	λ
Depresión	2 a 3	2,5
Terraza	8 a 10	1
Laguna de decantación	2 a 3	6

Cuadro 4-2 Valores recomendados para el cálculo de la unidad de separación de sólidos

## 4.3 Unidades de almacenamiento / tratamiento

### 4.3.1 Lagunas de Almacenamiento de efluentes

Tienen como objetivo contener el agua escurrida del EEC y generar un líquido (efluente) y/o un residuo en condiciones para su disposición final. Para ello, es necesario realizar un balance hídrico que garantice contar con una capacidad de almacenamiento adecuada.

En estas unidades el efluente se estabiliza y almacena para luego disponerlo en el terreno cuando se necesita, o las condiciones climáticas los permitan. Para calcular el volumen de almacenamiento se realiza un balance hídrico para un período de tiempo (por ejemplo 1 año) que contemple:

**Ingreso:** la fracción del agua de lluvia que escurre por el EEC durante y luego de las lluvias hacia las lagunas y el agua que cae directamente sobre ellas.

**Salida:** al agua que se evapora y la que se dispone finalmente.

A diferencia de climas con una estacionalidad muy marcada en su pluviometría, en nuestro país no resulta del todo adecuado pensar en ciclos de acumulación/ evaporación dado que la cuenca de aporte siempre es significativamente superior a la superficie de las lagunas de almacenamiento. Igualmente es conveniente e importante contemplar la disminución del volumen de agua por evaporación.

Para realizar el balance (y calcular el volumen de agua a almacenar) es necesario seleccionar las precipitaciones en un año lluvioso. Esta búsqueda de información posee cierto trabajo de gabinete y tratamiento de datos hidrológicos que insume tiempo y dedicación.

En función de esto se proponen dos metodologías. Una más sencilla que utiliza las **precipitaciones medias anuales (PMA)** en la zona del EEC y toma un plazo conservador de almacenamiento. Otra más detallada que simula las **precipitaciones diarias de un año lluvioso (PDA)** y las disposiciones a terreno, que resulta en un volumen de almacenamiento más ajustado.

El método PMA toma las precipitaciones medias anuales para calcular el volumen de agua que lloverá sobre el corral (ver Figura 4-1). De esta cifra (mm de lluvia) se obtiene el volumen de agua en m<sup>3</sup> que lloverá sobre todo el EEC. Luego se debe corregir este valor por el coeficiente de escurrimiento visto en el ítem 4.1.1 y según las distintas áreas del EEC (corrales, caminos, sitios de almacenamiento de estiércol, unidades de tratamiento). Esta cifra es el volumen estimado de efluente que escurriría en todo el año. Luego se **calcula el sistema almacenamiento para que posea la capacidad de almacenar la mitad de este volumen.**

El método PDA propuesto selecciona el año más lluvioso de una serie reciente de 20 años que escurren por la cuenca de aporte en las mismas consideraciones que para el PMA. Con la serie de datos diarios de precipitación se realiza el balance hídrico que contemple la evaporación diaria que hubiera existido ese año y los ciclos de disposición a terreno. El volumen de las lagunas deberá ser tal que no se produzcan vertidos a lo largo del año simulado.

Específicamente para los establecimientos ubicados en la cuenca del Río Santa Lucía, el Decreto 162/014 establece que el sistema de almacenamiento debe poseer la capacidad de contener el efluente escurrido para una precipitación de 300 mm caídas en el área de aporte.

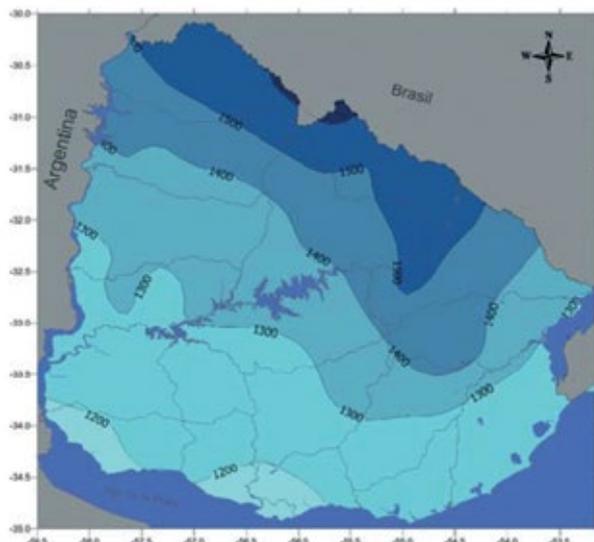


Figura 4-1 Mapa de las precipitaciones acumuladas (mm) medias anuales período 1990 – 2009 (INIA, 2010)

Cuando se opte por la disposición del efluente por infiltración al terreno, deberá realizarse acorde a los requisitos agronómicos, texturales y estructurales del suelo. Asimismo, en ese caso, el sistema deberá prever el almacenamiento para los períodos en los cuales no sea posible el uso de esta alternativa de disposición por la ocurrencia de lluvias.

Se recomienda que las lagunas tengan al menos una revancha desde el pelo de agua a cota máxima a la coronación del talud de 0,6 m y que el vertedero del sistema debe poseer la capacidad de descargar una tormenta con un período de retorno de 50 años.

#### 4.3.2 Unidades de tratamiento

Cuando se prevea el vertido a curso de agua y no se cumplan los estándares de calidad de vertido se podrá implementar un sistema de tratamiento tal que adecúe el efluente a los estándares requeridos por la normativa ambiental vigente. En particular es posible instrumentar el sistema en base a lagunas de tratamiento biológico.

Son unidades basadas en el tratamiento biológico (en base a microorganismos) para la remoción de la carga orgánica, nutrientes y microorganismos. Pueden ser clasificadas como aerobias, anaerobias y/o facultativas. En las lagunas aerobias las bacterias respiran oxígeno, en las anaerobias respiran mediante mecanismos de óxido reducción sin participación de oxígeno y en las facultativas se adaptan a uno u otro mecanismo respiratorio.

Dadas las cargas involucradas y las tasas de reducción de este tipo de unidades, como criterio general, los

**sistemas anaerobios y facultativos no cumplirían con los parámetros vigentes de descarga a curso de agua, fundamentalmente en lo referido a nutrientes.** Por lo que en estos casos deberán ser complementados con otro tratamiento. No obstante lo anterior, pueden existir situaciones particulares, en especial en emprendimientos de pequeño porte, que sí cumplan con los valores exigidos a nivel nacional (normativa ambiental vigente) para el vertido a curso de agua.

## 4.4 Disposición final

### 4.4.1 Aplicación sobre el terreno

Una de las alternativas de disposición final es el vertido a terreno, siempre sobre la base de que no se contamine el agua subterránea o superficial ni degrade el suelo. No es recomendable hacer una disposición directa de efluentes crudos, pero si se diseña el sistema adecuadamente y se tienen criterios restrictivos para el uso de las superficies regadas para pastura o plantaciones, es posible su utilización.

Como parámetros de diseño se deberán considerar los potenciales contaminantes presentes (carga orgánica, nutrientes y sales minerales) y el caudal a disponer. En este caso, se debe realizar un balance hídrico y de componentes en el suelo que contemplen el estado inicial del suelo, las distintas fuentes de aporte y los períodos donde se generan.

El área a ser utilizada dependerá entonces del potencial contaminante limitante y del método de disposición elegido. Se debe contar con área suficiente para poder realizar la rotación de las zonas de disposición.

En el Capítulo 6 - Utilización de los residuos sólidos y aguas residuales de origen orgánico con fines agronómicos, se presentan diversos elementos a considerar para la implementación de la disposición final.

### 4.4.2 Descarga a curso de agua

Para cumplir con los parámetros de descarga a curso de agua será necesario contar con tratamientos que permitan reducir la carga orgánica y sobre todo la carga de nutrientes. En principio, no parece la solución más adecuada para el tipo de emprendimiento por las características del efluente y la dinámica de generación de los mismos asociados a las lluvias.

Las descargas se deberán diseñar con criterios de ingeniería para evitar procesos de erosión, garantizar la difusión en el curso de agua y la extracción periódica de muestras de los efluentes vertidos.

## 5. Gestión de los residuos

Todos los establecimientos deben establecer e implementar un Plan de Gestión de los Residuos Sólidos (PGRS) según lo establecido por el Decreto 182/13, que garantice una adecuada gestión de los mismos. A su vez, los establecimientos con una capacidad de más de 500 cabezas, deben presentar ante la DINAMA el PGRS para su aprobación y la Declaración Jurada anual de residuos sólidos.

En el caso de los residuos derivados del uso de productos químicos o biológicos en la actividad agropecuaria, deberán contar con una gestión interna de los envases. Esto implica contar con un acopio interno (de acuerdo a lo que DINAMA establezca) y el transporte hasta el centro de acopio de acuerdo a lo aprobado en el correspondiente PGRS. (Decreto 152/13)

Existen aspectos relevantes en la gestión de los residuos generados en los EEC que deben ser considerados:

- El principio de responsabilidad del generador establece que es responsable de la adecuada gestión de los residuos sólidos en todas las etapas, desde su generación hasta su eliminación o disposición final.
- La práctica de disponer el estiércol al terreno es habitual y constituye un procedimiento adecuado en condiciones controladas.
- Es necesario el control de la lixiviación del estiércol en los sitios de disposición transitoria previo a su disposición al terreno.
- Es necesaria la cuantificación y registro de las cantidades generadas de los distintos tipos de residuos sólidos generados.
- La quema a cielo abierto de residuos sólidos es una práctica prohibida.
- Los transportistas y/u operadores de residuos deben estar habilitados y registrados ante DINAMA, según lo establecido en el Decreto 182/2013 (art.18 y 25).
- El almacenamiento transitorio, plazo de almacenamiento, acondicionamiento y envasado de los residuos deben cumplir con lo establecido en el Decreto 182/2013 (arts. 15, 16 y 17).

Se amplía a continuación información sobre los residuos sólidos más relevantes que se generan en este tipo de establecimientos, como son el estiércol y los cadáveres, y luego en el ítem 5.3 se presentan los lineamientos generales que se debe tener en cuenta para la gestión de todo residuo generado, su categorización y los destinos planteados para cada uno de ellos.

### 5.1 Estiércol

La tasa de generación de estiércol y su composición para este tipo de sistema de producción, está asociada a dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad. A su vez, el estiércol que se obtiene de los corrales se ve afectado por las características propias del encierro (tipo de piso, pendientes, etc.), la gestión (frecuencia de limpiezas y tipo de acopio) y las variables climáticas (régimen de lluvias, insolación, etc.).

De todas maneras, desde el punto de vista de la gestión del estiércol, tiene un peso muy importante el tipo de manejo. A mayores ciclos de limpieza el estiércol se compacta, pierde material volátil y soluble densificándose. Las pendientes utilizadas también afectan el grado de arrastre durante las lluvias.

Se describen a continuación varios métodos de manejo y tratamiento del estiércol. Para estos sitios se aplican las restricciones de localización mencionadas en esta guía y se recomienda que su ubicación esté a más de 100 metros de los corrales, acopio de alimentos e instalaciones para el personal del establecimiento.

#### 5.1.1 Manejo de estiércol sólido

Se trata del manejo predominante en nuestro país, donde los animales se encierran en corrales sobre el suelo con diferentes pendientes y se realizan retiros periódicos del estiércol generado.

Es recomendable como mínimo el retiro periódico del estiércol acumulado a la salida de donde se ubican los lotes de animales. Si la acumulación del estiércol es importante (más de 15 o 20 cm) se puede generar un flujo que en su recorrido compromete el funcionamiento de drenes y caminos, además de ser una fuente de contaminación.

Las zonas cercanas a los comederos y bebederos es donde se produce la mayor acumulación de estiércol, por lo que se recomienda limpiarlas varias veces durante el ciclo de engorde, para evitar que se generen problemas de salubridad debido al anegamiento y humedad permanente. Asimismo, es conveniente la remoción frecuente del estiércol para reducir la posibilidad de la emisión de compuestos orgánicos volátiles que generan mal olor y pérdida de su valor como biofertilizante.

Los medios utilizados para el retiro del estiércol pueden incluir una cargadora con pala frontal y/o auto cargadores con cepillos raspadores frontales, dependiendo del tamaño y disponibilidad de los emprendimientos. Se debe tener cuidado de no retirar la capa de suelo endurecida, también llamada interfase o “capa negra”,

que se trata de una masa densa y poco aireada que genera un efecto de “sellado” del piso de los corrales (Ciganda y La Manna, 2009). Esta capa se genera por el apisonado permanente del ganado dándose efectos físicos, químicos y biológicos que contribuyen a su generación luego de aproximadamente dos meses de operación, y es importante su preservación para evitar la contaminación de las napas freáticas. En caso contrario, se deberá proceder a realizar tareas de compactación que eviten dichos efectos contaminantes.

#### 5.1.1.1 Alomado

Consiste en la implementación de barreras para la retención del estiércol en los corrales por varios ciclos de engorde (años). Esto reduce el valor fertilizante de ese material (u otros posibles usos); y mantiene una alta carga de excretas en los corrales, con lo que se incrementan las emisiones de contaminantes al aire, agua y suelo durante los eventos de lluvia.

Si bien es posible utilizarlo en el manejo interno del corral durante los encierros, no es recomendable su utilización como sistema de tratamiento y manejo de las excretas y del drenaje a largo plazo, como se utiliza de manera extendida en Australia o algunos estados de USA. Esto se debe a las diferencias en el comportamiento del clima ya que en nuestro país no existen prolongados ciclos secos.

#### 5.1.1.2 Pilas fuera de los corrales

El apilado o tratamiento pasivo del estiércol en trincheras fuera de los corrales, es una alternativa posible que permite que pueda ser utilizado posteriormente como mejorador de suelo y fertilizante en el propio establecimiento, en establecimientos vecinos, o entregado a un gestor de residuos autorizado. Ver capítulo 6.

La acumulación en trinchera permite una operación relativamente sencilla que genera una buena superficie de evaporación y acción microbiana aerobia. De esta manera, se disminuye la generación de lixiviados en el estiércol con alto contenido de humedad y se acelera la estabilización en lo que respecta al contenido de agua.

El tamaño y la forma de las pilas de estiércol son variables y dependerá del parque de maquinaria del establecimiento y de los volúmenes generados. Pordomingo (2003) recomienda apilados en forma de hileras de 5 a 6 m de ancho, por 2 a 3 m de altura en su cresta, y por el largo que el sitio permita. Entre las hileras, se recomienda una distancia de al menos 4 a 6 m para poder circular con palas o tractores. Es necesario mantener la aerobiosis en las pilas de estiércol y la menor humedad posible.

A los efectos que se mejore la calidad del producto obtenido, se recomienda realizar operaciones mínimas, como ser agregado del material carbonoso disponible en el emprendimiento (restos de cosechas, fardos en mal estado, restos de podas, aserrín, etc.) el movimiento y rotación de las pilas con la maquinaria del establecimiento para favorecer las condiciones mencionadas en el párrafo anterior y el monitoreo de la temperatura en las pilas. La pila tarda entre dos y tres días en calentarse y el volteo se debe realizar cuando la temperatura alcanza como máximo entre 45 y 55 °C. Por lo que, un plazo práctico sería que al principio se hiciera cada 3 o 4 días y luego ir las espaciando en el tiempo.

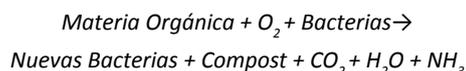
Otra acción que favorece la presencia de aire, es incorporar en el medio de la pila, elementos que permitan su pasaje. También se puede colocar una chimenea para permitir el mismo.

