

CARTILLA EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA TAMBOS CON 50 O MENOS VACAS EN ORDEÑE



Instituto Nacional de la Leche

CARTILLA EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA TAMBOS CON 50 O MENOS VACAS EN ORDEÑE



Ministerio
de Ambiente



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



UTEC
Universidad Tecnológica



inale



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
URUGUAY



Conaprole



SOCIEDAD DE PRODUCTORES
DE LECHE
FLORIDA



SOCIEDAD DE
PRODUCTORES DE LECHE DE

Grupo Técnico

Ing. Agr. Carolina Miranda (coordinadora técnica) - MGAP/DGRN

Dra. Fernanda Figueredo - MGAP/DGDR

Ing. Agr. Silvana Delgado - MGAP/DGRN

Ing. Agr. Karina Gilles - MGAP/DGDR

Ing. Civil H/A. Daniel Vignale - MA / DINACEA

Ing. Agr. Marcelo Pizzanelli - MGAP/DGDR

Ing. Civil H/A. Manuel Giménez - CONAPROLE

Ing. Agr. Amabelia Del Pino - IFAGRO / UDELAR

Ing. Agr. PhD. Alejandro La Manna - INIA

Dra. Elena De Torres - FVET / UDELAR

Ing. Agr. Iliana Garrone - UTEC

Revisores y consultores en diferentes etapas

Ing. Agr. Ana Bianco - IFAGRO / UDELAR

Ing. Agr. Carolina Carballo - Productores de Rodriguez

Ing. Quim. Alberto Hernández - Consultor

Ing. Agr. Sebastián Rosas - MA / DINACEA

Ing. Civil H/A. Paola Pedemonte - MGAP/DGDR

Ing. Quím. Juan Pablo Peregalli - MA / DINACEA

Ing. Agr. Marcela Rodriguez - Consultor

Ing. Agr. Ernesto Triñanes - INALE

Quim. Guillermo Zinola - UTEC

ÍNDICE

1. Introducción.....	5
Ficha I. Uso racional y eficiente del agua.....	9
Ficha II. Generación de efluentes en el tambo.....	13
Ficha III. Minimización en la generación de los efluentes.....	19
Ficha IV. Gestión de los efluentes y del estiércol.....	29
Ficha V. Consideraciones del riesgo ambiental.....	37
Ficha VI. Casos Prácticos.....	39
ANEXO I.....	51
ANEXO II.....	53
ANEXO III.....	54
Bibliografía.....	55

INTRODUCCIÓN

MARCO INSTITUCIONAL

Esta cartilla pretende ampliar la información disponible y brindar recomendaciones técnicas para una adecuada gestión de los efluentes generados en las salas de ordeño, el estiércol, residuos orgánicos y de las condiciones ambientales en el entorno de las instalaciones del tambo. La información se dirige a productores, técnicos y otros actores que se relacionan con el quehacer productivo.

Estas medidas contemplan desde la disminución de la generación del efluente, pautas para el manejo del estiércol, adecuación de instalaciones, hasta maximizar las ventajas de utilizarlo agrónomicamente. Las recomendaciones se realizan en el marco de una producción mayormente familiar y con instalaciones que habitualmente conviven con otras actividades productivas y con las viviendas de los productores.

Como corte numérico que identifica en forma sencilla este conjunto de productores, se estipula un número de 50 vacas en ordeño (VO), número que pretende ser un indicador del contexto productivo del tambo más que una cuantificación del rodeo y capital productivo.

Su elaboración se enmarca dentro del Comité Técnico Interinstitucional de Manejo y Gestión de Efluentes de Tambos del Instituto Nacional de la Leche (INALE), participando en la construcción de la misma el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) mediante la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN), Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR), el Ministerio de Ambiente (MA) mediante la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA), la Universidad de la República (UDELAR), Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE), la Sociedad de Productores de Leche de Florida (SPLF), Sociedad de Productores de Leche de Rodríguez (SPLR) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

ÁMBITO PRODUCTIVO

En Uruguay existen aproximadamente 1.100 productores lecheros con 50 o menos VO. Representan aproximadamente el 30 % del total de productores lecheros y un 3 % de la leche producida (52 millones de litros de leche entre remitida + elaboración de quesos). El 49% de estos productores tienen entre 10 a 30 vacas en ordeñe (537 productores) con una superficie predial no mayor a 250 ha (DICOSE, 2020).

Asimismo, tal como se observa en la Figura N° 1, se presenta la relación entre productores remitentes y productores no remitentes, observándose que para este sector existe un alto porcentaje de productores que elaboran quesos artesanales, aspecto que tiene que ser considerado en el momento de planificar la gestión de los efluentes (incluyendo los generados en la quesería).

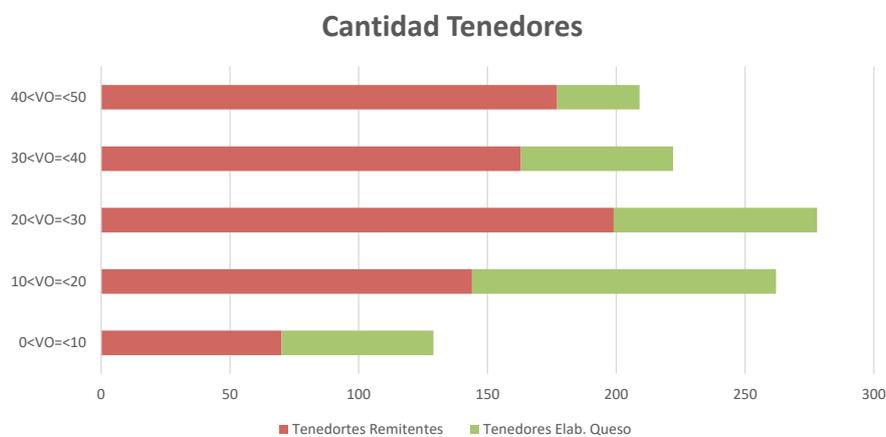


Figura N° 1: Remitentes y no remitentes.

Fuente: Construida a partir de datos de DICOSE 2020.

Si bien este estrato de productores se encuentra distribuido en todo el país, la mayor concentración se da en los departamentos, San José, Colonia, Canelones y Florida (Figura N° 2).



Figura N°2: Distribución de productores por departamento

Fuente: Construida a partir de datos de DICOSE 2020.

Se considera Productor/a Familiar Agropecuario a toda persona física que gestiona directamente una explotación y/o realiza una actividad productiva agraria y cumpla los requisitos expuestos en la resolución N°1013/2016.

Otra característica importante es que la gran mayoría de estos productores se declaran como productores familiares.

Caracteriza a las unidades de producción familiar, la lógica no empresarial de la gestión de la misma, sino las prioridades del núcleo familiar. Si bien los problemas ambientales se visualizan y preocupan, con frecuencia no son los prioritarios para los productores en esta escala.

La mano de obra es una de las limitantes importantes, ya que a diario todas las actividades del predio recaen generalmente en la familia.

Las limitaciones tecnológicas y/o de infraestructura vienen de la mano de la escasa inversión que puedan realizar, además de la falta de asesoramiento técnico si están fuera de las organizaciones que nuclean a productores.

Por lo tanto, para esta escala productiva es necesario un abordaje diferencial, el cual tiene a cargo el manejo de todo el sistema productivo incluido el sistema de gestión de efluentes. En este sentido los costos de implementación y de operación deben estar acordes a la lógica de los sistemas de “producción familiar”.

En un rodeo de 50 vacas o menos, el volumen de efluentes generado permite expresar alternativas de manejo. Uno de los aspectos importantes es el poder influir en la disminución del efluente, por lo cual esta cartilla presenta una serie de recomendaciones que hacen foco en la reducción o minimización del efluente y estiércol generado, así como su manejo posterior. Asimismo, la adecuada gestión de los efluentes en los alrededores del tambo contribuye a prevenir enfermedades en los animales, tales como mastitis, paratuberculosis, cojeras, entre otras.

La cartilla se secciona en las siguientes fichas temáticas:

- Ficha I - Uso racional y eficiente del agua
- Ficha II - Generación de efluentes en el tambo
- Ficha III - Minimización en la generación de los efluentes
- Ficha IV. Gestión de los efluentes y del estiércol
- Ficha V. Consideraciones del riesgo ambiental
- Ficha VI. Casos Prácticos

DEFINICIONES

Efluente líquido: Residuo líquido, o residuos líquidos mezclados con sólidos que tienen la capacidad de fluir por acción de la gravedad. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, precedentemente de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, más las aguas subterráneas, superficiales o de precipitaciones que pudieran generarse. (INTA, 2014)

Efluente de tambo: Es el líquido generado en las instalaciones de ordeñe, como consecuencia de la propia actividad. Generalmente está compuesto por las excretas (heces y orina) depositadas en las instalaciones, junto con el agua de lavado de pisos y equipos de ordeñe, detergentes

utilizados para la limpieza de las instalaciones, restos de leche, restos de alimento, más el agua de precipitaciones que pueda agregarse. El contenido de materia seca del efluente de tambo, es siempre menor a 10%. (INTA, 2014)

Residuos sólidos orgánicos de tambo: Es el residuo sólido generado en el tambo (instalaciones de ordeñe más corral de alimentación). Este término abarca tanto para los sólidos que quedan depositados (y que son separados) en el corral de espera previo al uso de agua para la limpieza, o los sólidos que puedan ser separados en alguna etapa del tratamiento físico de los efluentes líquidos, y también a los sólidos que se generan en los corrales de alimentación. El contenido de materia seca de este tipo de residuo es superior al 20%. (INTA, 2014)

Riesgo ambiental geográfico. Es aquel riesgo ambiental que está dado por la ubicación geográfica de la sala de ordeñe, las pendientes, el tipo de suelo y la cercanía a fuentes de agua para consumo humano y animal, arroyos, ríos y napas etc. Una ubicación cercana a una fuente de agua, por ejemplo, aumenta el riesgo de contaminación al compararse con predios que estén lejos de esa fuente de agua.

FICHA I - USO RACIONAL Y EFICIENTE DEL AGUA

El uso racional del agua, es un punto clave en cualquier sistema productivo y en especial, en la lechería, donde además de ser un nutriente esencial para los animales, es un recurso que en la sala de ordeñe tiene usos diversos.

Considerando la misma, como uno de los principales insumos en el proceso de producción de la leche, es necesario gestionarla adecuadamente.

En este sentido es importante, por un lado, considerar acciones orientadas a un uso racional o un aprovechamiento eficiente del agua, y por otro lado gestionar adecuadamente las aguas residuales (o efluentes) generadas en el tambo.

Si pensamos en el trabajo en la sala de ordeñe podemos preguntarnos **¿cuál es la fuente de agua (pozo o lluvia) ?, ¿qué volumen de agua utilizamos? ¿en qué tareas utilizamos ese volumen de agua?, ¿podemos reducirlo?**

Por tanto, se impone como primer paso la cuantificación e identificación del agua empleada en el tambo, haciendo referencia a; por dónde ingresa al tambo (tanque de almacenamiento), en qué volumen y hacia donde la conducimos luego de ser empleada en diferentes tareas en el tambo (hacia adentro o hacia afuera del sistema de gestión de efluentes (SGE)).

