



MANEJO DE LOS EFLUENTES EN SISTEMAS LECHEROS PASTORILES*

Ing. Agr. Miguel Taverna
 EEA Rafaela del INTA - Argentina
 mtaverna@rafaela.inta.gov.ar

1. INTRODUCCIÓN

La intensificación de la agricultura, orientada exclusivamente hacia el logro de una maximización de la productividad, se asocia a una serie de externalidades negativas (el deterioro del ambiente es uno de los puntos centrales) que repercuten sobre la sustentabilidad, tanto de las producciones como del sistema en su conjunto. En producción animal, el ejemplo concreto lo constituyen los efluentes. Estos pasaron de ser considerado como un abono orgánico de valor agronómico a desecho muy contaminante.

En el Uruguay como en la Argentina existió un acelerado proceso de intensificación de la producción de leche, siendo uno de los indicadores más relevantes del mismo el crecimiento del tamaño de los rodeos, con el consecuente incremento de la cantidad de efluentes generados en las instalaciones de ordeño.

El manejo de estos residuos resulta determinante, no sólo para reducir la transferencia de nutrientes desde la pastura hacia los corrales u otros sitios, sino que también para limitar su efecto negativo sobre el ambiente, la salud humana y la animal.

La gran mayoría de la información existente sobre el tratamiento y manejo de los efluentes proviene de estudios y publicaciones realizados sobre residuos industriales y

producciones animales muy intensivas (aves, cerdos, producción de leche y carne en estabulación). Estos trabajos, si bien aportan valiosos conocimientos básicos y metodológicos, presentan el inconveniente de su adaptabilidad y extrapolación directa a los sistemas pastoriles característicos en nuestro país.

Estos argumentos justificaron la realización, en los últimos años, de una serie de estudios. Esta presentación tiene como objetivo transferir algunos de estos resultados, tratando de brindar pautas técnicas conducentes al logro de un manejo racional de los efluentes originados en instalaciones de ordeño.

2. RESIDUOS ORIGINADOS EN LAS INSTALACIONES DE ORDEÑO

En las instalaciones de ordeño se generan distintos tipos de residuos o desechos, los cuales presentan diferentes características. Los términos residuos y desechos se ajustan mejor para describir estos elementos puesto que no todo lo generado en las instalaciones de ordeño se encuadra dentro de la estricta definición de efluentes. El significado del término efluente es "corriente de salida". Esta definición se aplica tanto a un licor residual altamente contaminante resultante de un proceso productivo como a un volumen líquido purificado a través de un tratamiento.

En el Cuadro 1 se mencionan los distintos residuos originados en las instalaciones de ordeño divididos por sectores. En las columnas siguientes se presentan sus posibles destinos finales.

Cuadro 1. Tipo de residuo originado por sectores de la instalación de ordeño y posibles destinos finales de los mismos

Sectores	Tipo de residuos	Destino final	
		Posible	Recomendado
Depósito	-gomas -plásticos -vidrios -metales -drogas	-Basurales -Plantas clasificadoras de residuos urbanos	-Plantas clasificadoras de residuos urbanos
Leche no comercializada	-calostro -leche con residuos -leche primeros chorros	-Efluente -Alimentación -Potrero	-Alimentación -Potrero alejado
Higiene y placa de refrescado	-aguas blancas	-Efluente -Reciclar (enjuague final) -Potrero (riego)	-Efluente -Reciclar (agua enjuague final)
	-agua de placa de refrescado	-Bebidas -Lavado pisos -Perforación -Efluente	-Bebida -Lavado pisos
Pisos	-agua lluvia	-Efluente -Cuneta	-Cuneta, curso de agua
	-agua lavado pisos	-Efluente -Potrero (riego)	-Efluente -Potrero (riego)
	-agua lavado pezones	-Efluente	-Efluente



En el Cuadro 2 se presentan las cantidades de líquidos expresados en litros/vaca ordeño/año y de sólidos expresados en kg/materia seca/vaca/año. Se mencionan valores promedio, mínimo y máximo debido a la gran variabilidad que presentan estas variables en tambos comerciales. Los líquidos y los sólidos se subdividen en aportes parciales de distintas fracciones.

Cuadro 2. Cantidades de residuos líquidos y sólidos originados en las instalaciones de ordeño.