El material generado no puede ser utilizado para la construcción de taludes de lagunas de tratamiento o tajamares y/o canales, pues no tiene las características geotécnicas adecuadas.

No puede ser considerado como un método completo de estabilización de contaminantes en sí mismo ni un compostaje. Necesariamente tiene que estar asociado a una disposición final del material apilado, el que debe estar planificado de acuerdo a las cantidades que se generen, la capacidad de almacenamiento, los sitios donde se va a disponer y las tasas de aplicación previstas.

#### 5.1.1.3 Compostaje

El compostaje es un método de tratamiento biológico que permite la degradación aeróbica de la materia orgánica del estiércol en condiciones de temperatura, pH, aireación y humedad controladas, en el cual se desarrolla y estimula la actividad de microorganismos aeróbicos termófilos. Esto se puede simplificar en la siguiente reacción general:



Es un proceso biológico, gobernado por la actividad natural de los microorganismos, pero en el que se planifican acciones y controles para favorecer el predominio de determinados metabolismos y en consecuencia a determinados grupos fisiológicos. En estos procesos se busca minimizar la fermentación y la respiración anaerobia y se logra un material orgánico más estable.

La materia orgánica del residuo es convertida en humus, dióxido de carbono y agua por medio de la acción de la flora bacteriana. A los efectos de iniciar el proceso, se puede sembrar el sustrato a ser digerido con microorganismos para compost o con compost en formación que ya los contenga.

Las condiciones deseables son:

- un nivel de humedad inferior al 35 a 40%, salvo en caso de buena aireación que puede llegar al 60% (OPS, 1999).
- un tamaño uniforme de partícula de entre 10 a 50 mm, de textura friable, reducido en volumen y peso.

El compostaje aerobio disminuye la mayoría de los patógenos y las semillas de malezas. Para alcanzar una higienización efectiva de patógenos es necesario lograr que la temperatura se eleve a por lo menos 55 °C durante 3 días consecutivos o a 53 °C por 5 días. Temperaturas de 60 a 70 °C serían ideales para eliminar la mayoría de la flora potencialmente patógena y las semillas de malezas. Las pilas cuentan con un núcleo y una corteza, los procesos se desarrollan en el núcleo, por lo que para monitorear este último, la temperatura debe ser medida a aproximadamente 60 cm de profundidad en la pila (esto debe verificarse en función del tamaño de esta última) para asegurarse que el efecto térmico sobre la flora patogénica sea el deseable.

La relación C/N que ofrece el estiércol (10 a 15:1) es baja para el ideal en compostaje (30:1) por lo que es necesario incorporar fuentes de carbono como rastrojos de cosecha u otros residuos con mucha fibra. Se debe contar con un sistema de captación de lixiviados y de aguas pluviales de las pilas, que puede ser utilizado para mantener la humedad en las mismas. La relación debería ser C/P 75 a 150 para satisfacer la demanda de los microorganismos.

Es importante verificar que el proceso de compostaje está terminado antes de utilizarlo como mejorador de suelo, pues si continúa teniendo un alto contenido de carbono puede inmovilizar el nitrógeno del medio en el que se agregue generando deficiencia del mismo en las plantas. Para evitar esto la relación C/N debe ser de entre 10 – 15 y siempre menor a 30.

Otros parámetros importantes son:

Parámetro	Valor
pH	5.0 – 8.5
MO (%)	>20
NH <sub>3</sub> /NO <sub>3</sub>	≤3
Humedad	Entre 30 y 40% del compost base húmeda
Ácidos orgánicos volátiles (mg/kg)	≤300
Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	≤700
Malezas	Menos de tres semillas germinativas de maleza por litro
Coliformes fecales	< 1.000 NMP por gramo de compost base seca
Huevos de helmintos viables	1 en 4 gramos de compost base seca

Cuadro 5-1 Parámetros de control

El compost ya terminado debería tener olor a tierra, textura liviana, en terrones y color negro, si se sintiera olor putrefacto significa que hay materia orgánica en descomposición y un color muy negro significa altos niveles de carbono.

Existen diversas tecnologías para la implementación del proceso de compostaje. Para el caso de los residuos sólidos de los EEC se mencionan:

#### • Pilas estáticas rotadas

En esta tecnología se arman pilas de residuos que son rotadas periódicamente, mediante maquinaria apropiada, para lograr la aireación del material.

Se formarán cordones de 1.00 a 1.80 m de alto. La pila debe poder ser mezclada e invertida al menos cada 3 semanas. Esa inversión promueve la aireación y recuperación de condiciones aeróbicas. En presencia de oxígeno aumenta la temperatura y la deshidratación y se reduce la emisión de olores.

El tiempo habitual de tratamiento varía entre los 90 y 180 días dependiendo del régimen de lluvias. El proceso se desarrolla a cielo abierto.

#### • Pilas estáticas aireadas

En este método se incorpora aire forzado a las pilas usando turbinas o ventiladores centrífugos que aspiran aire atmosférico a través de las pilas. Este pasaje forzado de aire acelera el proceso de compostaje y permite asegurar que no se generan olores en el sistema.

En caso que se generen más de 10 Ton/día de estiércol se deberá de solicitar la autorización ambiental previa al MVOTMA (decreto 349/05).

### 5.1.2 Manejo de estiércol en forma líquida en pisos de cemento

Se trata de manejos sobre piso impermeables con agua agregada. Esto modifica de manera importante el manejo y la cantidad generada. En todos estos casos, la frecuencia de la limpieza es muy superior, teniendo un estiércol líquido y crudo que se envía a las unidades de gestión de efluentes. Una opción de manejo adecuada es la separación de fases realizando un tratamiento de efluentes convencional a la fase líquida y un compostaje o disposición en pilas para la fase sólida.

También es posible ir a un proceso de digestión y valorización energética. De esta manera es posible enviar el estiércol líquido a un digestor anaerobio obteniéndose biogás y un biofertilizante estabilizado. Esto es posible solo si los corrales tienen piso de cemento.

## 5.2 Cadáveres

En todo EEC se verifica una cierta cantidad de muertes de los bovinos en encierro. En nuestro país dicha mortandad se sitúa en el entorno de 0.3 a 0.8 %, y generalmente está asociada a problemas en la gestión de la alimentación más que a enfermedades infecciosas o parasitarias. En caso de que la mortalidad sea mayor o causadas por enfermedades infecto-contagiosas que provoquen riesgos sanitarios para el establecimiento, la disposición de cadáveres deberá ser realizado de acuerdo a lo que establezcan las autoridades sanitarias.

Por más que en condiciones normales no es un porcentaje importante, dado el número de animales en encierro resulta imprescindible contar con prácticas adecuadas para la manipulación y disposición final de cadáveres.

La eliminación de animales muertos se debe realizar en forma inmediata luego del fallecimiento, de acuerdo a las disposiciones autorizadas por la Autoridad Sanitaria y en todos los casos deben garantizar que no representan un riesgo de Salud Pública y de contaminación ambiental.

Para disponer de manera segura los cadáveres se recomiendan tres posibilidades:

- Cremación,
- Enterramiento y
- Compostaje de cadáveres

**La cremación** no se trata de una simple quema, es un proceso controlado que se realiza en hornos donde se alcanzan temperaturas de entre 900 y 1.000 °C, y están diseñados para asegurar la eficiente desintegración del cadáver. La simple quema con combustibles solo incinera superficialmente, quemando pelos y cuero y hace necesario un tratamiento posterior para que no represente un riesgo a la Salud Pública y al medio ambiente. Se recomienda el traslado del cadáver al horno en contenedores que impidan el escurrimiento de líquidos, para evitar riesgos sanitarios.

**El enterramiento** es lo más utilizado en nuestro país. De realizarse, se establecen las siguientes consideraciones:

**Utilización de cal viva:** permite eliminar patógenos y otros microorganismos, por lo que además de su poder esterilizante retrasa el período de putrefacción. Esto permite una degradación lenta del cadáver y una disminución de la probabilidad de contaminación.

**La ubicación:** el sitio o área de enterramiento seleccionado debe estar a no menos de 100 metros de las instalaciones y corrales de engorde, perfectamente identificada y cercada para que no accedan los animales silvestres y/o domésticos. Asimismo, la ubicación de los sitios resulta clave para minimizar los impactos en la salud y el medio ambiente, debiendo evitarse zonas inundables, con la napa freática alta y en caso de que la localización sea de suelos con alta permeabilidad se deberá adicionar material externo como ser arcilla compactada o geomembrana para evitar una lixiviación a la napa.

**Procedimiento:** Se deben colocar los cadáveres en fosas o trincheras que tendrán su base impermeabilizada y con una capa de cal. Luego se dispondrá de capas sucesivas de tierra del entorno de 10 a 15 cm, y otra de cadáveres. Se finaliza la cobertura completa de la superficie de la trinchera o fosa con una capa de tierra luego una de cal y finalmente se cubre todo con tierra espolvoreada con cal que sobrepase el nivel del terreno para facilitar el escurrido del agua de lluvia. Se calcula en el entorno 1,5 m<sup>2</sup> por bovino adulto. Dado que el contenido ruminal sufre un proceso de descomposición anaerobia, es necesario perforar y cortar el abdomen de los animales para permitir la evacuación de los gases generados.

**El compostaje de cadáveres** es una alternativa más compleja pero eficiente para la disposición final de las carcasas siempre y cuando el destino final no sea la fertilización de pasturas o cultivos para el consumo humano o animal. Esta restricción es debido a la normativa sanitaria de no contaminar la pastura y los cultivos con proteínas de origen animal. Como se mencionó anteriormente, se trata de un proceso de degradación orgánica que ocurre bajo condiciones controladas. Es

necesario garantizar una adecuada relación entre la materia orgánica, el fósforo y el nitrógeno. Las carcasas tienen una relación C:N de 3:1, cuando lo ideal es que dicha relación sea del orden de 30 o 40:1, por lo que será necesario suplementar con una fuente de carbono como ser, restos de cosechas u otra fuente accesible. Adicionalmente hay que agregar agua para mantener la humedad en la pila y es necesario verificar la temperatura dentro de la misma así como una adecuada oxigenación. El proceso de compostaje permite alcanzar las temperaturas necesarias para eliminar la mayor parte de los patógenos y obtener un abono orgánico de uso restringido. En invierno se hace difícil alcanzar estas temperaturas en Uruguay.

Es obligatorio llevar un registro de los animales muertos y método de eliminación.

### 5.3 Otros residuos

Existen otros tipos de residuos que deben ser atendidos y gestionados para evitar impactos ambientales y cumplir con la legislación vigente. Estos pueden ser envases plásticos, bolsas usadas, restos de silo bolsa, restos de productos zooterápicos, restos de productos químicos y reactivos, aceites usados, baterías, etc.

Como referencia general y de consulta se listan los residuos agrupados por categoría definidos en el “Catálogo de residuos sólidos industriales y asimilados”, y luego, un destino posible para su revalorización, o bien, su disposición final.

#### Residuos categoría I (peligrosos)

- Restos de productos zooterápicos (medicamentos)
- Restos de productos rodenticidas
- Restos de productos químicos y reactivos
- Residuos de atención veterinaria
- Animales muertos por enfermedades infecciosas
- Residuos generados en las tareas de mantenimiento de los vehículos de la empresa: aceite usado, filtros de aceite y baterías plomo ácido.

#### Residuos categoría II (no peligrosos)

- Excretas de animales (estiércol, orina)
- Lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales
- Residuos de alimentos
- Animales muertos
- Envases de plásticos descontaminados (envases de agroquímicos con triple lavado)
- Neumáticos
- Nylon de silo

Residuo	Categoría	Destino planteado
Excretas de animales (estiércol, orina)	II (NP)	Revalorización como mejorador de suelo
Restos de alimentos	II (NP)	Revalorización como mejorador de suelo
Restos de nylon de silo bolsa	II (NP)	Recuperación externa
Animales muertos	II (NP)	Enterramiento
Restos de productos zooterápicos	I (P)	Gestión empresas autorizadas
Residuos de atención veterinaria	I (P)	Gestión empresas autorizadas
Restos de productos químicos y reactivos	I (P)	Gestión empresas autorizadas
Animales muertos por enfermedades infecciosas	I (P)	Gestión de acuerdo a directivas MGAP
Aceite usado	I (P)	Revalorización energética
Filtros de aceite	I (P)	Gestión empresas autorizadas
Baterías plomo ácido	I (P)	Recuperación externa
Restos de productos rodenticidas	I (P)	Gestión empresas autorizadas
Neumáticos	II (P)	Gestión empresas autorizadas

Cuadro 5-2 Listado de residuos, categoría y destino planteado

## 6. Utilización de los residuos sólidos y aguas residuales de origen orgánico con fines agronómicos

El uso y manejo de los residuos sólidos y líquidos orgánicos, generados en sistemas de engorde a corral, con fines agronómicos en general ha resultado dicotómico. Por un lado los residuos orgánicos pueden ser una fuente de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, bases y micronutrientes) para los cultivos, pero si su uso y manejo no es el adecuado pueden resultar en una fuente de contaminación importante de los recursos hídricos (Larney et al., 2011). Por otra parte, numerosos estudios reconocen que la adecuada aplicación de residuos orgánicos mejoran en el largo plazo propiedades químicas y físicas del suelo, como ser la capacidad de retener agua, la estabilidad de los agregados o la infiltración (Gilley et al., 2002; Miller et al. 2002; Blanco-Canqui et al., 2005a; Blanco-Canqui et al., 2005b).

El empleo de los residuos orgánicos sólidos y aguas residuales como fuente de nutrientes para los cultivos debe de realizarse dentro de un plan de manejo, que a su vez considere todas las fuentes potenciales de nutrientes para los cultivos.

El objetivo de este capítulo es presentar algunos criterios técnicos a considerar al momento de elaborar un plan de manejo el cual incluya a los residuos orgánicos como fuente de nutrientes para el crecimiento de los cultivos.

En caso que las aguas residuales se apliquen solas o junto al agua de riego, la tasa de aplicación no debe exceder la tasa de infiltración básica del suelo y se debe ajustar a los efectos de evitar escurrimientos y encharcamientos. La cantidad total de agua aplicada al suelo no puede ser mayor al valor de capacidad de campo del mismo. El ajuste de la cantidad de agua debe realizarse tomando en cuenta los requerimientos de los cultivos (ver Cuadro 6-1), tipo de suelo, topografía del terreno, y sistema de aplicación a emplear (por superficie, aspersión) y por los requerimientos de nutrientes de los cultivos.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en el diseño referidas a la cantidad de agua residual almacenada, las características de suelo en donde se realicen los cultivos, el sistema de disposición final y el balance de nutrientes, será posible establecer el área mínima a utilizar.

Cultivo	Localidades	
	Colonia	Salto
	mm	
Soja GM(1) VI	627	641
Soja GM IV	567	509
Girasol	508	463
Maíz	672	536
Sorgo	542	523

Cuadro 6-1 Necesidades de agua (evapotranspiración potencial) promedio anual de distintos cultivos en dos regiones de Uruguay

### 6.1 Balance de nutrientes

Se entiende como Balance de Nutrientes a la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y los que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. Los componentes que integran las entradas son los aportados vía fertilizantes químicos, raciones, forrajes, aportes de animales y atmosféricos y las salidas se dan a través de los granos, las semillas, los forrajes cosechados, los productos animales (leche, carne, lana, etc.).

En estos procesos también se generan pérdidas de nutrientes por erosión, lixiviación, volatilización, transferencia a lugares improductivos. En este sentido, se hace evidente la importancia de reducir estas pérdidas, reduciendo impactos ambientales y aumentando la eficiencia del uso de los nutrientes a nivel productivo.