¿En qué tareas utilizamos ese volumen de agua?

Cuando se analiza el volumen de agua para el diseño de un SGE, deben considerarse todos los aportes que de una forma u otra terminan en el efluente.

- limpieza de la sala de ordeñe y corral de espera.
- lavado de tanques y máquinas de ordeñe.
- lavado de pezones de las vacas.
- enfriamiento de leche.

Cuando se analiza el volumen de agua para el diseño de un SGE, deben considerarse todos los aportes que de una forma u otra terminan en el efluente.

¿De qué depende el agua utilizada en el tambo y cuánta agua se utiliza?

El agua utilizada depende de varios factores, por ejemplo; la disponibilidad y el caudal de la fuente de agua de cada tambo, la dimensión del tanque de almacenamiento de agua para la limpieza del tambo, el método de limpieza (balde, bomba, mojado del corral de espera, etc.). Se considera que los volúmenes de agua utilizados a esta escala de producción, se vinculan mayormente a las características de las instalaciones que posea el establecimiento, al manejo de los animales y en menor medida al número de vacas en ordeñe. *En este caso estamos hablando del agua utilizada en la limpieza del tambo (sala, corral, en la rutina de ordeñe), dejando de lado el agua para abrevadero.*

Por ejemplo, de un relevamiento de 80 tambos ubicados en la Cuenca del Santa Lucía se identificó que para tambos que cuentan con 10 a 50 VO, el agua usada por vaca se encuentra en un rango de 20 a 40 L/VO/d (Fuente: Planes de Lechería Sostenible y Proyecto de Lechería sostenible en la Cuenca del Santa Lucía).

En este mismo sentido se presenta en el Tabla N° 1 información de 9 tambos donde se midió el agua consumida para la limpieza (lavado de ubres, tanques y máquinas de ordeño, limpieza de sala y corral de espera) y se relevó las rutinas y métodos de limpieza realizados en cada caso. Se aprecia una alta variación entre tambos para el agua consumida en la limpieza. Igualmente, para los establecimientos que primero remueven el material en seco (barrido en seco o remoción de sólidos con pala) se observó desde las mediciones que el uso de agua fue menor.

Tabla N° 1: Agua consumida en la limpieza de 9 tambos, en relación a los métodos de limpieza implementados

Productor	Actividad	VO	Órganos	Tiempo de ordeño (h/d)	Vacas en ordeño (N °)	25
1	Quesería	48	4	3,5	21,1	BS + LM
2	Quesería	64	7	2,0	35,6	LM
3	Quesería	43	3	4,2	75,7	LM
4	Quesería	14	2	2,2	47,4	BS + LB
5	Quesería	15	2	2,7	16,3	RP + LM
6	Quesería	30	3	2,9	45,6	LM
7	Quesería	40	5	2,7	48,1	BS + LM
8	Remitente	49	4	4,7	20,3	BS + LM
9	Reintente	43	5	4,0	40,0	BS + LB

Referencia: BS: barrido en seco, LM: lavado con manguera, LB: lavado con balde, RP: remoción de sólidos con pala. Fuente: NETUM-UTEC

Por ejemplo: para un caudal de 1 L/s de lavado si se tiene abierta la manguera durante 15 minutos al día, esto implica un volumen de 900 litros, lo cual para un rodeo de 30 vacas implica una dotación de 30 L/VO/d. En general, para el lavado de la sala al menos se necesitan 10 a 15 min por ordeño para lavado. Si se agrega un lavado de corral de espera, se deduce que las dotaciones de uso de agua pueden ser bastante más elevadas. Esto sin cuantificar otros gastos de agua limpia como lavado de máquinas, lavados durante el ordeño, etc.

Considerando que el uso de agua en los tambos es muy variable es importante su medición en cada establecimiento. En el caso de que no pueda determinarse con precisión y tenga que ser estimado, deben considerarse los datos disponibles que más se acerquen a la condición del lugar de estudio, de modo de disminuir el error y posibles problemas de diseño con mayores costos del sistema de gestión de efluentes a implementar.

¿Cómo se puede medir el volumen de agua utilizado?

Un método sencillo y fácil de ser implementado en pequeños establecimientos es medir el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, como un balde.

Se determina el tiempo que tarda en llenarse un recipiente del cual conocemos su volumen, de modo de determinar el caudal mediante la relación entre ellos (volumen y tiempo).



Esta práctica se puede hacer por ejemplo en el tiempo que se demora en limpiar el tambo, o el tiempo en que la manguera está descargando agua para las distintas rutinas de limpieza y el agua consumida.

Uso racional de agua

El uso racional del agua también contempla el aprovechamiento de las fuentes de agua disponibles y que no se aprovechan por falta de costumbre o por la existencia de otras formas operativamente más sencillas. Este es el caso del agua de lluvia (o pluviales) que se obtienen del escurrimiento por los techos y que son escasamente valorados (Ficha III).

Por ejemplo

Si un balde de 20 L se llena en 2 minutos, se puede decir que la relación entre volumen y tiempo ($20 \text{ L} / 2 \text{ min}$) es de 10 L/min, es decir en 1 minuto se descargan 10 L de agua. A esta relación se le llama caudal.

Con este cálculo llegamos a que, si el tiempo de limpieza del tambo es de 30 min, el agua consumida en ese tiempo será 300 L. Para conocer el volumen por día se deben sumar todos los volúmenes de agua usados en el día.

Algunas salas de ordeñe o corrales de espera se encuentran ubicadas en puntos bajos de la cuenca y reciben los escurrimientos naturales de zonas topográficas más altas del campo. Si se busca ser eficientes en el uso del agua es fundamental desviar las aguas pluviales “limpias” y otras como de enfriamiento de la leche (en el caso de que lo hagan), para que no ingresen al SGE, ya que estas pueden ser aguas consideradas limpias, sin contaminantes y se pueden usar para otros fines. En este caso es necesario desviar estas aguas de escurrimiento limpias mediante cunetas, pequeño terraplén, desniveles que permitan que no ingresen al área que recolecta los efluentes del tambo.

También es importante reducir el uso del agua que utilizamos para la limpieza en la sala de ordeñe ya que además de cuidar el recurso evitamos que sean canalizadas hacia el SGE.

Manuales tales como: Manual para el manejo de efluentes en el tambo (MGAP, 2008) y Manual para la gestión ambiental de tambos (DINAMA, 2016), poseen un listado completo de las buenas prácticas que promueven el uso racional del agua y previenen la contaminación del ambiente productivo e industrial. Se listan algunas de ellas que atienden directamente a la actividad del ordeñe y gestión del efluente:

1. Canalizar y gestionar los efluentes del tambo.
2. Recoger y/o desviar el agua de lluvia.
3. No realizar lavados de maquinaria agrícola cerca del pozo.

4. Disponer el efluente en lugares impermeabilizados para evitar la infiltración a las napas.
5. Pozos de agua encamisados y aislados

Cuando existe un **patio de alimentación**, y podemos sumarlo al SGE, debemos tener las consideraciones anteriormente mencionadas.

En el caso de las **queserías artesanales**, debemos considerar el agua utilizada en la sala de elaboración, salado y de estacionamiento del queso.

Se considera que todos los esfuerzos orientados a la preservación de la calidad del agua son fundamentales y prioritarios, y por tanto es necesaria una evaluación sistemática y periódica de las posibles causas que pudieran afectarlos. En este sentido se recomienda solicitar ayuda a los técnicos del MGAP que operan en la región, para que de forma gratuita asistan al productor en la identificación de riesgos de contaminación por problemas constructivos de las instalaciones, el manejo de los efluentes del tambo, aguas servidas de la vivienda, deficiencias en la gestión de las bolsas de silos, residuos de agroquímicos, etc.

Velar por la buena calidad ambiental de las fuentes de agua es una actitud responsable con el medio ambiente y solidaria con las futuras generaciones.

FICHA II - USO RACIONAL Y EFICIENTE DEL AGUA

La actividad de ordeño tiene asociado naturalmente una concentración diaria de animales en el entorno de las instalaciones de ordeño que generan una acumulación de excretas y otros materiales trasladados por las vacas. Los efluentes y los sólidos orgánicos a gestionar se generan en la limpieza de estas instalaciones y en el acondicionamiento del terreno en el entorno al tambo.

¿Dónde y cómo se generan los efluentes?

El efluente de un tambo, está compuesto por las excretas (heces y orina) depositadas en las instalaciones, detergentes utilizados para la limpieza de las instalaciones, restos de leche, restos de alimento, junto con el agua de lavado de pisos y equipos de ordeño, más las precipitaciones que pueda agregarse (INIA, 1995; INTA, 2014).

El efluente es generado cuando las deyecciones (excretas) depositadas en sitios donde los animales se encuentran concentrados por un periodo de tiempo, como es la sala de ordeño o el corral de espera, se mezclan con agua de lavado, lluvia, resto de alimento, barro, piedras y otros elementos (CONAPROLE, 2018).

Por lo general, en un tambo los animales se encuentran concentrados diariamente en la *sala de ordeño*, el corral de espera, el *patio de alimentación* o lugares donde se da alimento o de beber a los animales, esos sitios además cuentan con superficies impermeables o compactadas.

Si estos sitios están sin cobertura las aguas de lluvia que caen en estas superficies se convierten en aguas contaminadas y por lo tanto deben ser conducidas al SGE.



Figura N° 3. Corral de espera de tambo



Figura N° 4. Corral de espera de tambo con estiércol



Figura N° 5. Corral de espera de tambo



Figura N° 6. Sala de ordeño de tambo

Generación de efluentes en la quesería artesanal

El efluente generado en la quesería se compone del agua de lavado de la sala de procesamiento, la cual se limpia diariamente, la sala de salado y maduración. Además, en el procesamiento de la leche para la producción de queso se generan como principales “residuos” el suero de leche y la salmuera proveniente de la tina de salado.

Datos generales:

- para producir un 1 kg de queso se requiere 10 L de leche.
- por litro de leche procesado se produce entre 0.8 a 0.9 litros de suero.

¿Cuánto efluente por día genera un tambo de 50 vacas en ordeño?

Es necesario conocer el volumen de efluente que se genera en el tambo, así como los factores que afectan su generación, de modo de poder tomar medidas para su minimización, así como para su posterior gestión.

Para esto se debe considerar el volumen de excretas generadas en los corrales de espera y sala de ordeño, agua para el lavado de las instalaciones, las aguas pluviales contaminadas y los desperdicios en caso de existir camas o patios de alimentación asociados.