Residuos	Descripción	Cantidades		
		Promedio	Mínimo	Máximo
LÍQUIDOS l/vaca/año	-agua de placa refrescado	18.500	15.000	30.000
	-agua lavado pisos	3.800	2.500	5.100
	-agua lluvia	2.000	1.800	2.200
	-agua lavado pezones	1.000	730	1.300
	-agua lavado equipos	7,5	6	9
	total	25.308	20.036	38.609
	-calostro	67	45	90
	-leche con residuos	38	23	54
	-leche primeros chorros	29	25	35
	total	134	93	179
Total líquidos	25.442	20.129	38.788	
SÓLIDOS kgMS/vaca/año	-heces, restos alimentos, barro	66	15	135
	-heces, restos, barro alimentos (agua lavado)	67	11	230
	Total sólidos	133	26	365

Finalizando con la caracterización, en el Cuadro 3 se presentan los valores de DBO5 total y por fracciones expresados por vaca en ordeño y por año.

Cuadro 3. Demanda biológica de oxígeno aportado por distintas fracciones de los residuos originados en las instalaciones de ordeño.

RESIDUOS Kg DBO5/vaca/año	Descripción	Cantidades		
		Promedio	Mínimo	Máximo
	-agua lavado pisos*	22,0	14,5	29,6
	-agua lavado pezones*	5,8	4,2	7,5
	-agua lavado equipos	0,007	0,006	0,009
	Total parcial	28	19	37
	-calostro	8.040	5.400	10.800
	-leche con residuos	4.560	2.760	6.480
	-leche primeros chorros	3.480	3.000	4.200
	Total parcial	16.080	11.160	21.480
	Total	16.108	11.179	21.517

* Se incluyen en estas fracciones la totalidad de los sólidos (heces, restos de alimentos y barro).

3. GESTIÓN DE LOS EFLUENTES

Una vez caracterizados los efluentes, se plantea una gestión de los mismos. Se define como sistema de gestión de efluentes a un esfuerzo organizado, amplio y permanente que posibilita reducir la generación de residuos contaminantes y posibilita planificar un destino adecuado de los mismos a través de un plan de acción.

Este enfoque ofrece la posibilidad para que la empresa se prepare para cumplir con la normas ambientales.

La definición de una propuesta de manejo racional de los efluentes se sustenta en dos premisas complementarias:

Identificar y trabajar en los aspectos que limiten la cantidad de efluentes generados en las instalaciones de ordeño.

Planificar el destino final de los efluentes generados.

3.1. Limitar la cantidad de los efluentes generados

Se citan en orden de importancia las prácticas que permiten reducir la cantidad de efluentes generados en las instalaciones de ordeño.

- Agua de la placa de refrescado

Esta fracción no debe formar parte de los efluentes del tambo. Esta decisión implica una reducción de aproximadamente 60 litros de efluentes por vaca y por día.

- Agua de limpieza de pisos de corral y sala de ordeño

Una menor cantidad de deyecciones en los pisos de material de corrales y sala de ordeño reduce el consumo de agua para su limpieza. En este sentido, las recomendaciones se efectúan a nivel de prácticas a implementar y de criterios constructivos de las instalaciones.



Prácticas a implementar

Arrear el rodeo a su paso normal (sin apresuramiento). Esta práctica posibilita que una gran parte de la deyecciones (líquidas y sólidas) se efectúe en el campo y/o callejones.

Retener el rodeo entre 5 y 10 minutos en el callejón antes de su ingreso al corral de espera.

Evitar situaciones estresantes dentro del corral y sala de ordeño (rodeo muy comprimido, presencia de animales o personas extrañas, rutinas de ordeño inadecuadas).

Mojar los pisos antes del ingreso de las vacas para limitar adhesión de la bosta al mismo.

Recolectar la bosta con rabasto y pala antes del lavado con agua.

Diseño de las instalaciones

Dimensionar las instalaciones de ordeño con la suficiente capacidad operativa para limitar el tiempo de ordeño y la permanencia de los animales a una hora treinta/una hora cuarenta y cinco minutos por turno.

Considerar 1,2-1,4 m² por vaca para el tamaño del corral.

Construir pisos no deslizantes.

Diseñar ingresos y salidas que permitan fluidez en la circulación de los animales.

Incorporar puertas arreadoras en el corral de espera para facilitar el ingreso de las vacas a la instalación de ordeño y limitar la superficie ocupada.

Utilizar pendientes adecuadas en los pisos (1,5-3%) que permitan una correcta velocidad hidráulica del efluente (1 a 2 m/segundo).