Los residuos sólidos y líquidos orgánicos, cuya disposición sea en el suelo, pueden actuar como enriquecedores de nutrientes en la medida que estos sean incorporados con los criterios adecuados. Es necesario conocer las cantidades y las características de éstos, con el objetivo de determinar el aporte de nutrientes y materia orgánica.

Asimismo, es necesario considerar la extracción realizada por las pasturas o cultivos ya implantados, receptores de la disposición de residuos sólidos y líquidos orgánicos, o, definir la especie de cobertura vegetal que será plantada, para conocer su capacidad de extracción y su manejo (por ejemplo, pastoreo, silo, fardos, etcétera). La tasa y frecuencia de aplicación de residuos orgánicos y aguas residuales deberá planificarse teniendo en cuenta su composición (macronutrientes) y la caracterización agronómica de los suelos y cultivos o pasturas a utilizarse.

A los efectos de realizar el balance de nutrientes se debe:

- Caracterizar los efluentes y materiales a disponer, tanto desde el punto de vista de la calidad como de la cantidad.
- Caracterizar el terreno (textura, análisis fisicoquímico que incluya niveles de Fósforo Bray, estimación de parámetros hídricos).
- Conocer el manejo de fertilizantes realizado en el predio (tipo, período de aplicación, etcétera).
- Conocer el tipo de cultivo utilizado y rotación (planes de uso y manejo de suelos).
- Determinar la forma de disposición al terreno

## 6.2 Plan de manejo de nutrientes

### 6.2.1 Aporte de nutrientes de los residuos sólidos y líquidos orgánicos

El aporte de nutrientes de los residuos sólidos y líquidos orgánicos varía de acuerdo a la forma de recolección, tratamiento, y almacenamiento del estiércol; edad y dieta de los animales así como de los materiales acompañantes. Por estas razones la concentración de nutrientes, debe ser determinada previo a la aplicación.

A modo de guía el Cuadro 6-2 muestra algunas propiedades físico-químicas y concentraciones de nutrientes de estiércol bovino en Uruguay (Barbazán et al. 2011).

Parámetro	
Densidad (g.cm <sup>-3</sup> )	0.64 (0.25)
Agua (%)	40.4 (7.3)
pH	7.6 (0.8)
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	2 (0.3)
C (g.kg <sup>-1</sup> )	208.2 (55)
N (g.kg <sup>-1</sup> )	12.3 (1.6)
P (g.kg <sup>-1</sup> )	2.9 (1.4)
K (g.kg <sup>-1</sup> )	4.1 (2.3)
S (g.kg <sup>-1</sup> )	1.5 (0.4)
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	9 (3.8)
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	3 (1.2)
Na (g.kg <sup>-1</sup> )	1.7 (2.1)

Cuadro 6-2 Propiedades físico químicas de estiércol de vacunos (tomado de Barbazán et al., 2011) Entre paréntesis se indica el desvío estándar.

### 6.2.2 Monitoreo de nutrientes en el suelo

Es necesario determinar de manera periódica (anualmente) el contenido de nutrientes en el suelo (N, P, K). Estos análisis permitirán conocer la evolución de los nutrientes y de esta forma, poder realizar los ajustes de dosis necesarios. Para realizar el ajuste de dosis considerando la respuesta vegetal a distintos niveles de P (Bray I), se recomienda seguir la pauta indicada en el Cuadro 6-3.

### 6.2.3 Momento y forma de aplicación

El momento de aplicación debe corresponder a la necesidad del cultivo en consideración, sin embargo deberá considerar aspectos relacionados a la rotación, condiciones ambientales, y accesibilidad al área de aplicación.

Los residuos orgánicos pueden ser incorporados al suelo, o ser aplicados sobre la superficie.

El agua residual puede ser utilizada para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo.

El método de aplicación afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas, así como las potenciales vías de pérdidas. La incorporación de los residuos al suelo puede reducir las pérdidas de N por volatilización, o disminuir las de P disuelto por escurrimiento respecto a la aplicación sobre la superficie, sin embargo se pueden incrementar las pérdidas de suelo por erosión.

### 6.2.4 Tasas de aplicación

La recomendación de fertilización se basará en las necesidades de N y/o P de los cultivos. La cantidad a aplicar del residuo orgánico dependerá de la concentración del nutriente en consideración, el momento y forma de aplicación, rendimiento esperado y requerimiento de nutrientes del cultivo (ver Cuadro 6-4 y 6-5), empleo de fertilizantes comerciales y nivel de nutriente en el suelo. El rendimiento esperado del cultivo deberá basarse en información referida a la productividad del suelo, rendimientos históricos, información climática y nivel tecnológico.

Del cultivo debe considerarse que las gramíneas y las leguminosas son las dos especies que conforman mayoritariamente las pasturas en Uruguay, y presentan distinta capacidad de absorción del fósforo, lo cual determina requerimientos diferentes del nutriente.

El cuadro 6-7 muestra distintos niveles críticos de fósforo en suelo para diferentes cultivos en Uruguay. Por encima del nivel crítico no es esperable respuesta en el cultivo considerado.

Parámetro	Concentración
Sólidos totales (mg.L-1)	212 ± 28
Electro conductividad (dS.m-1)	2.6 ± 0.0
NH4-N (mg.L-1)	33 ± 3
Nitrógeno total (mg.L-1)	63 ± 1
Fósforo total (mg.L-1)	14 ± 0
Potasio (mg.L-1)	277 ± 2
Carbono orgánico total (mg.L-1)	155 ± 6

Cuadro 6-3 . Propiedades físico-químicas y concentración de nutrientes en el agua de lagunas secundarias en Estados Unidos.

Establecimiento	Reses	DBO5	DQO	Solidos Totales	Amonio	P Total	N Total Kjeldhal
	U	mg O <sub>2</sub> /L	mg O <sub>2</sub> /L	mg/l	mg NH <sub>4</sub> -N/L	mg P/L	mg N/L
1**	3000	630	3500	4500	200	37	230
2	5000	79	640	2100	79	63	96
3	9000	63	380	1300	31	24	44
4***	200	39	130	700	3	16	10
4***	500	10	140	900	1,1	13	10
5	2000	6000	36000	20000	> 450	> 160	1600
6	2000	47	490	1400	58	88	67

Cuadro 6-4 . Propiedades físico-químicas y concentración de nutrientes en el agua de lagunas de tratamiento/almacenamiento en Uruguay\*

Fuente: DINAMA\_MVOTMA, 2016

\* resultados de un muestreo realizado en el mes de junio de 2016

\*\* Sistema de tratamiento modificado y en proceso de llenado de lagunas

\*\*\* Datos que corresponden a un mismo EEC con dos puntos de vertido.

Cultivos	N	P	K	Ca	Mg
	Kg.ton <sup>-1</sup>				
Maíz	22(0.68)(2)	4(0.76)	19(0.21)	3(0.07)	3(0.53)
Sorgo granífero	30(0.66)	4.4(0.82)	20.8(0.19)	----	4.5(0.29)
Trigo	30(0.69)	5(0.8)	19(0.21)	3(0.14)	4(0.63)
Cebada	26.3(0.68)	4(0.76)	19(0.21)	19.7(0.07)	----

Cuadro 6-5 Requerimientos e índice de cosecha de nutrientes de algunos cereales<sup>(1)</sup>

(1) Adaptado de IPNI (<http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>)

(2) Índice de cosecha

Cultivos	N	P	K	Ca	Mg
	Kg.ton <sup>-1</sup>				
Soja	75 <sup>(2)</sup> (0.73) <sup>(3)</sup>	7(0.88)	39(0.49)	16(0.19)	9(0.39)
Girasol	22.2(0.66)	4(0.84)	26.2(0.1)	2.8(0.04)	2.4(0.42)
Colza	60(0.68)	15(0.76)	65(0.21)	33(0.07)	10(0.21)

Cuadro 6-6 Requerimientos e índice de cosecha de nutrientes de oleaginosas<sup>(1)</sup>

(1) Adaptado de IPNI (<http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>)

(2) Incluye fijación simbiótica

(3) Índice de cosecha

Cultivo	Fósforo (Bray I)
	(ppm)
Alfalfa	18-20
Trébol blanco	16
Trébol rojo	14
Lotus	10-12
Soja	12
Sorgo granífero/ Maíz	14-16
Girasol	10-12
Trigo/Cebada	12-14
Avena	10

Cuadro 6-7 Niveles críticos<sup>(1)</sup> de fósforo en suelo para distintos cultivos en Uruguay

(1) Nivel de análisis de suelo por encima del cual es poco probable que exista respuesta en la producción del cultivo en consideración. Fuente: Perdomo (clases de Fertilidad de Suelos, FAGRO, UdelaR) <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/index.html>

Actualmente existe una disposición para no exceder las 31 ppm de fósforo Bray en los suelos de la cuenca hidrográfica del Río Santa Lucía, ya que no se lograría rendimientos extra por superar este nivel y se agravaría el problema de contaminación por fósforo en varios ríos y cuerpos de agua.

### 6.2.5 Distancia a cuerpos de agua, y residencias

La aplicación del efluente en terreno solo se permite en áreas rurales. Asimismo, debe considerar la distancia a cuerpos de agua permanentes mayor a los 50 m desde la línea de ribera y una distancia mínima a pozos de agua de 100 m.

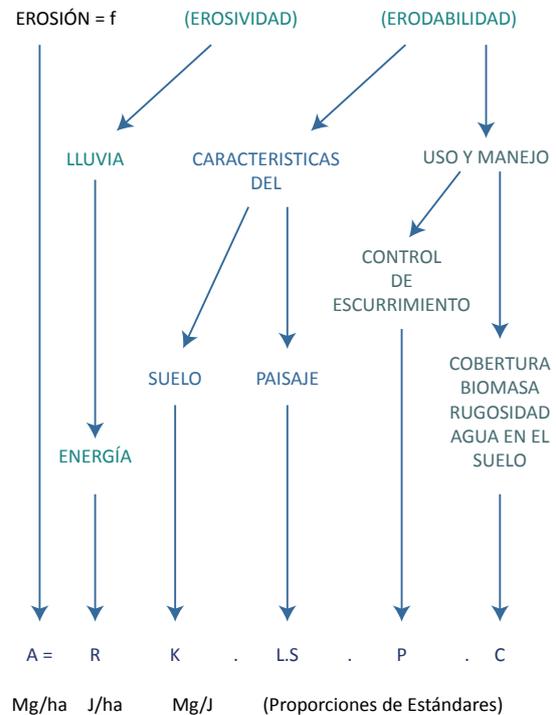
### 6.2.6 Estimación de las pérdidas de suelo

El riesgo de erosión asociado al método de aplicación puede ser evaluado empleando el programa Erosión 6.0 basado en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE, por su sigla en inglés). La pérdida de suelo estimada (A) por el modelo es comparada con la máxima pérdida de suelo (valor T) en consideración. En caso de que A sea mayor a T deberá realizarse ajuste en la rotación de cultivos de manera de alcanzar pérdidas de suelos tolerables.

Se presenta el link a la página del MGAP que informan sobre el uso del programa Erosión 6.0.

<http://www.cebra.com.uy/renare/planes-de-uso-y-manejo-de-suelos/herramientas-de-apoyo/>

Junto con el programa se encuentra un manual de uso de Programa de erosión 6.0, un instructivo orientativo para la selección de los parámetros en el programa e imágenes de apoyo para la determinación del porcentaje de cobertura en suelos por residuos de cultivos: maíz, sorgo granífero, trigo y soja.



## 7. Aspectos sanitarios, de bienestar animal, inocuidad alimentaria, trazabilidad y bioseguridad

La implementación del plan sanitario (vacunaciones, tratamientos, etc.), se debe realizar según la reglamentación vigente y las que se coordine o disponga con la Autoridad Sanitaria. Cada acto sanitario se debe registrar en la Planilla de Control Sanitario del establecimiento y siempre tener en cuenta el manejo responsable de los productos veterinarios y el período de carencia o restricción de uso de las drogas veterinarias previo a la faena.

Deberá consultarse las leyes, decretos y resoluciones vigentes respecto a:

- Registro y habilitación de establecimientos de engorde a corral con destino a faena.
- La acreditación de veterinarios de libre ejercicio (VLE) para establecimientos de engorde a corral.
- Ingreso y egreso de animales del EEC.
- La Planilla control sanitario y planilla de contralor interno del establecimiento.
- Trazabilidad.
- El bienestar animal.
- La inocuidad y seguridad alimentaria.
- El Programa Nacional de Residuos Biológicos (PNRB).
- La disposición final de residuos veterinarios y agronómicos.

### 7.1 Las vacunas obligatorias

En el anexo 11 se describen los links para acceder a los contenidos de la normativa vigente.

### 7.2 Recomendaciones para tener en cuenta en la elaboración e implementación del Plan sanitario

Para elaborar el plan sanitario se recomienda tener en cuenta el conocimiento de la condición sanitaria del origen de los animales que ingresan y de los antecedentes sanitarios del propio establecimiento, independientemente de las normas establecidas por la Autoridad Sanitaria.

Las enfermedades y patologías más importantes a tener en cuenta en estos sistemas de producción son:

#### 7.2.1 Tracto digestivo

Dentro de las enfermedades y patologías digestivas podemos dividir las en dos grupos: el primero se refiere a los trastornos relacionados con el alimento: insuficiencia bioquímica del rumen, las tóxicas debido a las micotoxinas, otros aditivos y el “síndrome de no adaptación”. El segundo grupo son las enfermedades infecto-contagiosas como las clostridiosis, colibacilosis y salmonelosis.

#### 7.2.2 Tracto respiratorio

Las enfermedades respiratorias están citadas en la bibliografía mundial como las de mayor predominio en los sistemas de producción intensiva de bovinos (engorde a corral).

Se deben tener en cuenta los planes sanitarios, previendo cualquier contingencia que se pueda presentar las enfermedades del tracto respiratorio por lo general suelen presentarse durante las primeras cuatro semanas de arribo al EEC.

El estrés sufrido por los animales, altera los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, sumado a la asociación por lo general de patógenos que por sí solos no son capaces de producir un cuadro clínico, como los virus de I.B.R., PI3, BVDV, BRSV, bacterias como las *Pasteurella haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Haemophilus somnus*, *Mycoplasmas spp.* y *Chlamydia spp.*, que favorecen la aparición de enfermedades respiratorias definidas como bronconeumonía fibrinosa o pleuroneumonía.

#### 7.2.3 Control de vectores, roedores y animales silvestres

Se debe realizar una evaluación de riesgo en base al conocimiento de la zona y los alrededores del establecimiento con el propósito de prevenir la presencia de vectores (moscas, mosquitos) y el ingreso de plagas, roedores y animales silvestres.

Contar con un programa de control de vectores, plagas, roedores y animales silvestres, así como un plano de ubicación de los dispositivos de control de acuerdo al nivel de riesgo que esté presente y un sistema de registro que respalde su funcionamiento.

El control puede realizarse por medios físicos, biológicos o productos químicos registrados por la Autoridad Sanitaria, previniendo la contaminación de los alimentos para consumo humano y animal, así como los impactos ambientales.

Se recomienda mantener un registro sobre:

- Plaguicidas utilizados y su forma de utilización.
- Ubicación de los dispositivos de control utilizados (mapa o plano).
- Verificación periódica de la efectividad del procedimiento.
- Fichas técnicas y de seguridad de los productos utilizados.
- Residuos sólidos pecuarios y cadáveres

#### 7.2.4 Enfermedades parasitarias

Las enfermedades parasitarias se controlan de forma rutinaria previo al ingreso al EEC. Se deben tener en cuenta por la posible falla del tratamiento previo y por las condiciones que ofrece el sistema de producción, que son óptimas para la rápida diseminación de algunas parasitosis (sarna y piojo). Dentro de los protozoarios, la coccidiosis puede ser importante, debido al componente inmunitario en su presentación que es exacerbada notablemente por los factores estresantes.