A modo de ejemplo, se presentan los cálculos (Tabla N° 2) para estimar la generación de efluentes en la sala de ordeño y planchada de espera de un tambo de 43 vacas, con un tiempo de ordeño de 4 h/d, una planchada de espera de 30 m² y una precipitación mensual promedio de 100 mm (INALE, 2019). Los valores presentados en la columna Cantidad se pueden tomar como valores de referencia de acuerdo con la experiencia en el sector.

Es importante mencionar que este es un ejemplo teórico, donde solamente se considera el efluente generado en la sala de ordeñe y planchada de espera del tambo. En caso de contar con patio de alimentación se debe incluir en los cálculos de estimación de efluente.

Además, vale aclarar que los valores usados en esta estimación son un valor de referencia promedio, pero es recomendable y necesario cuantificar/medir para cada caso específico, la generación de efluente en cada tambo.

Tabla N° 2. Componentes del efluente generado en el tambo

Criterios y consideraciones		Litros de efluente por vaca en ordeñe por día	Litros de efluente por mes 43 vacas
Excreta diaria (orina + estiércol)	Usar valores de referencia: 70 (55-85L/VO/d)1; 54 (20-90L/VO/d)2; Fórmula Nennich y Harrison, 20053.	54	70.821
Excreta corral de espera	Se debe ponderar la generación diaria (punto anterior) en función del tiempo promedio de espera en el corral. Considerar dinámica del manejo del rodeo (horas día para el cálculo: de 16 a 24).	9	11.804
Agua de lavado	Realizar una estimación del volumen diario de agua considerando corral de espera, sala, máquina ordeñe, enfriamiento leche, lavado ubres. Se recomienda cuantificar este volumen en cada caso específico. En caso de desconocer el gasto de agua durante el ordeñe considerar valor de referencia promedio.	40	52.460
Pluviales contaminadas	Considerar área efectiva total de corrales de espera patio de alimentación (en caso de usarse) y unidades del sistema de gestión de efluentes (separador, desarenador, planchada de escurrimiento, etc.). Multiplicar este valor por los mm de precipitación anual para la ubicación del tambo (rango: 1.000 a 1.200mm). A partir del producto entre estas dos magnitudes se estima el volumen anual de pluviales contaminadas. Sugerencia: trabajar con una misma unidad, en metros o en milímetros.		3.000
Volumen TOTAL generado (agua, bosta, orina y pluviales)			138.085

Fuente: Los criterios utilizados para la realización de esta Tabla se tomaron de la Cartilla de CRITERIOS DE APLICACIÓN DE EFLUENTE A TERRENO Y SU IMPLICANCIA PRÁCTICA EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

¿Qué hay que recolectar?

Áreas donde se genera efluente: Sala de ordeño, planchada de espera, zona de acopio de estiércol (lixiviado).

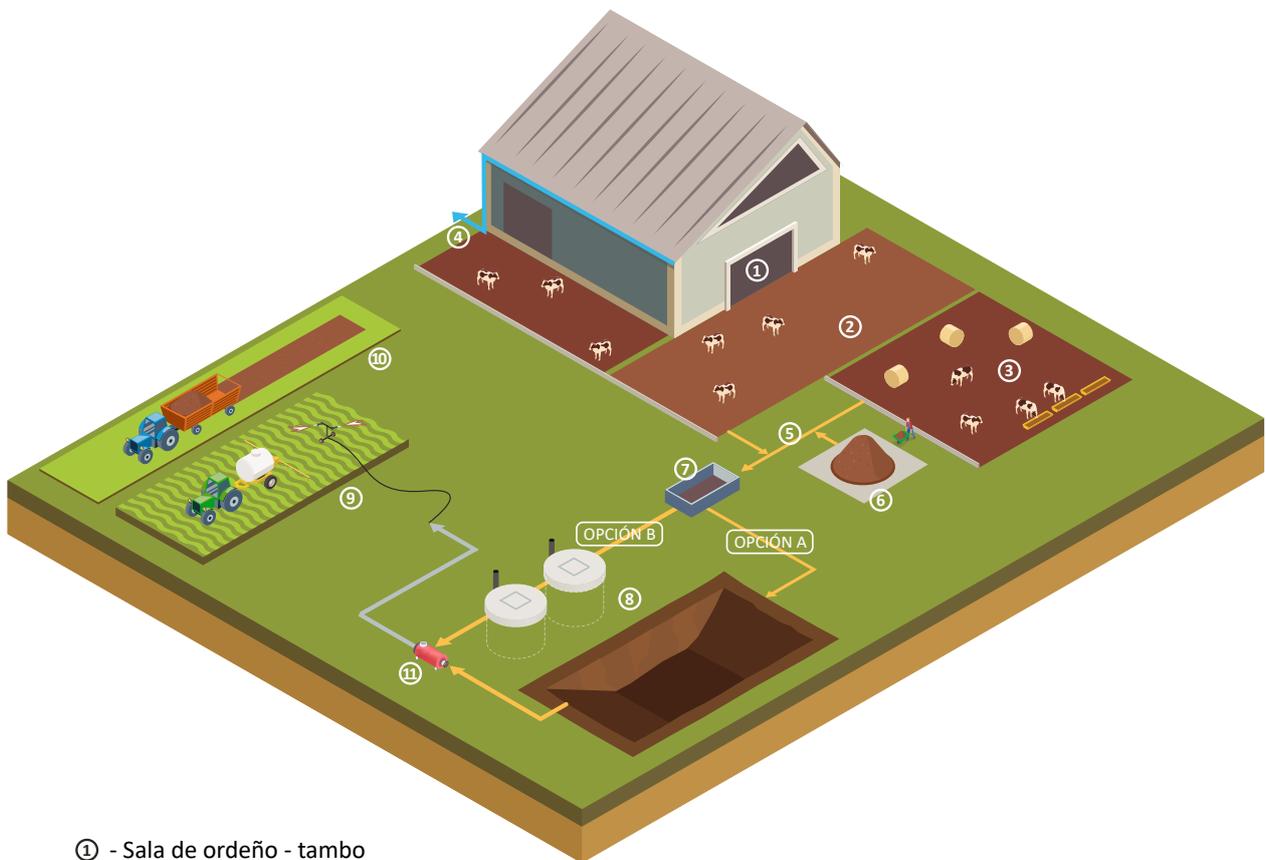
Todos los efluentes generados deben ser recolectados, por lo tanto, todas las áreas donde se generan efluentes deben incorporarse al diseño del sistema de gestión, con el objetivo de que el mismo NO llegue a las vías de drenaje o cursos de agua.

El modo de incorporar superficies al sistema de gestión es asegurándose de que todos los efluentes que caen en esas superficies escurren hacia cordones, bordes de contención, muretes, u otras estructuras que luego conduzcan estos efluentes a canaletas, medias cañas, canales de drenaje.

Las instalaciones de drenaje del efluente deben unirse en un punto más bajo para que de allí ingresen los efluentes al sistema de gestión del efluente en su primera estructura. Para garantizar el escurrimiento natural por gravedad se deben verificar que esas superficies, canaletas y canales de drenaje, tengan pendientes adecuadas, es decir 1 % como mínimo, o sea un descenso de 1 cm en un metro de longitud.



Figura N° 7. Corral de espera con captación y conducción de efluentes



- ① - Sala de ordeño - tambo
- ② - Corral de espera.
- ③ - Patio de alimentación.
- ④ - Desvío de pluviales.
- ⑤ - Conducción de efluente desde zona de generación al sistema de Gestión de Efluentes.
- ⑥ - Zona de acopio de estiércol.
- ⑦ - Desarenador.
- ⑧ - Sistema de almacenamiento de efluente:
 - Opción A** - laguna impermeabilizada.
 - Opción B** - tanques excavados impermeables.
- ⑨ - Sistemas de aplicación de efluente a terreno.
- ⑩ - Sistema de aplicación de estiércol.
- ⑪ - Bomba.

FICHA III - MINIMIZACIÓN EN LA GENERACIÓN DE EFLUENTES

Una buena rutina de ordeño debería ser ágil, preservar la salud de los animales y generar la menor cantidad de excretas o efluentes. Por ágil se entiende que el flujo de los animales sea continuo, sin gritos y/o ruidos, siendo recomendable que las vacas entren solas a la sala de ordeño.

Es importante que durante la rutina de ordeño se evite el estrés de los animales, porque existe una relación directa entre el grado de estrés de los mismos y la generación de excretas.

El diseño de las instalaciones tiene relación directa con el manejo de los animales, y por tanto con la generación de excretas y efluentes.

Consideraciones generales sobre las instalaciones:

- El corral de espera debería respetar que cuente con al menos 1,5 m² por animal, que sea de fácil acceso a la sala de ordeño, sin ángulos rectos y con escalones o rampas adecuadas.
- La sala de ordeño:

Manejo del ganado adecuado:

- manejo tranquilo, sin ruido
- disminuir el uso de agua durante la rutina de ordeño.

- que cuente con un diseño que permita la rápida ubicación de la vaca en su puesto de ordeño.
- salida de la sala de ordeño en lo posible sin ángulos rectos y si existen, que el ángulo de giro sea lo suficientemente ancho.

¿Por qué es importante minimizar el efluente?

La gestión de los efluentes en los tambos es un trabajo adicional que se suma a todas las otras tareas que requiere el tambo. Por lo cual, implementar medidas tendientes a disminuir la generación de los efluentes facilita su posterior manejo, disminuyendo la demanda de tiempo y costos asociados a su gestión en el predio.

Un tambo que genera importantes volúmenes de efluente, no solo requerirá de más tiempo para la operación y mantenimiento del sistema de gestión de efluentes, sino que será necesario que el mismo cuente con mayor capacidad de almacenamiento y capacidad para mover y aplicar el efluente. Todo esto redundará en mayores costos tanto económicos como de tiempo.

¿Cómo se puede minimizar la generación de efluentes?

Como punto de partida es importante identificar los factores que influyen en la generación del efluente, para posteriormente tomar medidas o acciones asociadas. En este sentido y a modo de facilitar su identificación se pueden agrupar en factores para:

- **Reducir el agua que ingresa al sistema de gestión de efluentes.**
- **Reducir la cantidad de excretas generadas en el área de ordeño.**

Reducir el agua que ingresa al sistema de gestión de efluentes.

Cuanto menor sea el agua que “entra” al sistema, ya sea minimizando el uso de agua que se emplea para la limpieza o desviando los pluviales, menos efluentes se genera.

Métodos y rutina de limpieza de las instalaciones

Limpieza en seco

La limpieza en seco de las instalaciones (sala de ordeño y corral de espera) previa al lavado con agua, por ejemplo, usando un palón, disminuye notablemente el volumen de agua que posteriormente se requiere para el lavado de las mismas (Ficha II, Tabla N° 1).

Otra práctica asociada a esta rutina es humedecer la planchada de espera antes del ingreso de los animales, esto facilita la posterior limpieza en seco dado que la excreta se adhiere menos al piso y reduce el agua requerida para su limpieza.