Contar con una bomba de lavado con un caudal de 3 a 4 litros por segundo y una presión del agua a la salida de la manguera de 1 a 1,4 kg/cm². Limitar la distancia entre la bomba y el depósito de agua utilizando diámetros de cañería no inferiores a 38 mm. La misma recomendación es aplicable a la tubería de salida de la bomba. No deben utilizarse mangueras con largos superiores a los 10 m. En caso de requerirse un mayor largo, prever distintos puntos de acople de la manguera a la tubería. Las bombas de alta presión y bajo caudal pueden utilizarse para el lavado de paredes y techos. Su uso en pisos, si bien reducen el volumen total de agua utilizada.

- Agua del lavado de la ordeñadora y equipo de frío

Utilizar el agua del enjuague final en el enjuague inicial de la rutina de lavado siguiente. Se reduce aproximadamente 3,5 l de agua por vaca y por día.

- Agua de lluvia

Derivar a través de canales a cielo abierto hacia cunetas dentro del predio o externas al mismo. El único inconveniente se presenta cuando una precipitación se produce en el momento del ordeño o de la limpieza. Este aporte es de aproximadamente 5-6 litros por vaca día.

3.2. Planificar el destino final de los efluentes generados

Para tomar una decisión en este sentido deben analizarse los siguientes puntos:

Reglamentaciones, normativas y requisitos de conformidad.

En general, estos instrumentos apuntan a limitar los efectos negativos de los efluentes sobre la salud humana, la salud animal y el ambiente, accionando sobre las prácticas que reduzcan los riesgos de contaminación de aguas subterráneas y superficiales, del aire y del suelo.

Se efectúan una serie de recomendaciones que fueron extraídas de las fijadas por los países más estrictos. En este sentido, es necesario mencionar que la legislación vigente en los diferentes países no resulta totalmente coincidente en aspectos específicos como por ejemplo, la ubicación de las lagunas, su diseño, etc. El objetivo general definido como "limitar los riegos de contaminación efectuando un correcto manejo de los efluentes", es plenamente compartido.

Las recomendaciones sugeridas son las siguientes:

- Debería existir una distancia mínima de 50 metros entre el lugar de almacenamiento o de tratamiento de los efluentes y las instalaciones de ordeño y la casa habitación del residente. Esta distancia se incrementa a 100 metros respecto a casas habitación vecinas.

- Debería existir una distancia mínima de 35 metros entre el lugar de almacenamiento o tratamiento de los efluentes y cualquier perforación afectada para la extracción de agua destinada al consumo humano, animal o para la limpieza. La misma distancia rige respecto de instalaciones destinadas al almacenamiento de agua (depósitos) y cursos de agua.

- Debería dimensionarse el lugar de almacenamiento y tratamiento de efluentes sólidos y líquidos permanentes o semipermanentes con una capacidad que permita almacenarlos, como mínimo, durante 6 meses.

- La distribución de los efluentes en el campo mediante riego o el uso de estercoleras debería efectuarse respetando las siguientes pautas:

- No distribuirlo en terrenos donde la capacidad de absorción del suelo está saturada.
- No distribuirlo a menos de 50 metros de pozos de agua destinados al consumo humano.
- No distribuirlo a menos de 35 metros de cursos de agua.
- No utilizar dispositivos de aspersión que produzcan gotas muy finas.
- Si los efluentes fueron tratados en lagunas, respetar en su distribución una distancia mínima de 50 metros respecto a casa habitación y de 100 metros si no fueron tratados.

Maquinaria disponible

Se debe considerar la maquinaria existente en el tambo y la disponible en la zona. En el caso de no disponerse de maquinarias, debe tenerse en cuenta que las mismas, por su uso limitado, se adaptan perfectamente a una compra grupal.

Disponibilidad de mano de obra

Por lo general, el personal del tambo no dispone de tiem-



po para trabajos adicionales a los muchos que debe efectuar diariamente. Por lo tanto, cualquier decisión que se tome debe considerar este aspecto como una restricción importante. Muchas propuestas no son viables por no considerarse estos aspectos operativos.

Costos

El cálculo debe incluir los siguientes ítems:

- Costo de las construcciones que implica cada proyecto (decantadores, depósitos temporarios o permanentes, canales, caños, pisos, alambrados perimetrales).
- Costo en equipos (bombas, mangueras, sistemas de aspersión, estercoleras, desparramadores de sólidos, etc.). Si alguna actividad se contrata, se debe incluir su costo como servicio.
- Costo de la mano de obra para efectuar los trabajos necesarios (limpieza de trampas, aspersión de efluentes, distribución de sólidos en el campo, mantenimiento del lugar al almacenamiento, etc.).
- Costos de electricidad, mantenimiento y reparaciones de equipos, combustible.