Si los animales vinieran de zonas o rodeos donde se presenta la Fasciola hepática, es conveniente considerar un tratamiento específico contra este parásito.

#### 7.2.5 Trastornos físicos

Se recomienda utilizar criterios de bienestar animal con personal informado y capacitado, para prevenir los trastornos físicos y traumatismos en el manejo de los animales.

### 7.3 Bienestar animal

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), es la organización internacional de referencia respecto a las recomendaciones y directrices en las prácticas de bienestar animal, reafirmando así la sanidad animal como un componente clave del mismo.

En general, se consideran las recomendaciones que tienen relación con las instalaciones y los operarios, los que deben tener experiencia y ser competentes en la manipulación, el desplazamiento y comprensión de

las pautas de comportamiento de los animales. Que las instalaciones, el manejo, la alimentación, entre otros, no debe representar situaciones adversas que obliguen a los animales a una adaptación constante (estrés), lo que irremediablemente tiene costos biológicos que se traducen, en mermas productivas y problemas sanitarios y de acceso a los mercados de mayor valor adquisitivo y exigencias.

### 7.4 Inocuidad y seguridad alimentaria

Como elemento fundamental para asegurar la calidad y seguridad alimentaria se debe considerar que los alimentos que se proporcionan al ganado cumplan con las condiciones de elaboración establecidos a la normativa vigente. En particular en lo referente al uso de sustancias prohibidas. (Ver [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy)).

### 7.5 Identificación y trazabilidad

Se recomienda verificar identificación y trazabilidad del ganado de acuerdo a la reglamentación vigente.

### 7.6 Pautas de adecuación general de establecimientos de engorde a corral que están habilitados y registrados

Para una gestión apropiada es fundamental identificar y corregir en cada establecimiento habilitado y registrado por la DGSG, las áreas de mayor riesgo ambiental y de salud pública, sin dejar de tener en cuenta lo relacionado al bienestar animal y a lo que establece la normativa vigente (Anexo: 1).

Por lo expresado anteriormente se recomienda establecer pautas y plazos de adecuaciones entre los directamente involucrados (productores, profesionales, la Autoridad Sanitaria y de Medio Ambiente), para que se corrijan todos aquellos elementos detectados que pongan en riesgo al medio ambiente y a la salud pública y que de no cumplirlos se establezca la sanción de clausura transitoria o permanente.

Las recomendaciones más importantes a tener en cuenta son:

- El territorio destinado al engorde a corral debe estar perfectamente delimitado, manteniendo las cercas en buen estado para evitar que los animales salgan del predio.
- Contar con adecuadas instalaciones (corrales, mangas, cepos, embarcaderos, etc.) con el objeto de fa-

ilitar el manejo de los animales y que no afecten el bienestar animal.

- Disponer de infraestructura (corral) para aislar a los animales enfermos.
- Contar con las instalaciones adecuadas para el correcto almacenamiento de los insumos agropecuarios (veterinarios y agronómicos) estando los mismos separados unos de otros y bajo llave que la debe poseer un único responsable para cada caso.
- Los silos o lugares de almacenamiento de alimentos, deben garantizar condiciones de limpieza e higiene que no afecten la calidad de los mismos.
- Los bebederos y comederos estén contruidos con material que permita su limpieza y desinfección periódica.
- La o las fuentes de agua se adapten a la reglamentación vigente. La reserva de la misma sea lo suficiente para tres días de abastecimiento a la totalidad de los animales alojados.
- La eliminación de residuos (veterinarios y agronómicos) y la eliminación de animales muertos no pueden representar un riesgo sanitario y de contaminación del medio ambiente.
- Los pisos de los corrales y de las construcciones de confinamiento deben contar con el debido drenaje y que los pisos de cemento no sean resbaladizos, para no causar traumas o problemas podales.
- La zona destinada para el almacenamiento de desechos (envases, plásticos, etc.), deberá estar acorde a las normativas vigentes. El ingreso de personas vehículos y maquinaria sea registrado y controlado.
- Disponer de instalaciones sanitarias que permitan al personal y visitas cumplir con las medidas de bioseguridad establecidas por el productor. Estas pueden incluir entre otras, registro de ingreso de personas y vehículos, arcos de desinfección (recomendables), pediluvios, rodiluvios, equipos de desinfección, etc.
- Los registros (planilla de contralor interno, planilla de control sanitario, registro de acopio y formulación de raciones, etc.) que se establezcan estén disponibles y al día.
- El personal debe estar informado y capacitado respecto al bienestar animal, manejo responsable de los productos veterinarios y agronómicos, disposición final de los residuos, la salud pública y el respeto al medio ambiente.

## 7.7 Recomendaciones de criterios sanitarios en bioseguridad

Los criterios de bioseguridad se basan fundamentalmente en un conjunto de prácticas o medidas orientadas a prevenir el ingreso de enfermedades que afecten la salud de los animales.

A continuación se mencionan las prácticas o medidas utilizadas:

a) Cercado perimetral y acceso al establecimiento: Deben estar en buenas condiciones y claramente indicadas las vías de acceso con un único punto de ingreso a las distintas instalaciones.

b) Controles de ingresos de personas, animales, alimentos, materiales, vehículos y maquinaria.

- **Personas:** registrar y controlar el ingreso y egreso del establecimiento por los lugares debidamente indicados. Establecer y señalar los lugares en que sólo pueden acceder personas autorizadas.
- **Animales:** registrar los ingresos y egresos en la Planilla de Contralor Interno del establecimiento. Ver Anexo 11
- **Alimentos:** registrar los ingresos de acopio de alimentos y formulación de las raciones. Ver Anexo 11
- **Productos veterinarios:** registrar el stock y el uso de los mismos en la Planilla de Control Sanitario del establecimiento. Ver Anexo 11
- **Vehículos y maquinaria:** ingreso y egreso del establecimiento obligatoriamente por los lugares indicados y con pasaje por pediluvios o arcos de desinfección o fumigación con equipo adecuado y personal capacitado y entrenado.

c) Desinfección: Solamente se puede utilizar desinfectantes (aprobados por la Autoridad Sanitaria) Ver Planilla de desinfectantes en el Anexo 11.

## 8. Criterios para el abandono y seguimiento ambiental

Se considera que las instalaciones del EEC ingresan en etapa de abandono si no se prevé su uso durante los próximos seis meses.

Como criterio general, se deberán dejar las instalaciones en condiciones tales que no se afecte el ambiente, la salud humana ni animal debido a los restos de estiércol, alimentos y animales muertos, en particular pasivos ambientales que pudieran quedar. En caso de emprendimientos de gran porte donde los sistemas de tratamiento continuarán operando, se deberán prever y continuar realizando medidas de manejo y mantenimiento así como de monitoreo para la pos clausura.

### 8.1 Zonas de corrales

Se deberá proceder a limpiar todos los corrales, no deberá quedar estiércol sin ser removido. Para esto se debe realizar un raspaje de los corrales de tal forma que solamente quede expuesto el piso compactado por los animales. No debe quedar estiércol crudo, semi procesado o procesado sin un destino final. Este material extraído debe ser tratado por alguno de los métodos evaluados en la presente Guía. Además se deberán tomar las medidas necesarias para evitar problemas de erosión.

### 8.2 Carcasas

No se podrán dejar animales muertos al aire libre, todos deben seguir el protocolo establecido por la autoridad competente y dar una disposición final adecuada.

Se deben identificar los sitios de disposición de carcasas para evitar que, luego del abandono, se acceda antes de tiempo a dichas zonas por desconocimiento.

### 8.3 Estiércol

Las pilas de estiércol que se encuentran a la espera de su disposición final se deberán disponer según el plan de disposición que estaba previsto inicialmente.

### 8.4 Aguas residuales

El sistema de gestión adoptado debe seguir operativo hasta tanto existan aguas residuales que deban de ser gestionadas. Se deberá verificar antes del abandono que:

- Las estructuras hidráulicas se encuentren limpias y en buen estado.
- Los taludes o taipas no tienen problemas geotécnicos o estructurales

En el caso que no se prevea el uso del EEC en los próximos 3 años se debe cerrar los canales de ingreso a las lagunas y adecuar el escurrimiento de los pluviales. Se debe vaciar dichas unidades según el mismo plan de disposición ya utilizado.

### 8.5 Monitoreo y seguimiento ambiental

Se debe monitorear tanto la evolución de los contaminantes a lo largo del tiempo en las unidades de almacenamiento/tratamiento que hayan estado operativas para evaluar la calidad del agua en cada una de ellas, así como del medio impactado. Esto se deberá realizar hasta que se gestionen todas las aguas residuales existentes antes de la clausura de la actividad.

La frecuencia y cantidad de parámetros a analizar dependerá del riesgo de contaminación asociado a este aspecto.

### 8.6 Monitoreo y Control de Acuífero: Control de perforaciones de agua y pozos de monitoreo

Se sugiere realizar controles semestrales de los pozos existentes en el corral.

En caso de detectarse variaciones atípicas, se deberá analizar las causas y tomar las medidas que corresponda.

## 9. Recomendaciones para un protocolo de monitoreo sanitario

Se presentan las recomendaciones para un protocolo de monitoreo sanitario para cada establecimiento habilitado y registrado. Las recomendaciones se basan especialmente respetando la normativa sanitaria vigente, que establece la inscripción y habilitación sanitaria obligatoria de los establecimientos dedicados al engorde de bovinos a corral con destino a faena.

### **Registro y habilitación:**

La Autoridad Sanitaria verifica periódicamente que los requisitos solicitados para su registro y habilitación se mantengan vigentes.

### **Plan Sanitario:**

Verificar el cumplimiento del plan sanitario elaborado por el Veterinario de Libre Ejercicio Acreditado y de que se cumplan las medidas sanitarias establecidas y acordadas con la Autoridad Sanitaria.

### **Instalaciones (corrales, mangas, tubos, embarcadero):**

Verificar que se encuentren en buenas condiciones y que no representen riesgos para el bienestar animal y la salud animal.

Depósito de medicamentos, de acopio y fabricación de alimentos y ubicación de las viviendas:

Verificar que mantengan las ubicaciones y condiciones de cuando fue habilitado y registrado el establecimiento.

### **Control del agua para consumo animal:**

Que los registros de los estudios microbiológicos, químicos y físicos estén vigentes y de acuerdo a los parámetros establecidos por la Autoridad Sanitaria.

### **Registro y control de alimentos:**

Que los registros de origen y composición de los alimentos estén al día y cumplan con las disposiciones legales vigentes.

### **Planilla de contralor interno:**

Que la Planilla de Contralor Interno del establecimiento tenga registrado los movimientos y las existencias de animales, de acuerdo a la normativa vigente.

### **Planilla de control sanitario:**

Que la Planilla de Contralor Sanitario del establecimiento tenga registrado las vacunaciones, tratamientos, inspecciones, muestras para diagnóstico, etc., de acuerdo a la normativa vigente.

### **Identificación:**

Verificar que todos los animales están identificados con la caravana oficial SNIG

### **Manejo de efluentes y eliminación de estiércol:**

Verificar que cumpla con lo establecido en la habilitación y refrendación del establecimiento, de que no contamine el medio ambiente y que no represente un riesgo para el bienestar animal y la salud pública.

### **Eliminación de cadáveres:**

Verificar que la eliminación de animales muertos no represente un riesgo sanitario, de Salud Pública y del medio ambiente y que se cumpla con lo acordado con la Autoridad Sanitaria.

### **Disposición de residuos:**

Que los envases, plásticos, bolsas, etc. No representen un riesgo sanitario o de contaminación del medio ambiente y verificar que se cumpla con la planificación establecida.

### **Control de vectores y animales silvestres:**

Verificar que se cumpla la planificación de los controles establecidos y acordados con la Autoridad Sanitaria.

### **Bioseguridad:**

Verificar que se cumplan las medidas de bioseguridad acordadas con la Autoridad Sanitaria.

## 10. Anexo 1: Cálculo del balance de efluentes en el sistema de almacenamiento / tratamiento

Para la determinación del volumen de almacenamiento se propuso en el ítem 4.3 dos metodologías de cálculo.

La metodología PMA prevé la cantidad de agua a almacenar en base a las precipitaciones medias anuales que caen en el área del EEC, que escurren según el terreno del EEC y luego prevé que el sistema de almacenamiento debe poseer la capacidad de almacenar la mitad de este volumen.

La metodología PDA utiliza el volumen resultante de las precipitaciones diarias caídas en el año más lluvioso de una serie reciente de 20 años. El volumen escurrido dependerá del terreno y las superficies que ocupen las distintas actividades. De esta operación se obtienen los volúmenes diarios de aportes parciales por cada evento de lluvia.

Para el cálculo del escurrimiento, en las áreas de corrales, calles y canales se calcula las precipitaciones por un coeficiente de escurrimiento que varía de 0,6 a 0,85 y para las áreas anexas un coeficiente de 0,4 a 0,6.

También se puede utilizar el método sugerido en la guía Gestión Ambiental en el Feedlot publicado por el Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INTA) de Anibal Pordomingo. Este método requiere contar con una serie de precipitación histórica de por lo menos 30 años. De esta serie se determina la precipitación anual de un año húmedo (año del percentil 90). Con el área de la cuenca, más los parámetros anteriores se puede determinar el volumen escurrido en un año húmedo.

La selección del método a adoptar dependerá de la pericia del técnico, y de la experiencia que se vaya acumulando en los establecimientos en operación para poder determinar cuál es el método que mejor se ajusta.

Para realizar el balance de aguas (lluvia – evaporación – riego) en el sistema se propone el modelo Precipitación Escurrimiento Mensual de Temez (1977). Este método es el más usado a nivel nacional, y ha sido explicado en varios manuales de uso corriente por los técnicos del medio. Como ser el “Manual de Pequeñas Presas” del MVOTMA o el “Manual para el Diseño de Tajamares” del MGAP. A continuación se describe el método y sus parámetros involucrados.

Es el método mayoritariamente usado en el Uruguay ya que ha sido calibrado a partir de 12 cuencas aforadas por la DINAGUA.

### 10.1 Modelo – Método de Temez

#### 10.1.1 Precipitación Mensual

Se debe disponer la serie histórica de precipitaciones acumuladas mensuales del pluviómetro más cercano a la cuenca y se recomienda un período de 30 años mínimo de los registros más recientes.

Pi: Precipitación en la cuenca (mm/mes)

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología y/o Base de datos hidro climática del INIA.

#### 10.1.2 Área de la cuenca de aporte

A partir de las cartas del Servicio Geográfico Militar o a partir de relevamiento realizados para la zona se delimita la cuenca de aporte y se determina su superficie:

AC: Superficie de la cuenca de aporte (ha)

#### 10.1.3 Agua Disponible

Se calcula la cantidad de agua disponible de los suelos de la cuenca ponderando por las respectivas áreas ocupadas de cada unidad Cartográfica de suelo. Las unidades cartográfica se determinan a partir de la versión digital de la Carta de Reconocimiento de suelos del Uruguay que se muestra en la figura 10-1.