Se considera que con esta práctica se permitiría disminuir alrededor de un 50% el uso de agua en el lavado (DINAMA, 2016; CONAPROLE, 2018).

Este aspecto es importante porque se genera menos efluente, pero también porque se requiere menos agua, lo cual es relevante para la conservación de este recurso.

a sistema de gestión de efluentes

Figura N° 8. Áreas de generación y conducción de efluente y componentes del sistema de gestión del efluente y estiervo.



Figura N° 9. Palón para barrido en seco



Figura N° 10. Pila de estiércol en zona compactada

Esta práctica está asociada al manejo en forma separada del estiércol que fue “barrido” antes de la limpieza con agua. Esto tiene la ventaja adicional de contar con el estiércol con un bajo contenido de humedad y permite la posibilidad de transportarlo con mayor facilidad a otras zonas del predio, como chacras para su valorización agronómica.

Es recomendable que el estiércol se apile en una zona con piso compactado y con pendiente o canalización al lugar donde se almacena el efluente, de modo que los líquidos que puedan desprenderse del mismo (lixiviado) sean capturados cuando este se seca o cuando llueve (Ficha IV). (Figura N° 10 y 11).



Figura N° 11. Planchada para almacenar o apilar estiércol con canalización al sistema de almacenamiento de efluente

Limpieza con manguera

En los casos en que se opta por una rutina de limpieza del corral de espera mediante lavado con agua, es importante seleccionar adecuadamente el diámetro de las mangueras, el tipo de punteros y la bomba de lavado. Un adecuado diseño de los sistemas de lavado permite al productor ahorrar tiempo y disminuir el gasto de agua en las tareas de limpieza.

La eficiencia del lavado también depende del estado de los pisos en las instalaciones de ordeño y en el corral de espera. Pisos parejos, sin roturas, con pendientes uniformes (en el entorno del 2%) y correctamente ranurados permiten una eficiencia del lavado óptima y facilitan las tareas de limpieza.



Figura N° 12. Planchada de espera con pendiente a zona de conducción y almacenamiento de efluentes. Cuenta con zócalo para evitar desvío del efluente a terreno.

Canalización, desvío y captación de pluviales limpios

El objetivo de esta práctica es evitar que el agua de lluvia (pluviales) ingrese al SGE, de modo tal que el agua “limpia” no se contamine al entrar en contacto con zonas donde hay efluente o estiércol.

Se recomienda canalizar el agua de los techos y desviar agua de corrales (cuando estos están limpios), del circuito de recolección de efluentes, para evitar que ingresen pluviales limpios en las canalizaciones de los efluentes.

Canalización y recolección de agua

Instalación de media caña en los techos, lo que permite que los pluviales sean captados y desviados fuera del SGE. Estos pueden ser derivados a campo o también pueden ser recolectados en un tanque para el lavado de zonas sucias, lo cual implica un ahorro en el agua que se requiere para la limpieza.

En Uruguay se producen anualmente $1,2 \text{ m}^3$ de pluviales por m^2 de superficie. A modo de ejemplo, si se tienen 50 m^2 de techo, se generarán 60 m^3 de pluviales al año en el techo.

Recolectar y almacenar esta agua genera un doble beneficio, ya que podremos usarla para los lavados, disminuyendo el volumen de efluente generado por aguas pluviales contaminadas.



Figura N° 13. Recolección de pluviales a) Captación de pluviales de techos (tambo y galpón).
b) Recolección en tanque para posterior reuso para la limpieza del corral de espera.

Es importante la adecuada instalación de la media caña para que cumpla la función de captar y desviar los pluviales, y no descargue en zonas como corral de espera, canales con estiércol, etc.



Figura N° 14. Captación de pluviales de techos.



Figura N° 15. Captación y desvío de pluviales de techos.

Desvío de pluviales con compuertas o tabiques para ingreso de pluviales al SGE

Instalación de compuertas o tabiques para desviar los pluviales de los corrales cuando estos están limpios evitando que ingresen al SGE.

En las Figura N 16 se observa para un mismo SGE compuerta de desvío de pluviales instalada en canal de conducción de los efluentes desde los corrales al sistema de almacenamiento. La compuerta debe ser instalada en los momentos en que no se genera efluente y los corrales y canales están limpios, de modo tal que el agua de lluvia no ingresa a la laguna de almacenamiento y sea desviada a campo.



Figura N° 16. Compuerta para desvío de pluviales

Canalización y conducción de efluentes

Los pluviales limpios que escurren por el terreno no deben ingresar a los canales o tuberías de conducción de efluentes. Para ello se puede realizar una nivelación de terreno, la instalación de un zócalo o canalizaciones entubadas, entre otras.



Figura N° 17. Conducción de efluentes por canalizaciones hormigonada con zócalo para evitar el ingreso de pluviales por escurrimiento e infiltraciones.



Figura N° 18. Conducción de efluentes por canalizaciones hormigonada con zócalo para evitar el ingreso de pluviales por escurrimiento e infiltraciones.



Figura N° 19. Canalizaciones de efluentes cerrados o entubado



Figura N° 20. Canalizaciones de efluentes cerrados o entubado



Figura N° 21. Canalización de efluente semientubado, con terreno no nivelado

Minimizar la cantidad de excretas, reduciendo el tiempo en que los animales se encuentran concentrados.

En estos casos se recomienda nivelar el terreno a los efectos de evitar escurrimiento o instalar un zócalo para evitar el ingreso de pluviales.

Cuanto menor tiempo los animales se encuentren concentrados en la sala de ordeño, planchada de espera o zona de comederos menor será la cantidad de estiércol acumulado. En este sentido también se requerirá menos tiempo y agua para la limpieza de la sala y planchada de espera.

Duración del ordeño

Considerando que la cantidad de excretas colectadas, varía con el tiempo en que los animales pasan en las instalaciones del tambo, es importante establecer medidas para reducir la duración del ordeño.

La duración del ordeño está dada por el tiempo en que los animales pasan en la sala de ordeño y en la planchada del corral de espera, por lo tanto:

Número de órganos

El aumento del número de órganos es una medida efectiva para reducir los tiempos de ordeño. Lo que redundará en menor tiempo de ordeño, menor generación de efluentes en la sala y disminuye el tiempo de mano de obra.

Si bien esto requiere un costo de inversión importante se entiende necesario presentar este aspecto como un elemento que puede ayudar a disminuir la generación y ser más eficiente en el uso del tiempo.

Número de lotes

El número de lotes utilizados en la sala de ordeñe es otro factor que presenta incidencia directa en el tiempo total de ordeñe, especialmente en el tiempo de permanencia de los animales en la planchada. En general esta práctica se realiza cuando el lote es grande, y/o el corral de espera es chico para el número de animales que tenemos para ordeñar.

Manejo del ganado

Se puede usar como estrategia el manejo de los animales en el predio, en el sentido de que una vaca que toma agua en cantidad y calidad en su potrero, fisiológicamente se estimulan las deyecciones (orina y heces) en ese momento y lugar. De la misma forma que un arreo tranquilo, hace que las deyecciones también se den en el camino. Estas prácticas, van a colaborar en la menor deyección de los animales en la sala de espera y en la sala de ordeñe, facilitando el trabajo de limpieza y usando menos agua para el mismo.

Regular el tiempo de arreo de los animales (rodeo)

Arrear al ganado a paso normal de forma de permitir las deyecciones en el campo y detener 5 a 10 minutos el ganado previo a la entrada al corral (MGAP, 2008; DINAMA, 2016).

Agua en la parcela

El ofrecer agua para beber “ad libitum” en la parcela o en los callejones, mientras los animales pastorean, es una práctica importante desde el punto de vista del bienestar animal y fisiológico, ya que la mayor parte de las deyecciones se dan en la parcela. Al contrario de cuando solo se ofrece agua para beber en el corral de espera o alrededores, previo al ingreso al ordeñe.

Tabla N° 3: Resumen de prácticas para minimización en la generación de efluentes

Factores que afectan la generación de efluente	Prácticas o acciones para minimizar el efluente generado	¿Qué infraestructura o herramientas se necesita?	Operación a realizar
Reducir el agua que ingresa al sistema de gestión de efluentes	Métodos y rutina de limpieza de las instalaciones	Herramienta para limpieza en seco. Palón	Limpieza de instalaciones con frecuencia diaria. Apilar y manejar el estiércol en zona acondicionada.
	Desvío y captación de pluviales de techos	Canaleta Tanque Entubado	Recolección de pluviales en tanque. Utilización del agua en las operaciones del tambo (limpieza de planchada).
	Canalización y conducción de efluentes		Nivelación de terreno. Instalación de un zócalo. Canalizaciones semi entubadas o entubadas.
	Desvío de pluviales de canales y corrales	Compuertas o tabique de desvío de pluviales	Manejo de la compuerta o tabique.
Reducir la concentración de excretas.	Disminuir el tiempo de ordeñe	Aumentar el número de órganos	Aumentar el número de órganos
			Trabajo en lotes de animales.
	Manejo de ganado	Planificación de la distribución de agua en la parcela.	Arreo de animales en forma pausada Práctica Ofrecer agua en la parcela

FICHA IV - GESTIÓN DE LOS EFLUENTES Y DEL ESTIÉRCOL

Se recomienda que la disposición final del efluente y estiércol sea a terreno con el fin de valorizar los nutrientes y materia orgánica que los mismos contienen.

¿Cómo realizar una adecuada gestión de los efluentes?

Un adecuado manejo de los efluentes combina un apropiado diseño del sistema de gestión de efluentes acorde a las características productivas y socioeconómicas de cada predio, considerando las posibilidades de inversión inicial y su posterior mantenimiento. El mismo debe asegurarse que todo el efluente sea recolectado, almacenado y posteriormente aplicado a terreno, en los momentos y en las cantidades adecuadas.