Los presupuestos elaborados siguiendo estos criterios permitirá contar con una valiosa información a analizar antes de decidir el tipo de proyecto a seleccionar.

Teniendo en cuenta este conjunto de consideraciones generales, a continuación se presentan las distintas posibilidades de manejo a aplicar con los efluentes generados en las instalaciones de ordeño.

4. DESTINO DE LOS EFLUENTES GENERADOS

Tratando de construir la propuesta desde lo general hacia lo particular o específico, se plantea un primer nivel de decisión:

- Reciclado dentro del sistema productivo
- Vertido fuera del sistema productivo

Según resulte la elección, se abren distintas posibilidades las cuales pueden ser seguidas a través de la Figura 1. En la secuencia de decisiones posibles se somborean las alternativas recomendadas.

Figura 1. Alternativa de manejo de los efluentes
Tomando como referencia la Figura 1, a continuación se efectúan algunas comparaciones necesarias a tener en cuenta para una mejor decisión.

Decantación de sólidos vs. no decantación

La separación de sólidos del efluente (alternativa combinada) tiene las siguientes ventajas:

- Se reducen los tiempos de limpieza de pisos,
- Se utiliza menos agua,
- Se genera una menor cantidad de efluentes,
- El efluente es menos contaminante por unidad de volumen,

Las dimensiones del sistema de almacenamiento y/o de tratamiento de los efluentes son, consecuentemente, menores.

El material sólido puede utilizarse en diferentes alternativas y tiene además un valor comercial (productores de lombricompost).

Las desventajas son:

- El trabajo de recuperar los sólidos de los pisos y la limpieza del decantador.
- El traslado de los sólidos hacia el lugar de almacenamiento.

Depósitos permanente vs. depósitos temporarios

Las ventajas del depósito permanente son las siguientes:

- El efluente tratado minimiza los riesgos sanitarios y de contaminación,
- El efluente tratado puede ser vertido dentro o fuera del sistema,
- El trabajo de vaciado de las lagunas está concentrado en un determinado momento y es posible planificarlo,
- El efluente puede aplicarse mediante riego por aspersión en los cultivos o potreros que lo requieran,
- El costo operativo total es menor,

Las desventajas son las siguientes:

- Una mayor inversión inicial,
- La necesidad de un mantenimiento periódico,

Manejo y distribución de sólidos vs. líquidos

Para contar con los elementos de análisis se efectuó un ejercicio tomando un tambo de 100 vacas y estimando lo transportado por un distribuidor de sólidos y por una estercolera. Se efectúan los cálculos de sólidos y líquidos por separado y finalmente se comparan los resultados.

Sólidos

Mediante la alternativa combinada (piso y sedimentador de sólidos) se recuperan en promedio 27 kg/MS cada 100 vacas/día. En un año son 9.855 kg MS.

Este material se estabiliza, una vez almacenado, en aproximadamente un 40% de MS. Asumiendo que no existan pérdidas, los 9.855 kg de MS recuperados representan, en realidad, 24.637 kg de material sólido con 40% de MS.

Un m³ de este material pesa aproximadamente 750 kg. Consecuentemente, en un año almacenamos 32 m³ de material sólido (24.637 kg dividido 750 kg/ m³).

Un equipo convencional de distribución de material sólido tiene una capacidad de 4 m³, es decir que en 8 viajes/año distribuimos los 32 m³ almacenados (32 m³ dividido los 4 m³ por viaje = 8 viajes).

En cada viaje de 3000 kg de material sólido (750 kg/ m³ multiplico por 4 m³ /viaje) se transportan 1200 kg de MS. Multiplicando este valor por la concentración de minerales contenidos en cada kg de MS, obtenemos los nutrientes transportados por viaje (Cuadro 4)



Cuadro 4. Cantidad de nutrientes transportado por un distribuidor de sólidos de 4 m³ de capacidad.

Minerales	Concentración minerales (g/kgMS)	kg/MS/viaje	Cantidad minerales/viaje (kg)
N	22	1200	26,4
P	7	1200	8,4
K	24	1200	28,8
Ca	16	1200	19,2
S	3	1200	10,8
Mg	6	1200	7,2

Efluente líquido

Los cálculos se efectúan para un tamaño de rodeo de 100 vacas considerando un efluente sin una retención de sólidos previa y con un consumo de 3500 l/agua/día.

Por año se generan 1.278.000 l de efluentes (3500 l/día por 365 días/año). Dividiendo este volumen por la capacidad de una estercolera (5000 l), surgen como necesarios 256 viajes.