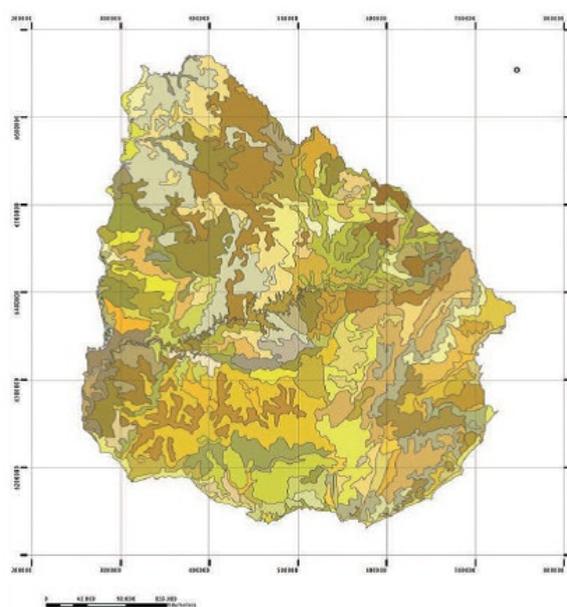


Figura 10-1 Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay

Unidad cartográfica de suelos	Agua Disponible (mm)	Unidad cartográfica de suelos	Agua Disponible (mm)
Alferez	124.7	Lechiguana	113.3
Algorta	123.7	Libertad	146.7
Andresito	63.7	Los Mimbres	100.1
Angostura	155.1	Manuel Oribe	145.8
Aparicio Saravia	139.7	Masoller	52.1
Aprapey	136.8	Montecoral	84.7
Arroyo Blanco	101	Palleros	116.5
Arroyo Hospital	86.1	Paso Coelho	147.4
Baracua	97.1	Paso Palmar	88.2
Balneario Jaureguiberry	134.5	Pueblo del Barro	131.6
Bañado de Farrapos	176.7	Puntas de Herrera	85.8
Bañado de Oro	89	Queguay Chico	32.7
Baygorria	110.5	Rincón de la Urbana	131.1
Bellaco	146.2	Rincón de Ramirez	73.3
Bequeló	138.2	Rincón de Zamora	148.3
Blaquillo	114.6	Rio Branco	102
Cañada Nieto	145.4	Rio Tacurembo	161
Capilla de Ferruco	35.4	Risso	150.6
Carapé	41.5	Rivera	179.6
Carpintería	139	Salto	107.2
Cebollati	167.6	San Carlos	78
Cerro Chato	78.6	San Gabriel - Guaycurú	92.4
Colonia Plama	108.9	San Jacinto	83.1
Constitución	73.6	San Jorge	141.2
Cuaró	93.2	San Luis	176.2
Cuchilla Caraguatá	71.2	San Manuel	117.3
Cuchilla Corrales	106.6	San Ramón	152.7
Cuchilla de Corralito	119.8	Santa Clara	63.6
Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros	21.5	Sarandí de Tejera	50
Cuchilla Mangueras	150.2	Sierra de Agua	42.6
Cuchilla Santa Ana	51.8	Sierra de Animas	50.1
Curtina	55.2	Sierra de Mahoma	43.9
Chapicuy	100.1	Sierra de Polanco	73
Ecilda Paulier -Las Brujas	136.7	Tacuarembó	168.4
El Ceibo	78.6	Tala - Rodriguez	130.9
El Palmito	142.3	Toledo	118.7
Espinillar	141	Tres Bocas	110.8
Fraille Muerto	133.4	Tres Cerros	85.1
Fray Bentos	115.4	Tres Islas	96.6
India Muerta	171.1	Tres Puentes	103.4
Isla Mala	102.1	Trinidad	148.4
Islas del Uruguay	183	Valle Agua	102.8
Itapebi- Tres Arboles	124.2	Valle Fuentes	131.4
Jose Pedro Varela	87.2	Vergara	117.1
Kiyu	154.7	Villa Soriano	173.3
La Carolina	156.1	Yí	71
La Charqueada	95.2	Young	145
Laguna Merín	169.3	Zapallar	153.2
Las Toscas	177.5	Zapicán	83.8
Lascano	126.4		

Cuadro 10-1 Agua disponible en los suelos del Uruguay según unidad cartográfica

También, puede aproximarse un valor del agua disponible mediante la ubicación del área de la cuenca en la figura 10-2.

Se designará como AD al agua disponible de los suelos (mm).

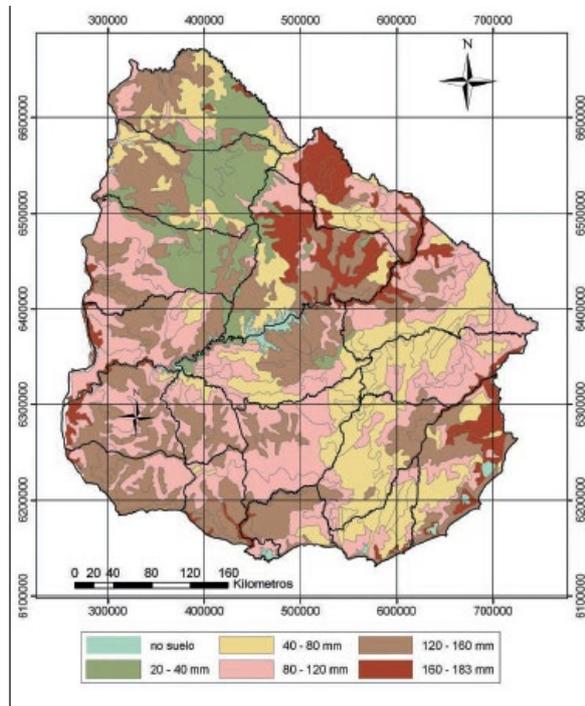


Figura 10-2 Agua disponible en los suelos del Uruguay

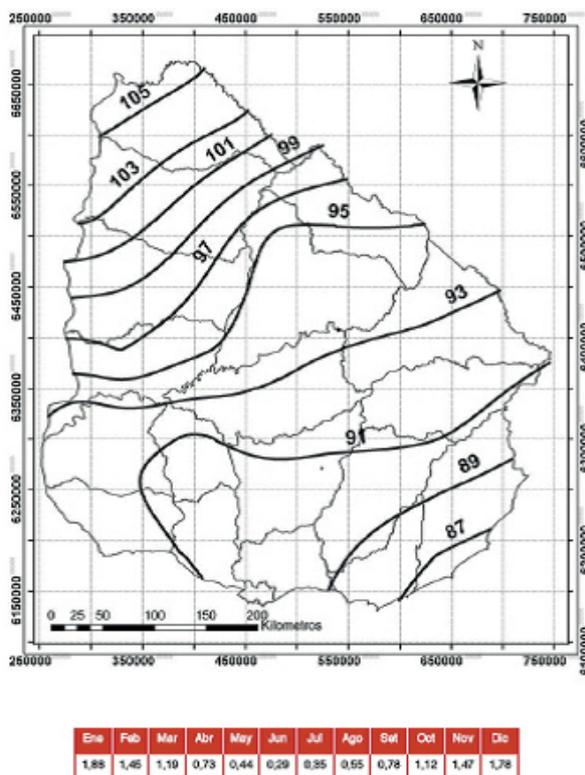


Figura 10-3 Mapa de Isóneas de evapotranspiración media anual y ciclo anual medio de evapotranspiración

## 10.2 Ciclo anual medio de evapotranspiración potencial

El ciclo anual medio de evapotranspiración potencial se calcula a partir del siguiente mapa localizando en él, el baricentro de la cuenca.

Se designará como ETPm a la evapotranspiración media mensual (mm/mes)

A partir de los coeficientes de distribución del ciclo anual medio y multiplicando dichos valores por ETPm, se calcula la ETPi (ciclo anual medio de evapotranspiración potencial) para esa localización, la misma se expresa en mm/mes.

## 10.3 Estructura del Modelo

El modelo de Temez es un modelo de balance hídrico, que estima el escurrimiento mensual de una cuenca a partir de la precipitación, el almacenamiento en el suelo y la evapotranspiración potencial. La figura 10-4 representa el esquema de funcionamiento del modelo.

Como se observa una parte del agua que precipita (P) forma el excedente (T) y el resto de agua (P-T) es almacenada en la primera capa de suelo, en la que se genera la evapotranspiración real (ETR).

Del excedente (T) una parte es drenada y sale por el cauce como escurrimiento superficial (Asup) y el resto ingresa al almacenamiento subterráneo (v) a través del cual se traspasa agua de un mes a otro. La descarga del almacenamiento subterráneo (Asub) y la escurrimiento superficial (Asup) conforman la escurrimiento total (At).

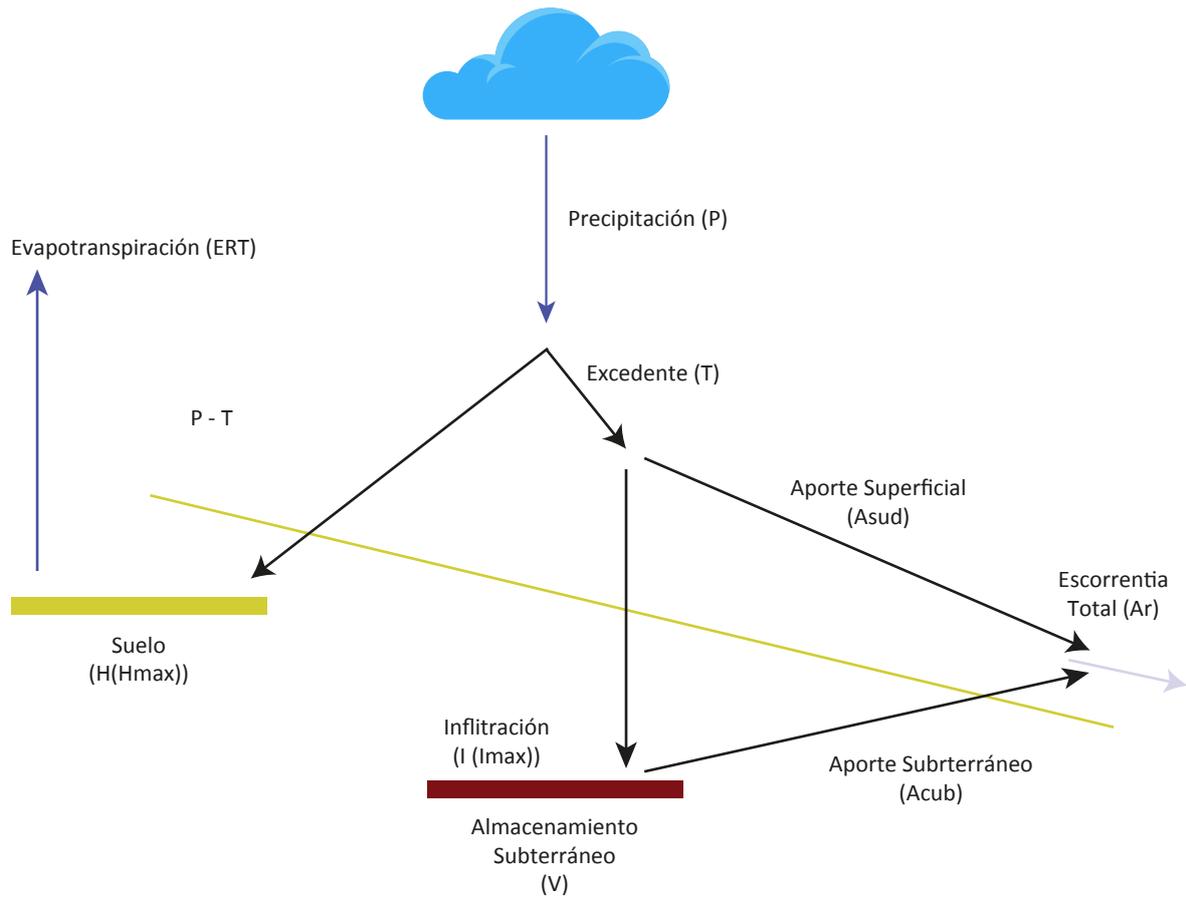


Figura 10-4 Esquema Conceptual del Modelo de Témez

Este modelo de balance hídrico, es un modelo de pocos parámetros, trabaja con valores medios de las variables y parámetros (o sea no considera la distribución espacial de los mismos). Reproduce el ciclo hidrológico de manera continua en el tiempo de una manera simple y conceptual.

El modelo considera dos capas de suelo, una superior no saturada, y una inferior saturada. Estas dos capas pueden ser consideradas como embalses, generadoras de un flujo superficial rápido y lento respectivamente.

El modelo de Temez representa el excedente (t) de la siguiente manera:

$$T_i = 0 \quad \text{si } P_i \leq P_{oi}$$

$$= \frac{(P_i - P_{oi})^2}{P_i + \delta_i - 2P_{oi}} \quad \text{si } P_i > P_{oi}$$

Siendo

$$\delta_i = H_{max} - H_{i-1} + ETP_i$$

$$P_{oi} = CP_o (H_{max} - H_{i-1})$$

Donde  $P_i$  es la precipitación en el mes  $i$ ,  $T_i$  es el excedente en el mes  $i$ ,  $H_{max}$  es la capacidad máxima de retención de agua en el suelo (primer parámetro del modelo),  $H_{i-1}$  es la humedad en el suelo al final del mes  $i-1$ ,  $ETP_i$  es la evapotranspiración potencial en el mes  $i$ , siendo  $CP_o$  el segundo parámetro del modelo.

Una vez estimado el excedente, la humedad del suelo al final del período se obtiene mediante el siguiente balance.

$$H_i = \max(0, H_{i-1} + P_i - T_i - ETP_i)$$

Análogamente se obtiene la evapotranspiración real, imponiendo la condición de que su máximo es la potencial.

$$ETR_i = \min(H_{i-1} + P_i - T_i, ETP_i)$$

El modelo adopta una ley de infiltración ( $I$ ) al almacenamiento subterráneo que es función del excedente ( $T$ ) y del parámetro igual  $I_{max}$ , que es el tercer parámetro del modelo.

$$I_i = I_{max} \frac{T_i}{T_i + I_{max}}$$

Esta ley asegura que la infiltración aumenta con el excedente, pero tiene como asíntota horizontal  $I=I_{max}$ . La infiltración ( $I$ ) se convierte en recarga para el almacenamiento subterráneo, en tanto que el resto es escurrimiento superficial drenado directamente por el cauce ( $T-I$ ).

$$A_{sup\ i} = T_i - I_i$$

El almacenamiento subterráneo, al igual que el suelo, es una capa capaz de retener agua y también de entregarla. Para la distribución entre ambos se hace la hipótesis de que la cantidad de agua que se entrega ( $Q$ ) es proporcional al volumen almacenado ( $V$ ), definiéndose el cuarto parámetro ( $\alpha$ ). Esta hipótesis y el balance de masa lleva al siguiente sistema de ecuaciones.

$$\begin{cases} Q_i = \alpha V_i \\ \frac{dV_i}{dt} = I_i - Q_i \end{cases}$$

Suponiendo la recarga concentrada en la mitad del mes resulta que:

$$V_i = V_{i-1} \cdot e^{-\alpha} + I_i \cdot e^{\frac{\alpha}{2}}$$

$$Q_i = Q_{i-1} \cdot e^{-\alpha} + \alpha \cdot I_i \cdot t \cdot e^{-\alpha}$$

De esta manera el aporte subterráneo será

$$A_{sub\ i} = V_{i-1} - V_i + I_i$$

Por lo que la escorrentía total será

$$A_{T_i} = A_{sup\ i} + A_{sub\ i}$$

## 10.4 Calibración del modelo en Uruguay

para la implementación del modelo es necesario conocer el valor de los parámetros  $H_{max}$ ,  $CP_o$ ,  $I_{max}$  y  $\alpha$ . Para poder estimar estos parámetros, en la zona del proyecto, se ha realizado la calibración de los parámetros a nivel regional, a partir de la información de escurrimiento mensual de 12 cuencas aforadas por la DINAGUA. Para ello se presenta la cuadro 10-2.