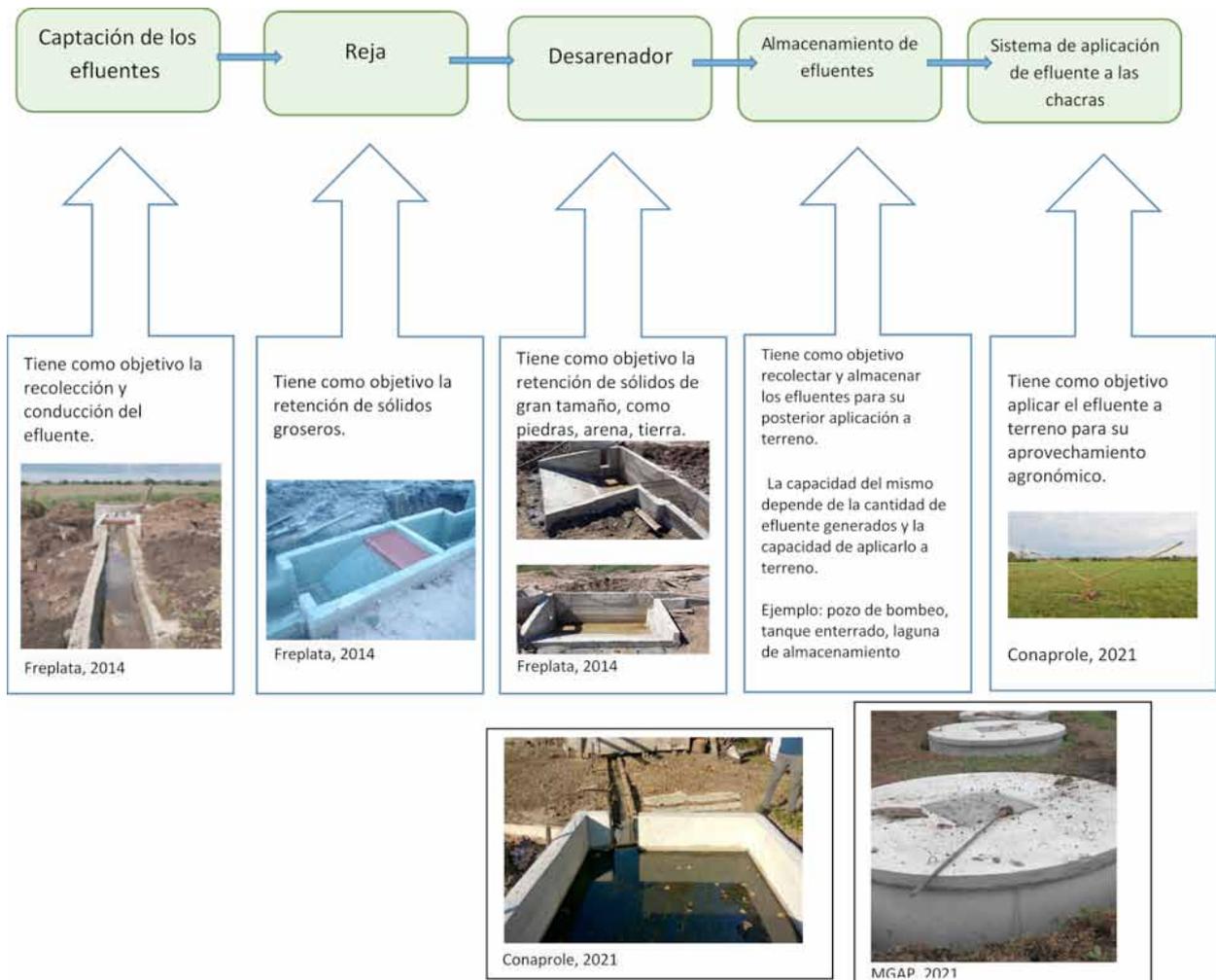


Figura N° 22. Diagrama de flujo de la gestión de efluente

¿Se pueden obtener beneficios del efluente y del estiércol de tambo?

El efluente de tambo y el estiércol sólido presenta altos contenidos de materia orgánica y nutrientes (como Nitrógeno, Fósforo, Potasio) que pueden ser reutilizados con fines agronómicos al ser incorporados al suelo y reincorporados al sistema productivo.

En esta ficha se enfatiza en el uso agronómico y el reciclaje de nutrientes y materia orgánica presentes en el efluente y estiércol.

Con la aplicación de los mismos a terreno en forma controlada se busca cumplir con el doble objetivo de evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas causada por el escurrimiento o percolación profunda del efluente, y re-valorizar el efluente con fines agronómicos aprovechando el aporte de materia orgánica y nutrientes, y sus efectos en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Asimismo, con esta práctica se busca disminuir el aporte de fuentes externas de fertilizantes químicos al sistema.

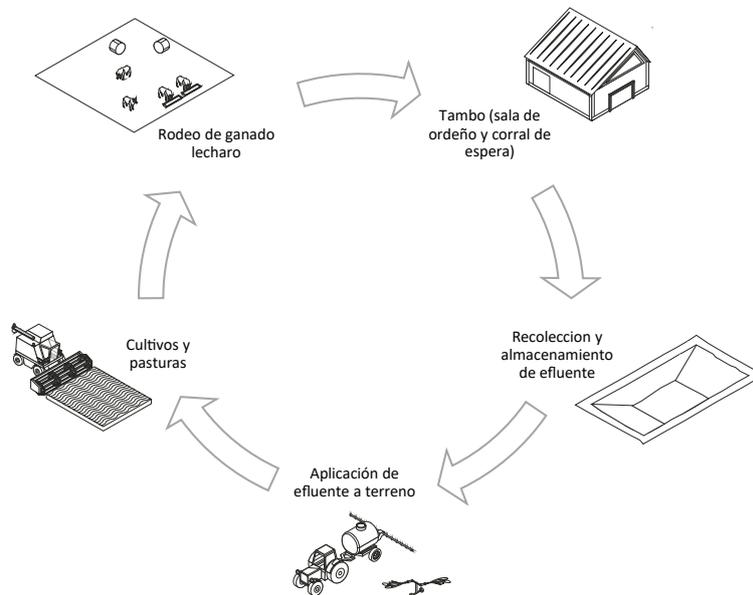


Figura N° 23. Esquema de circularidad de nutrientes en tambo

La característica del efluente a disponer a terreno es muy variable de tambo a tambo y también en un mismo tambo a lo largo del año. Factores como la alimentación, las variaciones del rodeo, así como el diseño del sistema de gestión de efluentes y el manejo del mismo como prácticas de lavado, separación de sólidos, inciden directamente en la composición del efluente. Se recomienda realizar análisis de suelo para ajustar la aplicación de nutrientes.

¿Qué sistema de aplicación de efluentes se puede utilizar?

Para aplicar el efluente a terreno podemos encontrar los siguientes métodos:

- sistema por gravedad,
- aplicación mediante estercolera de líquido,
- sistema de aspersión.

¿Qué es el sistema por gravedad?, ¿Qué ventajas y desventajas tiene la utilización de este sistema para aplicar el efluente al terreno?

El sistema por gravedad es un método adecuado para ser utilizado en establecimientos de pequeña escala y que generen pequeño volumen de efluentes. Este sistema utiliza la diferencia de nivel del lugar donde se recolecta y almacena el efluente y el lugar donde se dispone. (DINAMA, 2016); (Tambos sustentable <https://www.sustentable.eleche.com.uy/efluentes>, 2021).

Tabla N° 4 Ventajas y desventajas del sistema de aplicación de efluentes por gravedad

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • La utilización de bombas no es necesaria. • No depende de la potencia contratada que tenga el establecimiento • Menor costo de implementación 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de características topográficas específicas • Es más difícil controlar la tasa de aplicación.

Fuente: Manual para la gestión ambiental de tambos. DINAMA. 2016; Efluentes de tambo. CONAPROLE. Tambo sustentable. 2021.

¿Qué ventajas y desventajas tiene la utilización de una estercolera para distribuir y aplicar el efluente a terreno?

La aplicación con estercolera consiste en tomar el efluente contenido en el sistema de almacenamiento, previo mezclado del mismo hasta lograr una adecuada homogeneización. La mezcla de efluente se carga en cisterna para su transporte y posterior distribución a terreno.

Debido a los costos del combustible, generalmente resulta un método costoso de operar, dada la cantidad de viajes necesaria para vaciar las lagunas. La utilización de una estercolera es una alternativa viable para tambos de pequeña escala, dependiendo de las características estructurales del establecimiento y del período de almacenamiento del efluente. (DINAMA, 2016), (INALE 2018), (Tambos sustentable <https://www.sustentable.eleche.com.uy/efluentes>, 2021).

Tabla N° 5: Ventajas y desventajas del sistema de aplicación mediante estercolera de líquido.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Permite la aplicación en chacras que se encuentren lejos de la zona de ordeñe • Permite evadir interferencias locales (rutas, caminos, etc) • No depende de la potencia contratada que tenga el establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos operativos (combustible y mano de obra) • Se debe tener en buen estado la caminería y acceso al sistema de almacenamiento del efluente. • Contar con capacidad de almacenamiento. • Dificultad de ingreso a potreros en determinados momentos del año. • Requiere tractores con potencias mayores a 75 HP.

Fuente: Cartilla sobre criterios de aplicación de efluentes a terreno y su implicación práctica en el diseño e implementación. INALE. 2018



Figura N° 24. Tanque estercolero aplicando efluente a campo.

¿Qué es el sistema de aplicación de efluente por aspersión? ¿Qué ventajas y desventajas tiene la utilización de este sistema para aplicar el efluente al terreno?

En general, estos sistemas resultan indicados desde el punto de vista ambiental y operativo, además de que puede ser diseñado para diferentes escalas de tambos adaptado a cada caso, ya que existen diversas opciones para la aplicación del efluente.

Es fundamental que estos sistemas de aplicación estén dimensionados adecuadamente por un técnico calificado, a fin de que el sistema funcione correctamente y no implique problemas operativos a futuro.

Tabla N° 6 Ventajas y desventajas del sistema de aplicación de efluentes por aspersión

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Bajos costos operativos. • Ciertos componentes del sistema se pueden automatizar. • Mayor uniformidad en la aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere tener una potencia mínima contratada. • Requiere instalaciones e infraestructura permanente por lo que un diseño hidráulico inadecuado puede causar problemas operativos.

Fuente: Cartilla sobre criterios de aplicación de efluentes a terreno y su implicación práctica en el diseño e implementación. INALE. 2018

Los sistemas de aplicación por aspersión están conformados por un sistema de bombeo, tuberías de conducción y de distribución e irrigador.

Se requieren **bombas** para impulsar y conducir el efluente desde el sitio donde es recolectado y almacenado hasta el irrigado que estará ubicado en la chacra donde se planifique aplicar el efluente.

Las bombas usadas o más adecuadas para efluente con alto contenido de sólidos son de tipo monocanal o de rotor abierto, pero resultan de baja eficiencia operativa, por lo que requieren potencias de trabajo de más de 5 HP. Las bombas centrífugas pueden utilizarse en un número muy limitado de casos.

El objetivo del **irrigador** es distribuir el efluente en la chacra de forma homogénea y uniforme. En Uruguay existen tres tipos de irrigadores para efluentes de tambo:

- Cañón móvil autopropulsante
- Cañón fijo
- Laterales de aspersión (tortugas, irripods, etc.)

El cañón fijo y los laterales de aspersión son adaptadas y recomendadas para tambos de pequeña escala.

Cañón móvil auto-propulsante



Cañón fijo



Aspersor portátil (tortuga)



Figura N° 25. Irrigadores para efluentes de tambo

Fuente: Cartilla sobre criterios de aplicación de efluentes a terreno y sus implicaciones prácticas en el diseño e implementación. INALE. 2018

Es relevante que en cada tambo se diseñe e implemente el sistema más adecuado según las condiciones del establecimiento. En este sentido se sigue considerando las recomendaciones establecidas en la CARTILLA SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE EFLUENTE A TERRENO Y SU IMPLICANCIA PRÁCTICA EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

https://www.inale.org/wp-content/uploads/2019/06/Cartilla-2_20190617.pdf



Figura N° 26. Cañón fijo para aplicación de efluente.