En el Cuadro 5 se muestran y comparan las cantidades de nutrientes transportados en un viaje de la estercolera de 5000 l y en un viaje del distribuidor de sólido de 4 m³ de capacidad.

Cuadro 5. Cantidades de nutrientes transportados por una estercolera y un equipo de distribución de sólidos.

Minerales	cantidad transportada (kg)		Diferencias 1-2 (kg)
	Distribuidor sólido (4 m ³) 1	Estercolera (5000l) 2	
N	26,4	0,825	25,60
P	8,4	0,260	8,14
K	28,8	0,905	27,90
Ca	19,2	0,605	18,60
S	10,8	0,115	10,70
Mg	7,2	0,225	6,90
Total	100,8	2,935	97,86

Tal como puede observarse, cada viaje con el distribuidor de sólidos se transportan alrededor de 100kg de nutrientes, mientras que en un viaje de estercolera solo contiene 3 kg. Consecuentemente, se necesitarán alrededor de 32 viajes de una estercolera de 5000 l para equiparar un viaje de 4 m³ de material sólido con un 40% de MS.

5. "MANEJO DE LOS EFLUENTES DE TAMBOS INTA RAFAELA"

Se desarrollará una propuesta de manejo integral de efluentes de tambo denominado "INTA Rafaela" que tiene las siguientes características: facilidad operativa, baja inversión, reducido costos de mantenimiento y respeto por el ambiente.

Para el desarrollo de la propuesta se utilizó la información antes mencionada y se aplicará a un tambo de 200 vacas en ordeño. Esta mecánica le permitirá a cualquier interesado elaborar propuestas adaptadas a diferentes escalas de tambos.

Los lineamientos básicos de la propuesta son los siguientes:

5.1. Un aprovechamiento integral del agua de la placa de refresco.

Características técnicas de la instalación de ordeño y equipos auxiliares

Tamaño del rodeo: 200 vacas en ordeño
Producción individual promedio: 22 l/v/día (12 l de promedio en el ordeño de la mañana y 10 l en el de la tarde).
Instalación: espina de pescado 14+14 simple equipo de ordeño, con un rendimiento operativo de 120 vacas por hora, 1440 litros de leche por hora en el ordeño de la mañana y 1200 l/hora en el de la tarde.

Dimensionamiento de la bomba de agua

Se requieren 2,5 litros de agua para refrescar 1 litro de leche.

El mayor caudal de leche se produce por la mañana, por lo tanto: 1440 litros de leche/hora x 2,5 l de agua por litro de leche = 3.600 litros de agua/hora. Este valor debe considerarse como caudal mínimo de la bomba de agua.

Dimensionamiento del tanque tipo australiano.

Se requiere un depósito con una capacidad que permita almacenar el agua de refresco por un plazo de 5 días.

- 200 vacas x 22 l de leche/día = 4400 l de leche/día
- 4400 l de leche x 2,5 l de agua por litro de leche = 11.000 l de agua/día.
11.000 l de agua día por 5 días = 55.000 l de capacidad de almacenamiento (55m³)
- Cálculo volumen: [(p x r²) x profundidad] : 3,14 x 3,52 m de radio por una profundidad de 1,5 m = 57 m³

Esquema integrado para el aprovechamiento del agua de la placa de refresco

En la Figura 2 se presenta un esquema donde se muestra la posibilidad de un aprovechamiento integral del agua utilizada para el refresco de la leche.

Figura 2. Esquema donde se propone un aprovechamiento integral del agua de la placa de refresco.

La interpretación es la siguiente:

- Una bomba de agua de 4000 litros/hora de capacidad extrae y envía el agua desde la perforación hacia la placa de refresco que está ubicada en la sala de leche.
- El agua pasa por la placa de refresco y sigue su recorrido hacia un tanque depósito de 1000 l, ubicado a 4 m de altura.
- Antes de llegar a este depósito, se instalan dos conexiones con sus respectivas llaves de corte. Una va hacia el corral de espera y se utiliza para la aspersión de las vacas. La otra se dirige a la instalación de ordeño y suministra agua a las mangueras utilizadas para el lavado de los pezones.
- Desde el tanque depósito bajan dos caños. Uno de agua fría y otro, previo paso por una caldera, transporta agua caliente. Ambas cañerías terminan en la sala de leche. Esta agua es utilizada para el lavado de la ordeñadora, equipo de frío y otros elementos.

- Como la cantidad de agua extraída y utilizada excede la capacidad del depósito, existe un caño que deriva el excedente hacia un tanque australiano ubicado en proximidad de la instalación de ordeño.