Las calibraciones individuales son válidas para hacer cálculos en la respectiva cuenca. Dado que el objetivo es poder disponer de una relación precipitación escurrimiento en cualquier cuenca del país, se consideró recalibrar las cuencas regionalizando los parámetros.

Cuenca	Parámetros calibrados				Número de Nash	Correlación (medidos y calculados)	Coeficiente de escurrimiento	
	Hmax	Cpo	α	Imax			medido	simulado
	(mm/mes)		(1/día)	(mm/mes)				
<b>P.Pache</b>	78.2	0.38	0.07	266	0.71	0.85	0.36	0.37
<b>Olimar</b>	56.3	0.53	0.07	88	0.75	0.87	0.46	0.43
<b>San José</b>	102.3	0.3	0.08	182	0.74	0.86	0.32	0.33
<b>Paso Cohelo</b>	75.8	0.11	0.07	106	0.73	0.85	0.42	0.44
<b>Manuel Díaz</b>	90.4	0.25	0.08	12349	0.72	0.85	0.41	0.41
<b>Durazno</b>	76.1	0.42	0.11	13715	0.7	0.84	0.39	0.38
<b>Arapey</b>	31.3	0.71	0.12	4347	0.77	0.88	0.42	0.43
<b>Queguay</b>	62.3	0.67	0.08	50000	0.7	0.84	0.33	0.34
<b>Paso Ramos</b>	115.6	0.14	0.08	38983	0.67	0.82	0.32	0.32
<b>Tacuarcí</b>	91.2	0.48	0.11	6295	0.75	0.87	0.36	0.38
<b>San Carlos</b>	62.8	0.81	0.11	379	0.73	0.86	0.34	0.3
<b>Cebollati</b>	58.3	0.32	0.07	271	0.76	0.87	0.41	0.41

Cuadro 10-2 Resultados de la calibración individual. Parámetros calibrados (Hmax, CPo, Imax y α), número de Nash y coeficientes de escurrimiento según cuenca

El parámetro Hmax representa la capacidad máxima de retención de agua del suelo al final de cada mes. Dada la definición de “Agua disponible” se optó por proponer una relación proporcional con dicho parámetro:

$$Hmax = CAD * AD$$

De la calibración individual de cada cuenca se observó la sensibilidad que tiene el modelo a la variación de cada uno de los parámetros, encontrándose que el modelo no tiene gran sensibilidad en los parámetros CPo, Imax y α. Por este motivo se decidió en la calibración regional calibrar un solo valor de ellos para todo el país. Los valores de CAD, CPo, Imax y α calibrados son los siguientes (Cuadro 23)

Parámetro	CAD	CPo	A (1/día)	Imax (mm)
Valor calibrado	0.92	0.30	0.0775	386

Cuadro 23. Parámetros del Modelo de Temez calibrados para el Uruguay.

## 10.5 Implementación del modelo

El cálculo de los escurrimientos mensuales aplicando el modelo de Temez de precipitación-escurrimiento con los coeficientes calibrados para cuencas del Uruguay, puede ser implementado en una planilla de cálculo de la siguiente forma.

### 10.5.1 Determinación de los parámetros del modelo

Máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo:

$$Hmax = 0.916 AD$$

Parámetro de la precipitación mínima para que exista escurrimiento:

$$CPo = 0.30$$

Parámetro de descarga de infiltración máxima:

$$Imax = 386 mm$$

Parámetros de descarga del almacenamiento subterráneo:

$$= 2.325/mes$$

### 10.5.2 Planilla de cálculo

Descripción de las columnas de la planilla, siendo las filas los meses del período seleccionado (i):

**Columna I:** valores mensuales de precipitación:  $P_i$

**Columna II:** valores mensuales de evapotranspiración potencial:  $ETP_i$

**Columna III:** máxima cantidad de agua que puede no participar del escurrimiento:

$$\delta_i = H_{max} - H_{(i-1)} + ETP_i$$

**Columna IV:** Precipitación mínima para que exista escurrimiento:

$$P_{oi} = CPO (H_{max} - H_{i-1})$$

**Columna V:** excedente:

$$T_i = \begin{cases} 0 & \text{si } P_i \leq P_{oi} \\ \frac{(P_i - P_{oi})^2}{P_i + \delta_i - 2P_{oi}} & \text{si } P_i > P_{oi} \end{cases}$$

**Columna VI:** Humedad del suelo al final del mes:

$$H_i = \text{Max}(0, H_{i-1} + P_i - T_i - EPI)$$

Para el mes anterior al inicio de la iteración se supone  $H_i = 0$

**Columna VII:** evapotranspiración real:

$$ER_i = \text{min}(H_{i-1} + P_i - T_i - EPI)$$

**Columna VIII:** Infiltración a la zona saturada:

$$I_i = I_{max} \frac{T_i}{T_i + I_{max}}$$

**Columna IX:** escurrimiento directo:

$$A_{supi} = T_i - I_i$$

**Columna X:** volumen del almacenamiento subterráneo:

$$V_i = V_{i-1} \cdot e^{-\alpha} + I_i \cdot e^{\frac{\alpha}{2}}$$

Para el mes anterior al inicio de la iteración se supone  $V_i = 0$

**Columna XI:** Aporte subterráneo:

$$A_{subi} = V_i - V_{i-1} + I_i$$

**Columna XII:** Aporte total en mm/mes:

$$AT_i = A_{supi} + A_{subi}$$

**Columna XIII:** Aporte total en  $Hm^3$ /mes:

$$V_{esci} = A_{Ti} \cdot A_C / 100000$$

### 10.6 Resumen

Máxima cantidad de agua que puede no participar del escurrimiento

$$\delta_i = H_{max} - H_{i-1} + ETP \quad H_{max} = CAD * AD$$

Precipitación mínima para que exista escurrimiento

$$P_{oi} = CPO (H_{max} - H_{i-1})$$

Humedad del suelo al final del mes

$$H_i = \text{max}(0; H_{i-1} + P_i - T_i - ETP_i)$$

Evapotranspiración real

$$ETR_i = \text{min}(ETP_i; H_{i-1} + P_i - T_i)$$

Infiltración y almacenamiento subterráneo

$$I_i = I_{max} \frac{T_i}{T_i + I_{max}}$$

Escurrecimiento superficial

$$A_{supi} = T_i - I_i$$

Aporte subterráneo

$$A_{subi} = V_{i-1} - V_i + I_i$$

Escurrecimiento superficial

$$A_{Ti} = A_{supi} + A_{subi}$$

Volumen del almacenamiento subterráneo

$$V_i = V_{i-1} \cdot e^{-\alpha t} + I_i \cdot e^{\frac{-\alpha t}{2}}$$

## 11 Anexo 2: Balance hídrico mensual en una laguna de almacenamiento

A continuación se desarrolla el método para determinar el balance hídrico de un embalse general, que es similar al necesario para una laguna de almacenamiento.

### 11.1 Geometría del vaso del embalse

El relevamiento topográfico de la zona de emplazamiento del embalse debe realizarse como mínimo hasta la cota de coronamiento de la presa. Se trazan las curvas de nivel por lo menos cada 1 metro (cotas  $H_i$ , referidas al cero oficial del SGM) y se determina la superficie ( $A_i$ ) para cada curva de nivel.

Luego se debe obtener los coeficientes de las ecuaciones representativas de las relaciones volumen-altura y área-altura, ajustadas especialmente para la zona de interés, que es entre los niveles de la obra de toma y el vertedero. Para esto, se calcula una cota especial ( $H^*$ ) utilizando las áreas medidas ( $A_i$ ) y las cotas ( $H_i$ ) en ese rango de niveles, que no será necesariamente la cota correspondiente al fondo real del vaso, donde el área es cero.

$$H^* = \text{promedio} \left[ \left( \frac{A_i}{A_0} H_0 - H_i \right) / \left( \frac{A_i}{A_0} - 1 \right) \right]_{i=1}^{i=n}$$

Con la serie de alturas virtuales calculadas por las diferencias  $H_i - H^*$  y las áreas correspondientes, se obtiene la función  $A_{emb}$  más ajustada a la geometría del vaso en la zona de interés, calculando los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  por mínimos cuadrados de las funciones logarítmicas:

Cota	(m)	$H_0$	$H_1$	$H_2$	...	$H_n$
Superficie	(ha)	$A_0$	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
Altura*	(m)	$H_0 - H^*$	$H_1 - H^*$	$H_2 - H^*$	...	$H_n - H^*$
Lg ( $A_i$ )		Lg ( $A_0$ )	Lg ( $A_1$ )	Lg ( $A_2$ )	...	Lg ( $A_n$ )
Lg ( $H_i - H^*$ )		Lg ( $H_0 - H^*$ )	Lg ( $H_1 - H^*$ )	Lg ( $H_2 - H^*$ )	...	Lg ( $H_n - H^*$ )

Superficie de embalse

$$A_{emb}(H_i - H^*): A_i = \alpha(H_i - H^*)^\beta \text{ (ha)}$$

$$Lg(A_i) = m + n Lg(H_i - H^*)$$

$$\alpha = 10^m; \beta = n$$

La Función  $V_{emb}$  resulta de integrar  $A_{emb}$

Volumen embalsado

$$V_{emb}(H_i - H^*): V_{emb} = 0.01 \alpha / (\beta + 1) (H_i - H^*)^{\beta+1}$$

Definido el vaso del embalse, el volumen de almacenamiento ( $V_{max}$ ) queda caracterizado por el volumen entre la cota de toma ( $H_t$ ) y la cota de vertido ( $H_v$ ).

$H_t$ : Cota de ubicación de la toma de extracción de agua (m).

$H_v$ : Cota de comienzo de vertido (m).

$V_{max}$ : volumen máximo de almacenamiento útil, entre  $H_t$  y  $H_v$  ( $Hm^3$ ).

### 11.2 Caracterización de la demanda

La demanda es una variable determinada de acuerdo a las necesidades de cada establecimiento, que se expresa como un volumen mensual. Generalmente se la considera con un ciclo anual que se repite durante todo el período analizado. En el caso que la demanda sea el riego de un cultivo, el volumen mensual depende de: tipo de cultivo, mes del año, área a cultivar y eficiencia del sistema de riego:

$V_{di}$ : demanda de agua a extraer por mes ( $Hm^3$ )

### 11.3 Evaporación mensual en el embalse

La evaporación es una demanda climática que tiene el embalse. Se estima multiplicando el valor de "Evaporación de tanque A" por un coeficiente de corrección tanque-embalse:

$$E_{vi} = 0.7 E_{ti}$$

La evaporación de tanque A se obtiene del cuadro 11-1.

$E_{ti}$ : evaporación mensual en el tanque más cercano (mm)

$E_{vi}$ : evaporación mensual en el embalse (mm)

### 11.4 Aportes mensuales de agua al embalse

$V_{esc}$ : escurrimiento de la cuenca ( $Hm^3$ )

$P_i$ : Precipitación directa en el embalse (mm)

El escurrimiento de la cuenca corresponde

Estación	Evapotranspiración mensual del tanque A (mm/mes)											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Artigas	252.7	188.2	169.5	104.5	73.2	58.6	72.6	103.5	122.7	164.1	205.8	256.6
Bella Unión	245.0	177.6	156.4	104.9	72.5	56.3	69.0	101.0	131.6	169.6	204.4	233.3
Libertad	212.4	160.4	140.0	86.5	57.9	38.8	41.9	60.3	83.4	125.1	154.0	196.5
Mercedes	257.0	199.9	176.3	112.2	75.6	55.3	62.9	92.4	121.4	164.6	204.4	244.6
Melo	225.4	173.6	157.0	103.4	66.8	52.1	58.6	81.2	105.4	145.6	176.7	221.2
Paysandú	264.7	202.8	182.0	118.4	82.7	59.8	71.6	104.4	128.7	172.1	212.4	249.5
P. de los Toros	265.3	202.1	180.3	108.8	79.3	55.8	66.2	90.0	119.5	167.8	213.1	254.8
Prado	202.1	160.2	134.5	88.9	62.1	45.3	45.8	65.2	91.2	129.1	160.8	192.7
Rocha	208.3	162.1	138.7	93.3	63.4	50.4	54.8	72.2	94.8	130.5	160.5	192.9
Salto	237.0	179.4	161.2	102.6	71.5	51.3	61.7	87.8	115.7	159.1	199.7	229.3
Tacuarembó	256.1	186.7	176.4	11.0	76.3	58.9	73.4	93.5	116.5	163.4	202.8	247.6
Treinta y Tres	234.9	179.6	162.1	103.1	71.8	50.1	57.2	75.6	101.6	144.5	182.2	227.2
Trinidad	226.3	168.3	147.6	97.8	67.3	47.9	56.3	79.7	102.1	140.7	173.2	213.0
Young	230.6	171.6	158.5	96.9	65.9	47.5	55.6	81.4	103.9	146.8	182.3	216.8

Cuadro 11-1 Ciclo Anual medio de evaporación de tanque en Uruguay.

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología

### 11.5 Balance hídrico

La siguiente es la ecuación de balance mensual y el volumen de control donde se aplica

$$V_{esc} + (P - E_v) A_{emb} - V_r - V_v = V_{emb}$$

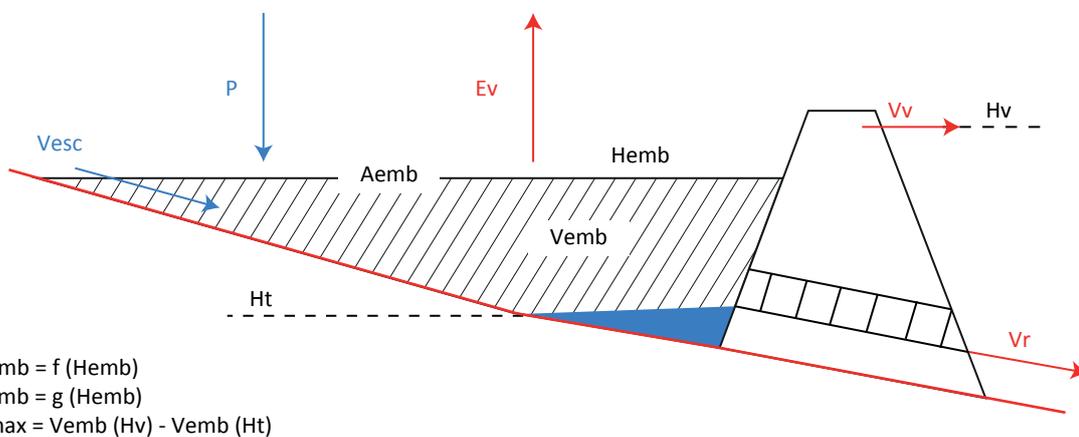


Figura 11-1. Elementos para el dimensionado del volumen a embalsar

Se recomienda simular el comportamiento del embalse con una serie de datos de precipitaciones de por lo menos 30 años.

Se calcula mes a mes (i) el volumen que pudo entregar el embalse para el riego ( $V_r$  i), y se realiza un análisis de garantía de la obra ( $H_t$  y  $H_v$ ) para cubrir la demanda ( $V_{di}$ ).

El volumen de agua por infiltración en el vaso, las filtraciones a través del dique y su fundación y el caudal de servidumbre  $V_{si}$  ( $Hm^3$ ), en una primera aproximación se pueden considerar nulos.

Con el método anterior se pueden obtener los volúmenes almacenados, y, dependiendo del tamaño del embalse y los resultados del balance si se tiene vertidos hacia los cursos de agua de próximo.