Figura N° 27. a, b) Cañón fijo para aplicación de efluente a terreno. c) Aplicación de efluente a terreno con cañón fijo.



Figura N° 28. Instalación de tubería de distribución de efluente bajo tierra. a) tubería (líneas madre) de conducción de efluente desde zona de almacenamiento a zona de distribución a campo. b) Ensamble (T) y conectores de tubería.

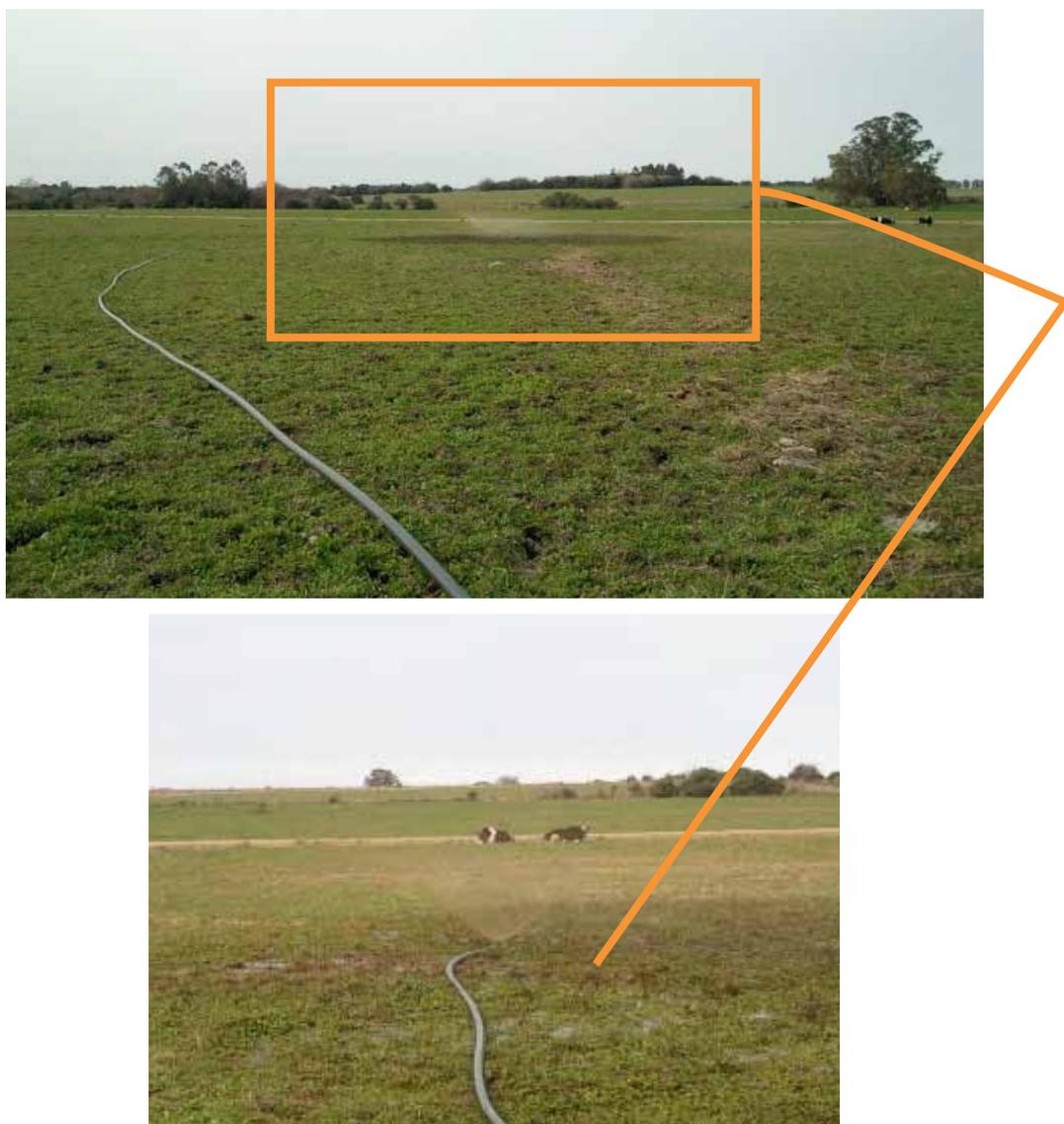


Figura N° 29. Aplicación de efluente a terreno con aspersor portátil.

¿Qué se hace con el estiércol separado en el barrido en seco o si el SGE cuenta con separación de sólidos?

El estiércol generado en el tambo, ya sea porque se realiza la práctica de barrido en seco del corral de espera, tal como se presenta en la FICHA III de esta Cartilla, o porque el SGE cuenta con separación de sólidos, debe ser gestionado de modo adecuado.

El estiércol, tiene que ser almacenado en áreas o planchadas con el piso impermeabilizado o compactado y con pendiente/drenaje al lugar donde se almacena el efluente. Posteriormente ser aplicados en chacras para ser utilizado como mejorador de suelo en capas finas lo más homogéneo y uniformemente posible.

Dado que el estiércol contará con bajo contenido de humedad, permite la posibilidad de transportarlo con mayor facilidad a otras zonas del predio más alejadas del tambo, donde no se aplica el efluente y en chacras donde se implanten cultivos con alta capacidad de extracción de nutrientes.



Figura N° 30. Estiércol acopiado en planchada.



Una forma de mejorar la calidad del estiércol es con la incorporación de lombrices, estas aceleran la degradación y estabilizan la materia orgánica, siendo un buen insumo para las huertas.

Figura N° 31. Estiércol con lombrices californias



Figura N° 32. Estiércol en zorra para ser aplicado en campo

FICHA V. CONSIDERACIONES DEL RIESGO AMBIENTAL

Si bien en todos los tambos se deben gestionar adecuadamente los efluentes, existen establecimientos que según su ubicación (riesgo geográfico) y características prediales (riesgo predial) presentan mayor probabilidad de afectación del ambiente.

El riesgo geográfico es aquel que está dado por la ubicación geográfica de la sala de ordeño, corral de espera, patio de alimentación (si lo hubiera) y zonas donde se aplica o dispone el efluente. Es decir, la ubicación de las zonas de generación y aplicación de los efluentes, asociado a las características geográficas del lugar como las pendientes, el tipo de suelo y la cercanía a fuentes de agua para consumo humano y animal, arroyos, ríos y napas etc.

El riesgo predial es aquél dado por el manejo, las instalaciones y logística que hace y tiene el productor como, horas de ordeño, suplementación en patios de alimentación, las instalaciones de ordeño, caminería, uso de agua de limpieza etc.

Tabla N° 7. Criterios para definir el riesgo geográfico según la Ubicación del área de Generación y Gestión de los efluentes

Ubicación del área de Generación y Gestión de los efluentes			
	Riesgo geográfico alto	Riesgo geográfico medio	Riesgo geográfico bajo
Distancia a una fuente de agua superficial - curso de agua.	A menos de 500 m de la fuente de agua superficial.	En el entorno de 500 a 700 m de una fuente de agua superficial.	A más de 700 m de una fuente de agua superficial.
Distancia a la toma de agua de ciudades.	A menor a 5 km aguas arriba de la toma y menos a 1 km aguas abajo.	Entre 5 y 10 km aguas arriba de la toma y/o distancias mayores a 1 km y menores a 5 km aguas abajo.	Distancia mayor a 10 km de la toma de agua de ciudades y/o distancias mayores a 5 km aguas abajo.
Zona de recarga de acuíferos	Ubicado parcial o totalmente sobre la zona de recarga o descarga de un acuífero.		Ubicado fuera de la zona de recarga o descarga de un acuífero.
Dentro de un Área Natural Protegida incorporadas al SNAP	Ubicado parcial o totalmente dentro de un área protegida.		Ubicado fuera del área protegida.
Distancia mínima a nivel freática	<ul style="list-style-type: none"> Menor a 1,5 m en suelos de texturas medias a pesadas. Menor a 3,0 m en suelos de textura livianas. 	<ul style="list-style-type: none"> 1,5 - 3,0 m en suelos de texturas medias a pesadas. 3,0 - 6 m en suelos de textura livianas. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor a 3,0 m en suelos de texturas medias a pesadas. Mayor a 6 m en suelos de textura liviana.

Geoportales de interés para identificar: tomas de aguas, áreas protegidas, distancias a tomas curso de agua.

- <https://www.ambiente.gub.uy/visualizador/index.php?vis=sig>
- <https://dgrn.mgap.gub.uy/js/visores/snua/#>

¿Qué se puede hacer para disminuir la eventual contaminación al ambiente?

1. Acciones que disminuyen la generación de efluentes son medidas que contribuyen a minimizar los eventuales impactos al ambiente, por ejemplo, disminuir el uso de agua, aumentar el número de órganos de ordeñe, barrido en seco **(Ficha III - Minimización en la generación de efluentes)**.
2. Contar con un sistema de gestión de los efluentes generados de acuerdo a las condiciones de cada predio, contribuyen a minimizar los eventuales impactos al ambiente **(Ficha IV. Gestión de los efluentes y del estiércol)**.
3. Elección del lugar donde se realiza la aplicación o distribuyen los efluentes y estiércol, es un aspecto importante a ser considerado: elegir sitios que no estén cercanos a los cursos o pozos de agua y en zonas topográficas de poca pendiente, en caso de ser posible **(Ficha IV. Gestión de los efluentes y del estiércol)**.
4. Siempre que sea posible, dejar una franja de amortiguación en los márgenes de los cursos de agua. Asimismo, para los tambos ubicados en la Cuenca del Santa Lucía es importante conocer las reglamentaciones presentes y mantener las áreas establecidas en la norma.

Estas son medidas adecuadas para todos los predios, pero las mismas cobran una especial importancia en predio que se ubica en una zona de riesgo geográfico alto.

FICHA VI. CASOS PRÁCTICOS

Caso 1 - Tambo Remitente

Caracterización predial

Predio familiar, ubicado en el Departamento de Canelones, en la cuenca del río Santa Lucía.

Se trata de un emprendimiento desarrollado con mano de obra exclusivamente familiar, si bien la referente de la empresa tiene 70 años, se destaca que cuentan con relevo generacional, ya que el hijo y el nieto están integrados al sistema productivo y desean continuar con la actividad.

El predio cuenta con 27 hectáreas, 25 vacas en ordeño y es remitente. La producción de leche promedio es de 20 L/día, la base alimenticia es la pradera.

Este tembo se encuentra en Riesgo geográfico ambiental Bajo, según los criterios presentados en la FICHA V.

Instalaciones y manejo del ordeño

- El tambo dispone de 63 m², con 3 órganos y un corral de espera de hormigón de 32 m².
- El tiempo estimado de ordeño es de 45 minutos.
- El gasto de agua por todo concepto es de 15 L/VO/día.