- El agua almacenada en el tanque australiano puede utilizarse como bebida para los animales y/o destinada al lavado de los pisos del corral y sala de ordeño.

- Se puede observar que existe otro depósito denominado "depósito agua de lavado de pisos". Si bien éste no tiene una relación directa con el agua de la placa de refrescado, la bomba para lavado de pisos puede succionar alternativamente desde éste depósito o del tanque australiano. El origen del agua almacenada en el depósito de agua para lavado de pisos se explicará más adelante.

5.2. Recuperación de sólidos en corral de espera.

Existen dos alternativas para recuperar sólidos (heces, barro, restos de alimentos) en el corral de espera.

- Pasando un rabasto sobre el piso después de finalizado el ordeño tratando de amontonar los restos orgánicos en un sector determinado. Posteriormente, utilizando una pala ancha, se carga este material en una carretilla o un carro.

- Adicionando a lo largo de la parte inferior de la puerta arreadora una chapa que, durante el movimiento de la puerta, arrastre y amontone el material sólido en un determinado sector del corral de espera. Esta chapa debe contar con un registro o resorte que permita su movimiento vertical. El material es posteriormente cargado en carretilla o carro utilizando una pala ancha. En la Figura 3 se muestra un esquema constructivo de este rabasto incorporado a la puerta arreadora.

Figura 3. Esquema de un rabasto integrado a la puerta arreadora.

5.3. Pendientes de los pisos y la rejilla.

Los aspectos constructivos a tener en cuenta son los siguientes:

- Los pisos deben estar contruidos con una pendiente de 1,5 a 2%, desde la sala de leche hacia un punto final del corral de espera.

- En el cordón perimetral del corral y en el punto de descarga se debe ubicar la rejilla para evitar el paso del material muy grosero (ramas, gomas, jeringas, etc) al sedimentador.

- El sedimentador de sólidos se ubica al costado del corral (menos de 1 m). El paso del efluente desde el corral y el sedimentador se efectúa a través de un canal a cielo abierto.

- A partir de la cámara del sedimentador el efluente es bombeado hacia la laguna anaeróbica.

En la Figura 4 se muestra un esquema con los detalles constructivos de los pisos, la rejilla y el decantador de sólidos.

Figura 4. Esquema donde se muestra la pendiente de los pisos, la ubicación de la rejilla y la del decantador de sólidos.

5.4. Sedimentador

En la Figura 5 se presenta un esquema donde se muestran los detalles constructivos del sedimentador con las medidas adaptadas para un rodeo de 200 vacas en ordeño.

Figura 5. Esquema constructivo de un sedimentador de sólidos adaptado para un rodeo de 200 vacas.

5.5. Sistema de lagunas para el tratamiento de efluentes

Se propone un sistema integrado por tres lagunas, la primera de tipo anaeróbica y las dos siguientes de tipo facultativa (Figura 6).

Figura 6. Esquema donde se muestra el sistema de lagunas para el tratamiento de los efluentes generados por una instalación de 200 vacas en ordeño.

Como puede observarse, la laguna anaeróbica es la más alejada del tambo y le siguen en un sentido hacia las instalaciones de ordeño, la primera y segunda laguna facultativa. Esta disposición tiene como objetivo acercar el agua tratada a las instalaciones de ordeño para su reutilización en la limpieza de los pisos. Además, esta ubicación aleja del tambo y de la casa habitación la laguna que produce la mayor cantidad de olores desagradables.

5.6. Filtrado del efluente

Las características constructivas del filtro son las siguientes:

- Se establece un valor de 0,20 m² de superficie de filtro por vaca. Para 200 vacas se requiere un filtro de 40 m².

- Los filtros pueden tener indistintamente forma circular o rectangular, en este caso se adoptó la rectangular.

- El filtro está compuesto por cuatro capas superpuestas, la más superficial es de arena y le siguen otras de piedras de diferentes tamaños.

- Todos los caños son de PVC de 100 mm de diámetro, las uniones no deben pegarse.

En la Figura 7 se muestra la característica del filtro propuesto.

Figura 7. Filtro rectangular para el tratamiento de los efluentes generados por 200 vacas

5.7. Depósito del agua para el lavado de pisos

En la Figura 8 se presenta un esquema donde se visualiza el recorrido del efluente desde la segunda laguna facultativa, pasando por el filtro hasta llegar al depósito del efluente filtrado.

Figura 8. Circuito del efluente desde la segunda laguna facultativa, pasando por el filtro hasta llegar al depósito de efluentes filtrado.