## 11.6 Vertedero de crecidas

Toda laguna de almacenamiento deberá contar con un vertedero de máximas, con capacidad suficiente de evacuar los desbordes. Para el diseño del vertedero existen varios métodos explicados en los manuales anteriormente citados. Este vertedero debe ser capaz de evacuar el escurrimiento de una lluvia extrema de período de retorno de 25 años. El caudal a conducir por el vertedero se puede calcular mediante el Método Racional explicado anteriormente.

## 12 Anexo 3: Ejemplo de cálculo de sistemas de separación de estiércol (unidad de sedimentación)

Si no es posible, por las pendientes del terreno y/o la velocidad dentro de los canales, que se dé sedimentación en éstos se deberá diseñar estercoleros para retener los sólidos previos al ingreso de las lagunas de almacenamiento.

Se sugiere adoptar el método sugerido en la Guía Alimentación, Diseño y Manejo editado por el INTA y dirigida por Domingo Pordomingo.

$$V = Qp(l/w) \lambda/v \quad (\text{Lott y Skerman, 1995})$$

Dónde:

V: Volúmen de efluentes a contener en el sistema de sedimentación (m<sup>3</sup>)

Qp = Tasa de ingreso (m<sup>3</sup>/s) para una tormenta de intensidad máxima esperable cada 20 años.

l/w =relación entre la longitud y el ancho de la dirección del flujo en la laguna a contruir.

V = velocidad de flujo (m/s); máximo = 0,005 m/s

λ = factor escalar, Lambda (λ) es un factor que tiene en cuenta la acumulación de sedimentos y frecuencia de remoción:

Sistema de sedimentación	l/w	λ
Depresión	2 a 3	2.5
Terraza	8 a 10	1
Laguna de decantación	2 a 3	6

Ejemplo de cálculo:

ESTERCOLERO 1		
Corrales que capta	13, 12, 11 y 14	
Tipo:	Depresión	
CAUDAL:	0,57	m <sup>3</sup> /s
L/w	2	
v (m/s)	0,005	m/s
lamda	2,5	
V (m <sup>3</sup> )	575	m <sup>3</sup>
Prof (m)	0,5	m
Área	1150	m <sup>2</sup>
Largo	50	m
Ancho	23	m

Estos estercoleros deberán descargar hacia las lagunas de almacenamiento. También se puede estimar el volumen de estiércol que se almacenará en ellos para determinar una frecuencia mínima de limpieza.

Se adjuntan planillas de cálculo:

Estimación de volumen de estiércol retenido		
Generación	1	ton/año/animal
Capacidad ECC	5000	animales
Volumen generado	5000	ton/año
	5000	m <sup>3</sup> /año
Área total ECC	215239	m <sup>2</sup>
Altura de estiércol generada	0,023	m <sup>3</sup> /año/m <sup>2</sup>

Volumen acopiado en estercoleros		
Estercolero 1		
Area captada	17900	m <sup>2</sup>
volumen estercolero	575	m <sup>3</sup>
volumen estiércol	291,1	m <sup>3</sup> /año
% Vol. Estiércol/Vol. Estercolero	51%	

Los anteriores cálculos se realizaron asumiendo que se retendrá un 70% de todos los sólidos generados, el restante 30% quedará retenido en los corrales o se retendrá en las lagunas de almacenamiento.

Se sugiere limpiar anualmente como mínimo todos los estercoleros, y es aconsejable que se realice en épocas secas.

## 13 Anexo 4: Ejemplo de cálculo del caudal en un canal

Sección de Canal: Trapezoidal  
 Ancho de la Base: 1,0 m  
 Taludes transversales del canal: 3 Horizontal/1 vertical  
 Material Suelo: Pasto: N= 0,035  
 Pendiente Longitudinal del canal: 0,5%

Se calculará el caudal transportando en régimen normal por este canal cuando el nivel de agua por encima del fondo es 0,50 m

Tirante: 0,5 m  
 Ancho Superior Mojado: 4 m  
 Área Mojada: 1,25 m<sup>2</sup>  
 Perímetro Mojado: 4,16 m  
 Radio Hidráulico: 0,30 m  
 Caudal Transportado (según Manning)= 1,13 m<sup>3</sup>/segundo  
 Velocidad Media= 0,90 m/s

## 14 Anexo 5: Ejemplo de cálculo de tasa de aplicación

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de la cantidad de estiércol a aplicar a un cultivo de maíz en secano empleando un balance de nutrientes, en este caso se ajusta por requerimientos de fósforo.

**Paso 1.** Rendimiento esperado. En este caso se empleará el promedio del país, aunque el mismo puede ser ajustado por el productor en función de la información histórica que posea.

Rendimiento esperado (Rend): 4325 kg.ha<sup>-1</sup>, o 4,325 ton.ha<sup>-1</sup>

**Paso 2.** Requerimientos de fósforo del cultivo  
 El requerimiento (Req) de fósforo (como P) es 4 kg.ton<sup>-1</sup> y el índice de cosecha (IC) de fósforo en grano es 0.76.

**Paso 3.** Cálculo de la cantidad de fósforo necesaria para el rendimiento esperado  
 Cantidad de fósforo necesario = Rend\*(1-HG)\*Req\*IC= kg de nutriente (como elemento)

HG= humedad en grano

Cantidad de fósforo necesario=  
 4.325\*(10.15)\*4\*0.76= 11.2 kg de P

**Paso 4.** Establecer el aporte de fósforo del producto a aplicar. Esta información proviene del análisis físico-

químico realizado. El estiércol aporta 2.9 g de P por kg.  
**Paso 5.** Establecer cantidad de estiércol a aplicar dado el requerimiento esperado

Kg de estiércol= Necesidad de P (paso 3)/Aporte del estiércol (paso4)

Kg de estiércol= 11200/2.9= 3862 kg de estiércol (en base seca)

**Paso 6.** Cantidad de estiércol en base húmeda  
 Kg de estiércol (base húmeda)= Kg de estiércol (base seca)/Fracción de agua del estiércol.

Kg de estiércol (base húmeda)= 3862/0.64= 6229 kg de estiércol. Esta es la cantidad a aplicar dado las expectativas de rendimiento del ejemplo

## 15 Anexo 7: Leyes, Decretos, Resoluciones y manuales de procedimiento – MGAP - MVOTMA

La normativa vigente sobre aspectos sanitarios, bienestar animal e inocuidad alimentaria y trazabilidad para establecimientos de sistemas de engorde a corral, está establecida, monitoreada y fiscalizada por la Dirección General de los Servicios Ganaderos (DIGESEGA) del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) a través de las Divisiones de Sanidad Animal (DSA), Industria Animal (DIA), Laboratorio Veterinario (DILAVE) y Contralor de Semovientes (DICOSE).

**DIGESEGA:** Constituyente 1676 2º Piso - Tel: (+598) 2412 6305/6369.

**DSA:** Constituyente 1476 2º Piso - Tel: (+598) 2412 6319/6344.

**DIA:** Constituyente 1476 2º Piso - Tel: (+598) 2412 6346.

**DILAVE:** Ruta 8 Brig. Gral. J. A. Lavalleja Km. 17.500 - Tel.: (+598) 2222 1063.

**DICOSE:** Uruguay 1016 - Tel: 2900 7931

Se puede acceder a la página web de la Dirección General de los Servicios Ganaderos, para informarse sobre la estructura Funcional, Sistema de Información, Legislación Sanitaria, Resoluciones, Información Técnica, Capacitación, Acreditaciones SINAVELE, Programa Nacional de Control de Residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes en alimentos de origen animal (PNRB), sistema de Identificación y Registro Animal (SIRA), a través de la dirección:

<http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Default.htm>

Acceder a las Resoluciones del MGAP a través de la dirección: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxxxp001.aspx?7,1,475,O,S,0,MNU;;MNU>

Acceder a las Leyes y Decretos, en la página web de Presidencia de la República a través de la dirección: <http://www.presidencia.gub.uy/wps/wcm/connect/presidencia/portalpresidencia/normativa/inicio-marco-normativo#ley>

## **REGISTRO Y HABILITACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE A CORRAL CON DESTINO A FAENA**

Está establecido que los establecimientos dedicados en todo o en parte al engorde de bovinos con destino a faena en todo el territorio nacional, deben registrarse y habilitarse de acuerdo a lo dispuesto por el decreto N° 178/010 de 7 de junio de 2010 y la Resolución DGSG N° 67/011 del 21 de junio del 2011 en la cual se aprueba el Manual de “Procedimiento para la habilitación y registro de establecimientos dedicados al engorde de bovinos a corral con destino a faena” elaborado por la DSA (Departamento Programas Sanitarios - Departamento Campo), con fecha 22/06/2011. También está establecido que una vez habilitado el establecimiento de engorde a corral por la DSA, DICOSE le otorgará un número exclusivo.

Decreto Registro y habilitación de establecimientos de engorde a corral:

[http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2010/06/mgap\\_258.pdf](http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2010/06/mgap_258.pdf)

Manual Procedimiento para la habilitación y registro de establecimientos dedicados al engorde de bovinos a corral con destino a faena:

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res\\_67\\_Junio2011/ManualdeProcedimientodeengordeacorral.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res_67_Junio2011/ManualdeProcedimientodeengordeacorral.pdf)

## **INSCRIPCIÓN DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS Y HABILITADOS DEDICADOS AL ENGORDE DE BOVINOS A CORRAL INTERESADOS EN EXPORTAR CARNE DE CALIDAD SUPERIOR Y ALTA CALIDAD CON DESTINO A LA UNIÓN EUROPEA**

Se establecen los siguientes requisitos para acceder a la calificación de establecimientos de producción de carne de alta calidad:

Decreto registro y habilitación de establecimientos de engorde a corral: [http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2010/06/mgap\\_258.pdf](http://archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2010/06/mgap_258.pdf)

Reglamento (CE) N° 620/2009:

<http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:182:0025:0030:ES:PDF>

Resolución DGSG N° 90/010 del 2 de julio de 2010 en la que se aprueban los documentos relativos a la exportación de carne vacuna de calidad superior con destino a la Unión Europea: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/InformacionTecnica/INFORMACION\\_TECNICA.htm](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/InformacionTecnica/INFORMACION_TECNICA.htm)

Inscripción: <http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%C2%B0%2088%2030-06%20Req.Certificaci%C3%B3n%20est.%20engorde%20a%20corral.pdf>

Instructivo del veterinario acreditado para el control de animales destinados a la producción de carne calidad superior: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA\\_II%20ITCCS01\\_Instructivo%20contr.VLEA%20animales%20carne%20calidad%20superior.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA_II%20ITCCS01_Instructivo%20contr.VLEA%20animales%20carne%20calidad%20superior.pdf)

Instructivo para el control oficial de animales destinados a la producción de carne de calidad superior: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA-III%20ITCCS02\\_Instruct.control%20oficial%20animales%20carne%20calidad%20superior.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA-III%20ITCCS02_Instruct.control%20oficial%20animales%20carne%20calidad%20superior.pdf)

Planilla control de alimento: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA\\_I%20b%20RGCCS-02Planilla%20Comp.%20del%20Alimento.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA_I%20b%20RGCCS-02Planilla%20Comp.%20del%20Alimento.pdf)

Planilla control de ingreso: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA\\_I%20c%20RGCCS03%20Planilla%20Control%20de%20Ingreso.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA_I%20c%20RGCCS03%20Planilla%20Control%20de%20Ingreso.pdf)

Planilla control de alimentación: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA\\_I%20d%20RGCCS04%20Planilla%20Control%20Alimentaci%C3%B3n.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA_I%20d%20RGCCS04%20Planilla%20Control%20Alimentaci%C3%B3n.pdf)

Planilla control de peso: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090\\_Julio2010/DSA\\_I%20e%20RGCCS05%20Planilla%20Control%20de%20Peso.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res%2090_Julio2010/DSA_I%20e%20RGCCS05%20Planilla%20Control%20de%20Peso.pdf)

## **ACREDITACIÓN DE VETERINARIOS DE LIBRE EJERCICIO PARA ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE A CORRAL**

De acuerdo a la Ley de Acreditación de Veterinarios de Libre Ejercicio (VLE) N° 17.950 de 8 enero 2006 y su Decreto Reglamentario N° 171-07, la Autoridad Sanitaria ha establecido en el Decreto N° 178/010 que en los establecimientos dedicados al engorde a corral, la planificación sanitaria la debe realizar un VLE acreditado, por Resolución DGSG N° 135/011, se establece la acreditación de VLE en el área de certificación de carne con destino a la producción de carne de calidad superior y para tal fin la DIGESEGA viene realizando desde el 2010 cursos de acreditación, contando a la fecha ya con una nómina de VLE acreditados para tales actividades.

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%20135%205\\_09%20Acred%20%20Vet%20%20Libre%20Ejercicio%20Carne%20Alta%20Clidad.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%20135%205_09%20Acred%20%20Vet%20%20Libre%20Ejercicio%20Carne%20Alta%20Clidad.pdf)

La documentación de referencia para los cursos de acreditación de los VLE en el área de engorde a corral, se establece en: <http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Acreditaciones/SINAVELE.htm>

### REQUISITOS PARA LOS ESTABLECIMIENTOS DEDICADOS AL ENGORDE DE BOVINOS A CORRAL CON DESTINO A FAENA, PARA EXPORTACIÓN DE CARNE DE CALIDAD SUPERIOR A LA UNIÓN EUROPEA

Los animales procedentes de establecimientos dedicados al engorde de bovinos a corral, con destino a faena para exportación de carne de calidad superior a la Unión Europea, deberán ir acompañados de un certificado extendido por el Veterinario de Libre Ejercicio acreditado certificador, que haga constar que dichos animales:

- a) no tienen más de 30 meses de edad, en la base de datos del SNIG;
- b) son machos castrados o hembras no preñadas o paridas.
- c) han permanecido al menos los últimos 100 días previos al sacrificio, en el predio de origen, alimentados únicamente con raciones constituidas por no menos del 62% de concentrados y/o coproductos de cereales piensos, sobre la materia seca, que tengan o superen un contenido de energía metabolizable superior a 12,26 mega julios por Kilogramo de materia seca;
- d) que recibieron diariamente un promedio de materia seca expresado en porcentaje del peso vivo, igual o superior al 1,4%".

Resolución N° 101/011 del 27 de julio de 2011:

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%20101%2028\\_07%20Modif%20%20numeral%203%20de%20la%20Res%20%20DGSG%2088\\_2010.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%20101%2028_07%20Modif%20%20numeral%203%20de%20la%20Res%20%20DGSG%2088_2010.pdf)

### VACUNACIONES OBLIGATORIAS

La Ley madre de la normativa sanitaria en nuestro país es la N° 3 606 del 10 de abril de 1910.

Respecto a la ganadería de carne debe cumplirse con la obligatoriedad de la vacunación contra la fiebre aftosa en el período de febrero a todas las categorías bovinas y en el período de mayo a todos los bovinos menores a dos años, de acuerdo a la Ley N° 16.082 Control y erradicación de la Fiebre Aftosa en el Uruguay del 18 de octubre de 1989 y el Decreto N° 244/990 del 2 de mayo de 1990. [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Legislacion/Cap2\\_Enf\\_Infecciosas.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Legislacion/Cap2_Enf_Infecciosas.pdf)

### INGRESO DE BOVINOS DESDE OTROS ESTABLECIMIENTOS O CON DESTINO A FAENA

Los movimientos de bovinos deben ir siempre acompañados de la Guía de Propiedad y Tránsito con o sin cambio de propiedad, de acuerdo al Decreto 700/973 del 23 de agosto de 1973, convertido en la ley 14165 en la que se establecen los instrumentos legales y administrativos para el control de existencias y movimientos de ganado.