Figura N° 33. Vista aérea del tambo, sistema de recolección y almacenamiento del efluente.

Sistema de gestión de efluente (SGE)

El **SGE cuenta** con una reja y desarenador para evita el ingreso de materiales groseros y arena en el sistema de almacenamiento de efluente. El efluente es almacenado en dos tanques de hormigón de 5.000L cada uno para acumulación del efluente líquido.

El efluente es conducido desde la zona de generación, por un canal, hacia un desarenador y luego a los tanques de almacenamiento. Entre los tanques el efluente es conducido por una cañería de PVC de 110 mm (dependiendo del sistema estos pueden ser de 110 mm hasta 160 mm).

Previo a la instalación de los tanques, se debe hacer movimiento de tierra con retroexcavadora. Los tanques deben estar dispuestos al mismo nivel para aprovechar el área de almacenamiento, y ser aclarados con tierra, asimismo se debe evitar zonas inundables.

Se destaca, que la tapa de los depósitos no es sellada, esto permite el intercambio de gases con la atmósfera. Es conveniente cubrir el interior de los tanques con pintura epoxi para una mayor durabilidad.



Figura N° 34. Tanques de almacenamiento de efluentes enterrados

Se realiza limpieza en seco del corral de espera, la fracción sólida es acopiada y luego la lleva a chacras aledañas con una zorra. Se destaca que en el diseño del SGE se incorporó una compuerta para evitar el ingreso de agua de lluvia a los tanques.

Este tipo de sistema de almacenamiento es adecuado para establecimientos que generan bajos volúmenes de efluentes. Las medidas tendientes a minimizar la generación del efluente (Fichas IV) son importantes para la operación de estos sistemas; siendo relevante la limpieza en seco, de modo de evitar que los tanques sean colapsados con los sólidos.

El mantenimiento del primer tanque es por medio de una estercolera contratada cada 6 meses, dado que este recibe mayor contenido de sólidos.



Figura N° 35. Zorra de traslado del estiércol

Sistema de aplicación de efluente a terreno

En el segundo tanque se instaló una bomba monofásica de 1,5 HP, para irrigar el efluente a través de una línea madre enterrada. La línea madre es de 40 mm de diámetro, 60 metros de distancia, donde hay acople a la tubería de distribución de 40 mm y 30 metros de largo, esta última móvil superficialmente. La misma llega a un cañón fijo que tienen un ancho operativo de 15 metros de diámetro.

Se aplica cada 4 días dependiendo de las condiciones ambientales, la bomba vacía 3/4 partes del tanque en una hora, logrando un volumen aplicado de 4.000 litros.

“En la zona de aplicación la pastura crece con más vigor, más rápido y de color verde intenso”



Figura N° 36. Esquema de sistema de aplicación de efluente.



Figura N° 37. Aplicación de efluente con caño fijo

Tabla N°8. Costos de implementación del proyecto

Producto	Cantidad	USD
Tanque de hormigón 5000 L	2	1589
Trabajo de retroexcavadora (hs)		500
Tubería de 40 mm (m)	60	120
Juego de acoples	1	12
Aspersor	1	70

Tabla N°9. Resumen de características generales

Características de las instalaciones	
Vacas en ordeño (N °)	25
Órganos de ordeño (N °)	3
Tiempo de ordeño (min)	60
Área de techo del tambo (m2)	63
Área de planchada (m2)	32
Características de las instalaciones	
Deriva pluviales para evitar su ingreso al SGE	SI
Limpia en seco	SI
Litros de agua utilizada en ordeño (L/VO/día)	15
Reutilización de efluente	
Gestión de efluente	Aplica el efluente en chacra con aspersor.
Gestión de estiércol	Apila el estiércol de la limpieza en seco del tambo. Se reutiliza en chacra.

Fotos de instalación de tanque de almacenamiento tomadas de distintos tambos



Figura N° 38. Instalación de tanque de hormigón en el predio.



Figura N° 39. Instalación de tanque de hormigón en el predio.



Figura N° 40. Tanque de hormigón en el predio.

Caso 2 - Tambo quesero

Caracterización

Predio familiar ubicado en el departamento de Canelones.

Se trata de un emprendimiento desarrollado con mano de obra exclusivamente familiar. Cabe destacar que la productora ha recibido una fracción del INC en la Colonia Tomás Berreta, siendo la mujer más joven a nivel nacional en acceder a este beneficio.

El predio tiene 17 hectáreas, cuenta con praderas y verdeos, además da concentrado en la sala de ordeño. Su principal fuente de agua es un pozo semisurgente. El agua se extrae mediante una bomba solar, se envía a un tanque de depósito y se hace distribución de agua a la parcela por gravedad.

El rodeo lechero se maneja dentro del predio, en promedio hay 20 VO. La producción de leche promedio es de 150 L/día, los cuales se procesan en la quesería, produciendo en el entorno de 15 kg de queso por día.

Instalaciones y manejo del ordeño /quesería

- El tambo dispone de 20 m² y un corral de espera de hormigón de 15 m².
- La quesería tiene una sala de procesamiento que está separada de la sala de salado y de maduración.
- El tambo cuenta con 2 órganos y el tiempo estimado de ordeño es de 120 minutos (las vacas permanecen en una chacra alemana y van pasando de a 2 a la sala de ordeño).
- El gasto de agua por concepto de lavado es de 5 L/VO/día.

- Cuenta con captación y recolección de pluviales del techo del tambo y quesería, agua que posteriormente utiliza para el lavado de planchas.

Quesería

En el procesamiento de la leche para la producción de queso se generan como principales “residuos” el suero de leche y la salmuera proveniente de la tina de salado. Se genera también efluente del lavado de la sala de procesamiento de queso.

El suero se re-utiliza como alimento para los terneros y cerdos, generando aproximadamente 130 L de suero por día.

Se utiliza 60L de agua para el lavado de la quesería. El agua de lavado de la quesería (efluente) es reutilizada para el lavado de la planchada del corral de espera.



Figura N° 41. Instalación es del tambo - sala de ordeño y planchada



Figura N° 42. Vista aérea del tambo, sistema de recolección y almacenamiento del efluente.

Sistema de gestión de efluentes (SGE)

El estiércol de planchada es recolectado, depositado en una zona de acopio y llevado a campo mediante una carretilla.

Los efluentes generados en el lavado del tambo y quesería son recolectados y trasladados desde la zona de generación a la laguna a través de cañería bajo tierra, pasando por una reja para la retención de sólidos groseros.

Cuentan con una laguna de acumulación de 8m de largo, 4m de ancho y 3m de profundidad. La misma dispone de una división de hormigón que permite separar el efluente líquido de la fracción sólida del efluente, es decir que actúa como sedimentador de sólidos.

El efluente de la laguna es distribuido a campo, utilizando una bomba 1/2 HP y por medio de una cañería de 25m de lardo. El efluente se aplica una vez cada 15 días, realizando rotación del lugar donde se distribuye el efluente.



Figura N° 43. Conducción del efluente desde zona de generación a laguna



Figura N° 44. Laguna de acumulación de efluente, casilla de bombeo y manguera de distribución de efluente



Figura N° 45. Aplicación de efluente a terreno



Figura N° 46. Vista desde la planchada del corral de espera, conducción de efluente a la laguna de almacenamiento.

Tabla N°10. Resumen de características generales del tambo

Características de las instalaciones	
Vacas en ordeño (N °)	20
Órganos de ordeño (N °)	2
Área de sala de ordeño (m2)	20
Área de planchada (m2)	15
Área de planchada (m2)	32
Manejo	
Deriva pluviales para evitar su ingreso al SGE	SI
Limpia en seco	SI
Litros de agua utilizada en ordeño (L/VO/día)	5
Litros de agua utilizados en quesería (L/día)	60
Manejo Reutilización de efluente	
Gestión de efluente	Aplica el efluente en chacra por me-dio de manguera. Bombea el efluente desde la laguna de almacenamiento
Gestión de estiércol	Apila el estiércol de la limpieza en seco del tambo. Se reutiliza en chacra.

Caso 3: Presentación de Sistema de gestión de efluentes

El estiércol generado en el corral de espera es raspado hacia los bordes, del corral y distribuido a campo.

La fosa de la sala de ordeño se desagota a baldes. Una parte del corral de espera es techado, este es lavado una vez al día con agua a presión con un caudal aforado de 0.5 L/s.

El lavado de la sala, del corral y el agua sacada de la fosa se conducen por un canal impermeable hacia un pozo de almacenamiento de hormigón.

El **efluente se almacena** en un pozo que posee una capacidad de retención de efluente y de las pluviales contaminadas de 30 días. El pozo es de geometría cuadrada de lado igual a 4.0 m y profundidad interior igual a 2.3 m. El volumen útil es de 32 m³.

En **efluente es aplicado a terreno**. El área de aplicación es de 2 has, las cuales se determinaron realizando un Balance de Nutrientes, según los criterios que se establecen en la CARTILLA SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE EFLUENTE A TERRENO Y SU IMPLICANCIA PRÁCTICA EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN. https://www.inale.org/wp-content/uploads/2019/06/Cartilla-2_20190617.pdf

La disposición del efluente al terreno, se realiza utilizando una **estercolera Líquida de capacidad 6000 L, para manipular estos equipos se necesita como mínimo un tractor de 75 de potencia.**



Figura N° 47. Aplicación de efluente a terreno



Figura N° 48. Aplicación de efluente a terreno

Tabla N°11. Resumen de características generales del tambo

Características de las instalaciones	
Vacas en ordeño (N °)	30
Manejo	
Limpia en seco	SI
Generación de efluentes (L/día)	1000
Almacenamiento de efluente (m ³)	32
Manejo Reutilización de efluente	
Gestión de efluente	Aplica el efluente en chacra a terreno, realizando 65 viajes por año
Equipos para la gestión de los efluentes	Estercolera de capacidad de 6000 L. Mínimo un tractor de 75 de potencia (HP)

Consideraciones del Sistema de Gestión de Efluentes	
Capacidad de estercolera (L)	6000
Inversión del equipo nuevo (USD)	9900
Uso de combustible aprox. (L gasoil)	810
Mano de obra (horas)	80

ANEXO I

PAUTAS PARA REVISIÓN Y MEJORA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN TAMBOS <50 VO

Se presentan pautas para la revisión y mejora del desempeño en la gestión ambiental del sistema de gestión de efluentes, la gestión de los residuos orgánicos y el entorno de las instalaciones en tambos de <50 VO.

Las pautas y recomendaciones se agrupan manteniendo el abordaje temático que se realizaron en las Fichas, de forma de poder relacionar estas sugerencias con el texto de la cartilla.