Como puede observarse este movimiento del efluente se efectúa por gravedad. A partir del depósito, el efluente es absorbido por la bomba de lavado de pisos. Si éste fuera insuficiente ó si se pretendiera efectuar un segundo lavado de los pisos con agua limpia, se debe proce-



der a corta la llave de paso que comunica a la bomba con el depósito del efluente filtrado y abrir la que comunica con el tanque australiano.

5.8. Esquema del sistema "Manejo de efluentes de tambos - INTA Rafaela"

En la Figura 9 y 10 se presentan esquemas donde se integra completamente el sistema "Manejo de efluentes de tambos - INTA Rafaela". La interpretación que se debe efectuar es la siguiente:

- Se parte de las instalaciones de ordeño. En las mismas se recolectan sólidos y se genera un efluente conformado por agua, solución de lavado de la ordeñadora y equipo de frío, heces, orina, barro, restos de alimentos, etc.
- Los sólidos recuperados en los pisos son cargados en un carro y transportados hacia el sector definido como depósito de sólidos.
- El efluente pasa por el sedimentador donde son retenidos los sólidos. Estos son extraídos mediante un tractor con pala frontal y depositados en un carro o transportados por la misma pala, hacia el depósitos de sólidos.
- El efluente decantado es bombeado hacia la laguna anaeróbica. El efluente circula desde esta laguna a la primera y, posteriormente, a la segunda laguna facultativa.
- A partir de la segunda laguna facultativa, el efluente tratado ingresa por gravedad al filtro. El efluente filtrado se almacena en el depósito correspondiente.
- La bomba para el lavado de pisos extrae el efluente filtrado y lo envía al corral para el lavado de los pisos. La misma bomba puede también succionar agua limpia a

partir del tanque australiano.

- El tanque australiano recibe el agua de la placa de refrescado. Esta agua puede también ser suministrada a los animales.
- El sistema de lagunas y el depósito de sólidos están totalmente cercados por un alambrado perimetral. Se dejan dos portones de ingreso para las maquinarias y una zona libre de 4 metros al costado de las lagunas para la circulación, limpieza o vaciado de las mismas.

Figura 9. Esquema integrado del sistema "Manejo de efluentes de tambos - INTA Rafaela"

Figura 10. Esquema integrado del sistema "Manejo de efluentes de tambos - INTA Rafaela" con medidas adaptadas para un tambo de 200 vacas.

6. CONCLUSIONES

Las sociedad ejercen una creciente presión y control sobre los procedimientos utilizados en la obtención de los alimentos. Estas demandas exceden los requerimientos específicos sobre el producto alimenticio objeto de la transacción, abarcando el conjunto de prácticas, procedimientos, técnicas, insumos, etc., utilizados durante el proceso de producción. La calidad, la inocuidad y el respeto por el ambiente aparecen como los puntos centrales.

Adecuar el manejo de los efluentes, tratando de responder a estos requerimientos y expectativas, será fundamental como aporte al logro de una competitividad sustentable de nuestros sistemas de producción de leche.