Cuando el origen de los animales es desde zonas de garrapatas, los mismos deben ingresar al establecimiento con "Certificado de Despacho de Tropa"

y cuando van con destino a establecimientos de faena habilitados para la exportación, deben ir acompañadas por el "Certificado para animales con destino a faena en frigoríficos habilitados para la exportación"

Ambos certificados deben ser emitidos por un Veterinario de Libre Ejercicio acreditado por la Autoridad Sanitaria. (Ley de Garrapata N° 18.268, su Decreto Reglamentario del 12 de enero de 2010 y Manual de Despacho de Tropa y Manual de procedimiento de embarque de ganado con destino a faena (Resolución N° 22/011 del 2 de febrero de 20, Ley de Acreditación de Veterinarios de Libre Ejercicio (VLE) N° 17.950 de 8 enero 2006 y su Decreto Reglamentario N° 171-07).

Instructivo certificación de embarques con destino a faena: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res\\_94\\_Julio2011/INSTRUCTIVO%20Cert.emb.bov.destino%20faena%20Vet.Libre%20Ej..pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res_94_Julio2011/INSTRUCTIVO%20Cert.emb.bov.destino%20faena%20Vet.Libre%20Ej..pdf)

Manual Despacho de Tropa: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res\\_22\\_Manuales\\_Garrapata/MANUAL%20de%20DESPACHO%20de%20TROP.A.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res_22_Manuales_Garrapata/MANUAL%20de%20DESPACHO%20de%20TROP.A.pdf)

Manual Procedimiento de embarque con destino a faena: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,dgsg,dgsg-resoluciones-de-la-direccion-general-2014,O,es,0>,

- DGSG/N°168/014

- DGSG/N°164/014

### PLANILLA CONTROL SANITARIO Y PLANILLA DE CONTRALOR INTERNO DEL ESTABLECIMIENTO

"La Planilla de contralor interno del establecimiento" establecida en el decreto N° 289/974 de 18 de abril de 1974, establece la obligatoriedad por parte de DICOSE, de que en todos los establecimientos pecuarios, deben registrarse las existencias y los movimientos de los ingresos y egresos de los animales.

"La Planilla de contralor sanitario del establecimiento", establecida en el Decreto No. 177/04 de 2 de junio de

2004, establece que en todos los establecimientos pecuarios se deben registrar los eventos sanitario (vacunaciones, tratamientos, inspecciones de la Autoridad Sanitaria, extracción de muestras para diagnóstico, etc)

## BIENESTAR ANIMAL

Links recomendados sobre bienestar animal:

OIE: <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/temas-principales/>

Grupo técnico de la DIGESEGA/MGAP en bienestar animal: [http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6021/1/bienestar\\_animal\\_2010\\_publicacioncon\\_modificacion.pdf](http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6021/1/bienestar_animal_2010_publicacioncon_modificacion.pdf)

Trabajos recomendados:

El Bienestar Animal aplicado al transporte y la faena para consumo humano: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA001.pdf>

Bienestar animal en Uruguay: [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/sem-con/07\\_bi\\_ani/ba\\_08.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/sem-con/07_bi_ani/ba_08.pdf)

## INOCUIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

18.10.1 Control de alimentación de bovinos en los establecimientos de producción pecuaria:

De acuerdo al Decreto Nº 175/006 del 12 de junio del 2006 se establece que:

No se autorizará la utilización de proteínas de origen animal y cualquier producto que la contenga, en la alimentación de los rumiantes y que la Dirección General de los Servicios Ganaderos quedará facultada para la inspección de predios,

Que la extracción de muestras de alimentos destinados a rumiantes, a fin de verificar la existencia de materiales prohibidos o alimentos de origen desconocido.

Las inspecciones y extracción de muestras de alimentos, quedarán asentadas en la Planilla de Control Sanitario.

Decreto que no autoriza la utilización de proteínas de origen animal en la alimentación de rumiantes:

[http://archivo.presidencia.gub.uy/\\_Web/decretos/2006/06/ASUNTO%200121\\_08%2006%202006\\_00001.PDF](http://archivo.presidencia.gub.uy/_Web/decretos/2006/06/ASUNTO%200121_08%2006%202006_00001.PDF)

La Resolución de la DGSG Nº 84/006 del 8 de noviembre el 2006 establece que:

Se aprueban los procedimientos de extracción y análisis de muestras de alimentosa destinados a rumiantes

a fin de verificar la existencia de materiales prohibidos o alimentos de origen desconocido.

Resolución procedimiento extracción y análisis de muestras:

<http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Resol.%20DGSG%20N84-06%20-%20Ext.%20y%20An%C3%A1l.%20muestras%20alim.%20para%20rumiantes.pdf>

Manual de procedimiento para el muestreo de raciones para rumiantes:

<http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/ANEXO%20MANUAL%20RESOLUCION%2084%20-%202006%2011%200006.pdf>

## Programa Nacional de Residuos Biológicos (PNRB):

La misión de la Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG) es proteger y mejorar la salud animal y garantizar la inocuidad de los alimentos de origen animal. El Programa Nacional de Residuos Biológicos (PNRB) contribuye al logro de esa misión en lo referente a la inocuidad química de los alimentos de origen agropecuario.

Se puede acceder al PNRB para informarse sobre el marco legal, gestión, organigrama, sustancias y matrices evaluadas, metodología, medicamentos registrados, etc., a través de la siguiente dirección:

<http://www.mgap.gub.uy/DGSG/PNRB/PNRB.htm>

Los grupos de sustancias y matrices evaluadas a la fecha por el PNRB son:

## Identificación y Trazabilidad

De acuerdo a la Ley sobre Identificación y registro de bovinos Nº 17.997 del 2 de agosto de 2006 y la Resolución de la DGSG Nº 35/11 del 21 de marzo de 2001, a partir del 1º de mayo de 2011, todos los animales de la especie bovina que se movilicen con destino a campo o a sitios de concentración de animales, a excepción de los destinados a faena inmediata, deberán ser identificados individualmente y registrados en el Sistema de Identificación y Registro Animal (SIRA), previo a cada movimiento.

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%C2%B0%2066%2020\\_06%20Modificando%20numeral%203%20de%20la%20Res.%20DGSG%2090\\_2010.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%C2%B0%2066%2020_06%20Modificando%20numeral%203%20de%20la%20Res.%20DGSG%2090_2010.pdf)

[http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%2035%2021\\_03%20REG%20E%20IDENT%20%20DE%20ANIMALES%20BOV%20-%202011%20DE%20MAYO%20DE%202011.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/RES%20N%2035%2021_03%20REG%20E%20IDENT%20%20DE%20ANIMALES%20BOV%20-%202011%20DE%20MAYO%20DE%202011.pdf)

### Disposición final de residuos veterinarios y agronómicos

Los planes de gestión de residuos de envases deberán incluir el detalle, la forma y demás condiciones en que se realice la devolución, la recolección, el transporte, el depósito transitorio y la valorización de los residuos de envases y el destino final de los materiales no valorizables, los procesos de inclusión social y los mecanismos de registro y control necesarios para verificar los resultados del plan, le competen a (MVOTMA/DINAMA).

Normativa vigente en nuestro país en la cual se tratan estos temas: Ley N° 17.849 – Uso de envases no retornables: [http://www.mesadeoleaginosos.org.uy/infoInteres/Ley\\_17849.pdf](http://www.mesadeoleaginosos.org.uy/infoInteres/Ley_17849.pdf)

### Marco Normativo Ambiental MVOTMA-DINAMA

**Decreto 178/2010 del 07/06/2010:** Constancia de Registro de Establecimientos de Engorde de Bovinos a Corral con destino a Faena (EEC) en todo el territorio nacional: Los Establecimientos de Engorde a Corral con destino a Faena, con capacidad instantánea mayor a 500 cabezas de bovinos, deben completar y presentar en MVOTMA- DINAMA, el Formulario de “Registro de Establecimientos de Engorde de Bovinos a Corral con destino a Faena (EEC), comprendidos en art. 1 Dec. 178 del 7 junio 2010), adjuntando la información indicada en el mismo. Verificada la presentación de la información, de acuerdo al instructivo correspondiente, se emite una constancia que permite continuar el trámite de habilitación en el MGAP (R.M. 634/2011).

<http://www.mvotma.gub.uy/ciudadania/tramites/tramites-medio-ambiente/item/10002566-solicitud-de-registro-de-establecimientos-de-engorde-a-corr-al-eec.html>

**Decreto N° 253/79 del 09/05/1979 y modificativos:** Todos los vertidos, independientemente de su origen, deben cumplir los estándares de vertido establecidos en este decreto, de forma de prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas:

<http://www.mvotma.gub.uy/ciudadania/biblioteca/marco-legal/item/10003601-decreto-253->

Asimismo, aquellos emprendimientos que se encuentren en la Cuenca del Río Santa Lucía deben cumplir los estándares de vertido establecidos en el art.3º (condiciones de vertido) del Decreto 162/2014.

**Decreto 162/2014 del 20/06/2014 y Decreto 349/2005 del 21/09/05:** Para aquellos EEC que se encuentren ubicados o se instalen dentro de la Cuenca del Río Santa Lucía les aplica, además de lo establecido en el Dec.178/2010, lo siguiente: FIJACION DE LAS

CONDICIONES AMBIENTALES APLICABLES A ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE DE BOVINOS A CORRAL CON DESTINO A FAENA y MODIFICACION DEL REGLAMENTO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y AUTORIZACIONES AMBIENTALES

Decreto 162/2014 del 20/06/2014: <http://www.impo.com.uy/bases/decretos/162-2014>

Decreto 349/005 del 21/09/05: <http://www.mvotma.gub.uy/evaluacion-de-impacto-ambiental/item/10002467-decreto-349-005.html>

### Plan de Gestión de Residuos Sólidos surge en el marco del Decreto 182/2013 del 20/06/2013.

El Decreto 182/013 de 20/06/2013 “Reglamento para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos industriales y asimilados” tiene como objetivo establecer un marco para la gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos industriales, agroindustriales y de servicios, atendiendo a todos los aspectos que hacen a su gestión integral. Incluye, entre otras, las actividades de generación, clasificación, almacenamiento, transporte, reciclado, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos.

<http://www.mvotma.gub.uy/residuos-solidos-industriales/item/10004983-reglamento-para-la-gestion-ambientalmente-adecuada-de-los-residuos-solidos-industriales-y-asimilados.html>

En la **R.M. 1708/2013** se establecen cuales de las actividades comprendidas en el Reglamento de Residuos Sólidos Industriales (Decreto 182/013) requerirán la aprobación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos por parte de la DINAMA, así como los criterios de clasificación de los grandes y medianos generadores.

<http://mvotma.gub.uy/ciudadania/biblioteca/marco-legal/item/10005098-rm-1708-2013.html>

Aquellos EEC que presenten una capacidad instantánea mayor o igual a las 500 cabezas deben presentar Plan de Gestión de Residuos Sólidos para su aprobación ante DINAMA. El mismo está concebido como una herramienta de planificación a mediano plazo, dinámica que permita identificar oportunidades y realizar de mejoras, en la gestión de los residuos de la actividad, tomando como base al análisis de la situación actual de la actividad. El siguiente link referencia los contenidos mínimos que debe tener el Plan de Gestión de Residuos Sólidos.

[http://mvotma.gub.uy/images/PAUTAS\\_M%C3%8DNIMAS\\_DEL\\_PLAN\\_DE\\_GESTI%C3%93N\\_RESIDUOS.\\_DECRETO\\_N%C2%BA\\_182.pdf](http://mvotma.gub.uy/images/PAUTAS_M%C3%8DNIMAS_DEL_PLAN_DE_GESTI%C3%93N_RESIDUOS._DECRETO_N%C2%BA_182.pdf)

Asimismo, deberán presentar anualmente la **Declaración Jurada de Residuos Sólidos**, en el marco del Decreto N° 182/013 y por

**R/DN/0136/16** se estableció el cronograma definitivo con las fechas de vencimiento para la presentación ante DINAMA de las declaraciones juradas de generación de residuos sólidos.

<http://mvotma.gub.uy/residuos-solidos-industriales/item/10007786-cronograma-definitivo-de-vencimiento-de-presentacion-de-declaracion-jurada-de-residuos-solidos-industriales-y-asimilados-en-el-marco-del-decreto-n-182-013.html>

Constancia de Registro de Establecimientos de Engorde de Bovinos a Corral con destino a Faena (EEC) en todo el territorio nacional: Los Establecimientos de Engorde a Corral con destino a Faena, con capacidad instantánea mayor a 500 cabezas de bovinos, deben completar y presentar en MVOTMA- DINAMA, el Formulario de "Registro de Establecimientos de Engorde de Bovinos a Corral con destino a Faena (EEC), comprendidos en art. 1 Dec. 178 del 7 junio 2010), adjuntando la información indicada en el mismo. Verificada la presentación de la información, de acuerdo al instructivo correspondiente, se emite una constancia que permite continuar el trámite de habilitación en el MGAP (R.M. 634/2011).

La documentación, Formulario, Decretos y Resoluciones: <http://www.mvotma.gub.uy/ciudadania/tramites/tramites-medio-ambiente/item/10002566-solicitud-de-registro-de-establecimientos-de-engorde-a-corral-eec.html>

Para aquellos EEC que se encuentren ubicados o se instalen dentro de la Cuenca del Río Santa Lucía les aplica además de lo establecido en el Dec.178/2010, lo siguiente: FIJACION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES APLICABLES A ESTABLECIMIENTOS DE ENGORDE DE BOVINOS A CORRAL CON DESTINO A FAENA. MODIFICACION DEL REGLAMENTO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y AUTORIZACIONES AMBIENTALES <http://www.impo.com.uy/bases/decretos/162-2014>

El Plan de Gestión de Residuos Sólidos surge en el marco del Decreto 182/2013 del 20/06/2013.

<http://www.mvotma.gub.uy/residuos-solidos-industriales/item/10004983-reglamento-para-la-gestion-ambientalmente-adecuada-de-los-residuos-solidos-industriales-y-asimilados.html>

En el siguiente link se muestra la Resolución Ministerial que establece cuales de las actividades comprendidas en el Reglamento de Residuos Sólidos Industriales (Decreto 182/013) requieren la aprobación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos por parte de la DINAMA. <http://mvotma.gub.uy/ciudadania/biblioteca/marco-legal/item/10005098-rm-1708-2013.html>

Aquellos EEC que presenten una capacidad instantánea mayor o igual a las 500 cabezas deben presentar Plan de Gestión de Residuos Sólidos para su aprobación ante DINAMA. El mismo está concebido como

una herramienta de planificación a mediano plazo, dinámica que permita identificar oportunidades y realizar de mejoras, en la gestión de los residuos de la actividad, tomando como base al análisis de la situación actual de la actividad. El siguiente link referencia los contenidos mínimos que debe tener el Plan de Gestión de Residuos Sólidos. [http://mvotma.gub.uy/images/PAUTAS\\_M%C3%8DNIMAS\\_DEL\\_PLAN\\_DE\\_GESTI%C3%93N\\_RESIDUOS\\_DECRETO\\_N%C2%BA\\_182.pdf](http://mvotma.gub.uy/images/PAUTAS_M%C3%8DNIMAS_DEL_PLAN_DE_GESTI%C3%93N_RESIDUOS_DECRETO_N%C2%BA_182.pdf)

Todos los vertidos, independientemente su origen están regidos por el Decreto 253/79 y modificativos.





**MVOTMA**

Ministerio de Vivienda  
Ordenamiento Territorial  
y Medio Ambiente