Ficha I - Uso racional y eficiente del agua	
1	Corroborar que el pozo de agua u otras fuentes de agua esté aislada y no se contamine con las actividades del tambo.
2	Medir el volumen utilizado de agua en el día (2 ordeñes)
3	Incluye el agua utilizada en las instalaciones, máquina de ordeñar y los pisos (incluidos los corrales y corredores). No incluye el agua para abrevadero de ganado
4	Verificar que no haya pérdidas de agua en las tuberías y mangueras.
5	Corroborar que la cantidad de agua utilizada se encuentra dentro del rango habitual para el tipo de instalaciones.
Comentarios	
	Evaluar si es posible incorporar métodos de limpieza que ahorran tiempo y agua, como por ejemplo la limpieza en seco y la limpieza de los corrales una vez al día.

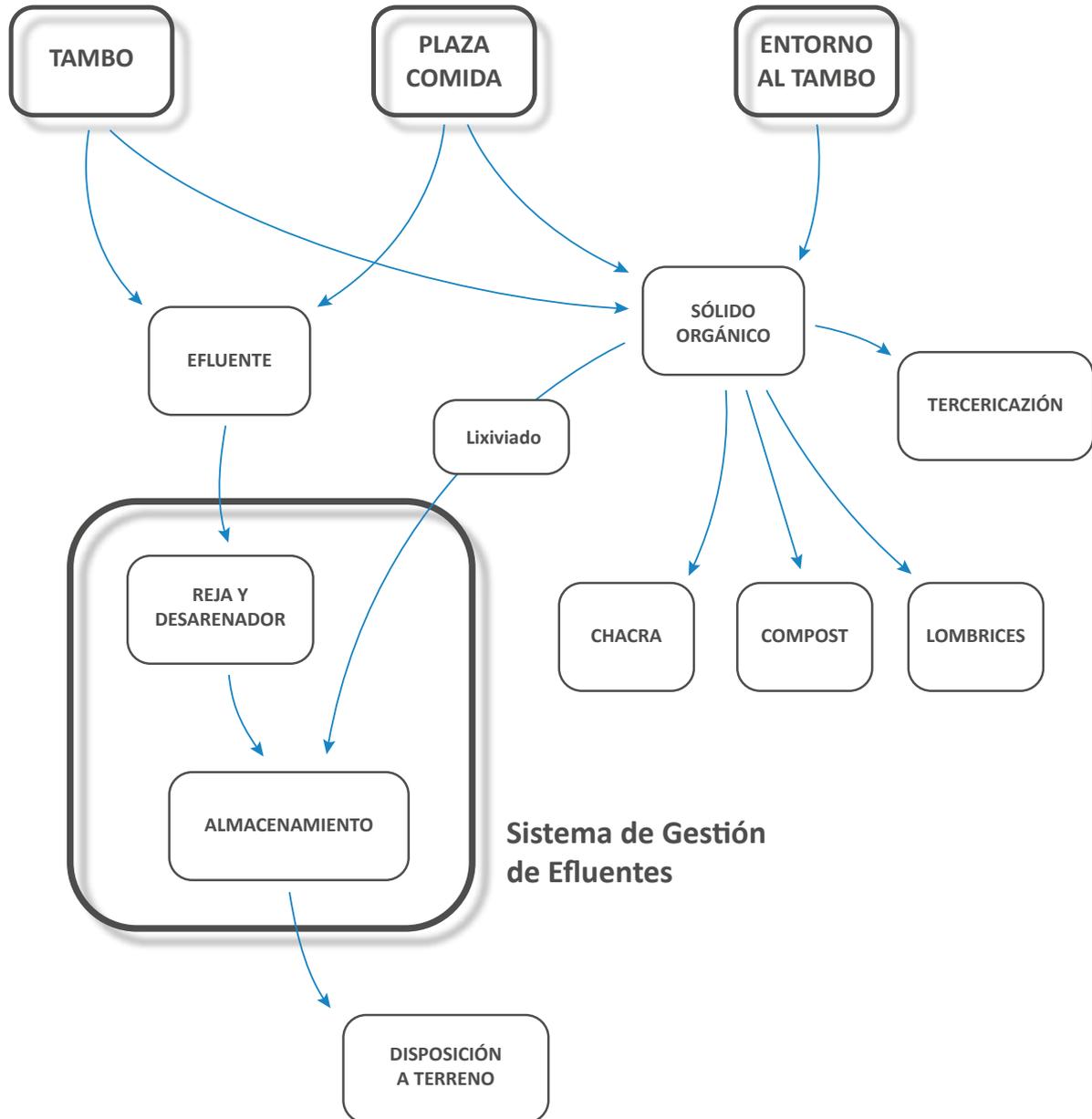
Ficha II - Generación y almacenamiento del efluente	
1	Verificar que se logre la recolección y canalización de todos los efluentes del tambo hacia el sistema de almacenamiento (incluido playas de alimentación, en caso de contar con ella, u otras zonas en dónde se genere estiércol).
2	Verificar que se recolecte y almacene todo el estiércol que se genera en el tambo y el entorno en un espacio aislado y de tamaño adecuado.
3	Propender a que en el entorno al tambo no haya zonas sin cobertura de pasto por la acción del ganado. En estas zonas realizar un manejo que permita juntar el estiércol y tierra y buscar alternativas para evitar su ocurrencia.
Comentarios	

Ficha III -Minimización del efluente	
1	Verificar que los pluviales de techos no ingresen al SGE. <i>El agua de lluvia llena la laguna, pileta o tanques con agua limpia y produce desbordes.</i>
2	Verificar que las aguas de lluvia escurrida por el terreno no se introducen al SGE. <i>El ingreso del agua del terreno produce desbordes y gastos extras de bombeo.</i>
3	Se realiza limpieza en seco para eliminar los sólidos ante de lavar con agua, por ejemplo, usando un palón.
4	Promover las prácticas de gestión del ganado para la minimización de generación de estiércol en las instalaciones y en el entorno del tambo.
5	Promover las prácticas de gestión del ganado para la minimización de generación de estiércol en las instalaciones y en el entorno del tambo.
Comentarios	

Ficha IV - Gestión del Efluente y del Estiércol	
1	Las unidades del SGE (reja, desarenador, canales) se mantienen limpias.
2	Las unidades de almacenamiento del efluente están selladas sin fugas ni desbordes.
3	Verificar que el almacenamiento sea acorde a las instalaciones y al volumen generado de efluentes y estiércol.
4	Analizar anualmente si la alternativa elegida para disponer el efluente y el estiércol no se comportó como se esperaba y es necesaria una mejora
5	Analizar anualmente si el terreno utilizado para disponer el efluente se comportó como se previó o posee síntomas no deseados
6	Identificar anualmente fallos del sistema de recolección y almacenamiento del efluente.
7	Identificar anualmente fallos en la disposición del efluente a terreno.
8	Identificar anualmente fallos en las instalaciones de almacenamiento del estiércol.
9	Analizar si el SGE opera correctamente o posee algún otro tipo de fallas no identificadas anteriormente
10	Analizar anualmente si la gestión del estiércol generado en el entorno a las instalaciones es acorde y no promueve el escurrimiento libre de aguas contaminadas.
Comentarios	

ANEXO II

DIAGRAMA DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE EFLUENTES (LÍQUIDO Y SÓLIDO)



ANEXO III

MARCO NORMATIVO

Gestión ambiental

- Ley N° 17.283: Ley para la protección del medio ambiente.
- Ley N° 17.234: Ley de Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Ley N°14859: Código de Aguas.

Gestión del Agua en el Establecimiento

- Decreto 86/04: Normas Técnicas de Construcción de Pozos para Captación de Agua Subterránea.

Conservación de suelos y gestión de efluentes líquidos

- Ley N°18564: Conservación uso y manejo adecuado de los suelos y aguas.
- Ley N°15239: Conservación y recuperación de suelos.
- Decreto 405/08: Uso responsable y Sostenible de suelos.
- Decreto 253/79: Control de las Aguas.

Gestión de residuos sólidos.

- Decreto 182/013: Gestión ambientalmente adecuada de residuos derivados de actividades industriales y asimilables.
- Decreto 152/013: Gestión ambientalmente adecuada de residuos derivados del uso de productos químicos o biológicos en producción animal y vegetal.
- Resolución Ministerial 1708/13, MVOTMA: Establece las actividades comprendidas en el Decreto 182/013 que requieren aprobación del Plan de Gestión de Residuos Sólidos por parte de la DINAMA, y los criterios de clasificación de los grandes y medianos generadores.
- Decreto No 373/003: Gestión de las baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas.
- Resolución Ministerial 1037/14, MVOTMA: Establece el formulario que deberá presentarse a efectos de solicitar la habilitación de transporte.
- Resolución Dirección Nacional de Medio Ambiente 0266/14: aprobación del catálogo de residuos sólidos industriales y asimilados.
- Resolución Dirección Nacional de Medio Ambiente 207/15: formato del formulario y cronograma de presentación de la DJRS para 2014.

Manejo de sustancias químicas

- Decretos 149/977 y 160/997: Registro y venta de productos.
- Decreto 560/03: Reglamento Nacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera.
- Decreto 457/001 y 264/004 y Resoluciones Ministeriales, MGAP, S/N 14/5/2004, S/N 17/11/2008, N°129 02/2008, N°53 23/10/2008: Reglamento de aplicación de productos fitosanitarios.
- Normas asociadas a la Cuenca Santa Lucía
- Para aquellos establecimientos sobre la Cuenca del Río Santa Lucía aplica normativa específica que se presenta a continuación.
- Medidas del plan de acción para la protección de la calidad ambiental y la disponibilidad de las fuentes de agua potable.
- Medida 3: Control de la Aplicación de Nutrientes.
- Medida 5: Tratamiento de y Manejo Obligatorio de Efluentes.
- Medida 8: Zona de Amortiguación.
- Resolución Ministerial, MVOTMA 1479/013: Solicitud de Autorización de Desagüe.
- Resolución Ministerial, MGAP, No 159/015: Presentación Obligatoria de Planes de Uso de Suelo.
- Resolución Ministerial (MVOTMA) 229/015: Franja de Amortiguación.
- Resolución Ministerial (MVOTMA) No. 1373/2015: Listado de padrones incluidos en la Medida 8

BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-1013016-definicion-del-productor-familiar-agropecuario>
- Cartilla sobre criterios de aplicación de efluentes a terreno y su implicaciones prácticas en el diseño e implementación. INALE. 2018
- https://www.inale.org/wp-content/uploads/2019/06/Cartilla-2_20190617.pdf
- Manual para la Gestión Ambiental de Tambos. Dirección Nacional de Medio Ambiente. 2016
- <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/manual-para-gestion-ambiental-tambos>
- Manual para el manejo de efluentes de Tambo. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y la Fundación Julio Ricaldoni. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. 2008
- <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/manual-para-manejo-efluentes-tambo-0>
- <https://www.dairynz.co.nz/environment/waterways/>
- Tomadas de - Procedimiento de muestreo de efluentes líquidos y residuos sólidos orgánicos generados en el tambo. Taverna Miguel A., García Karina, Adorni Maria Belen. INTA 2014.



Ministerio
de Ambiente



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