Figura 1

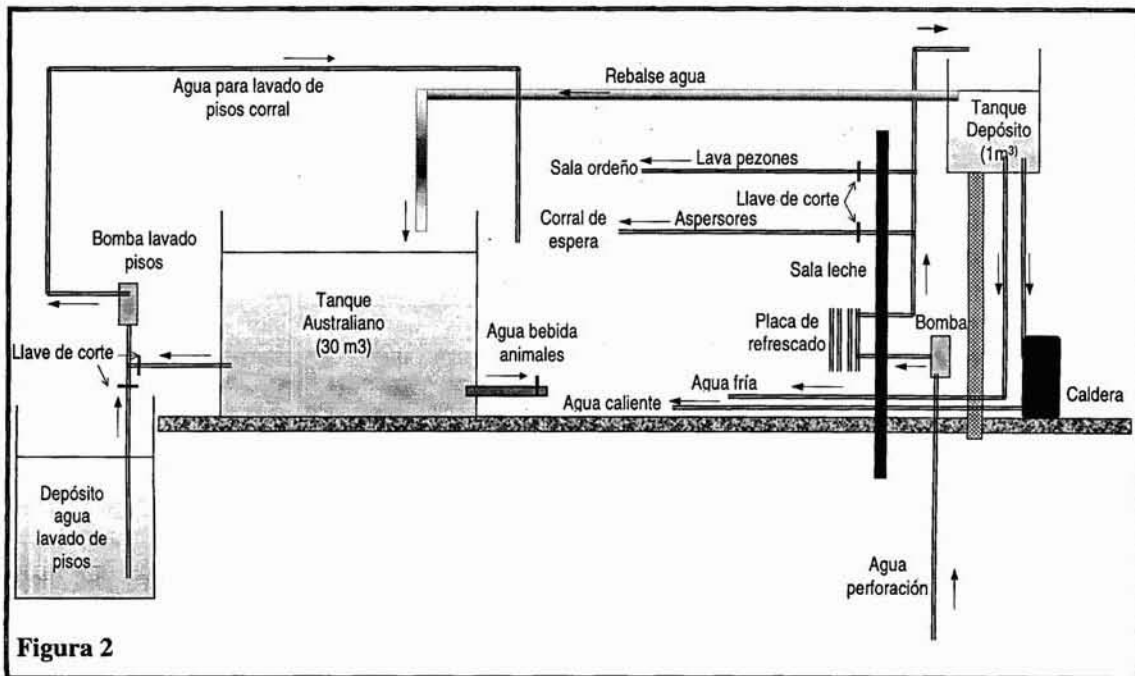
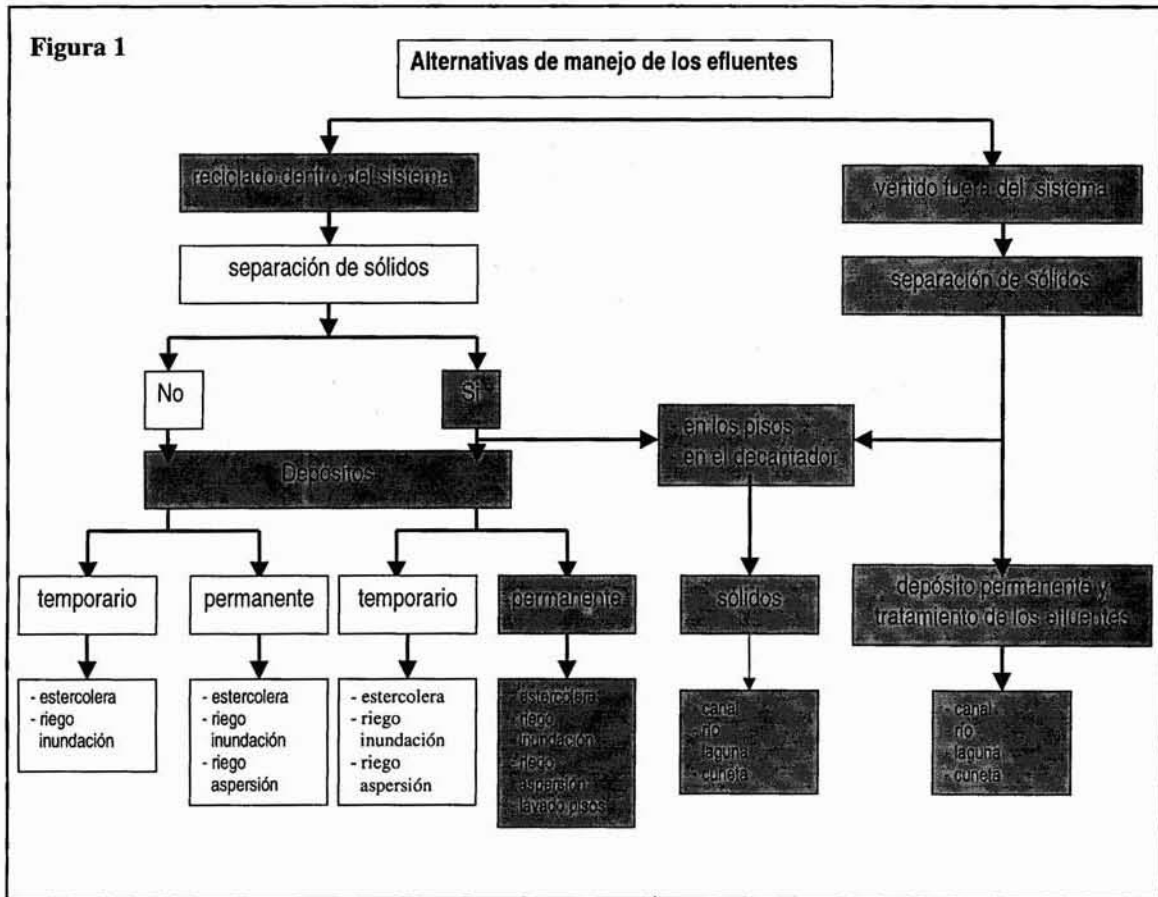
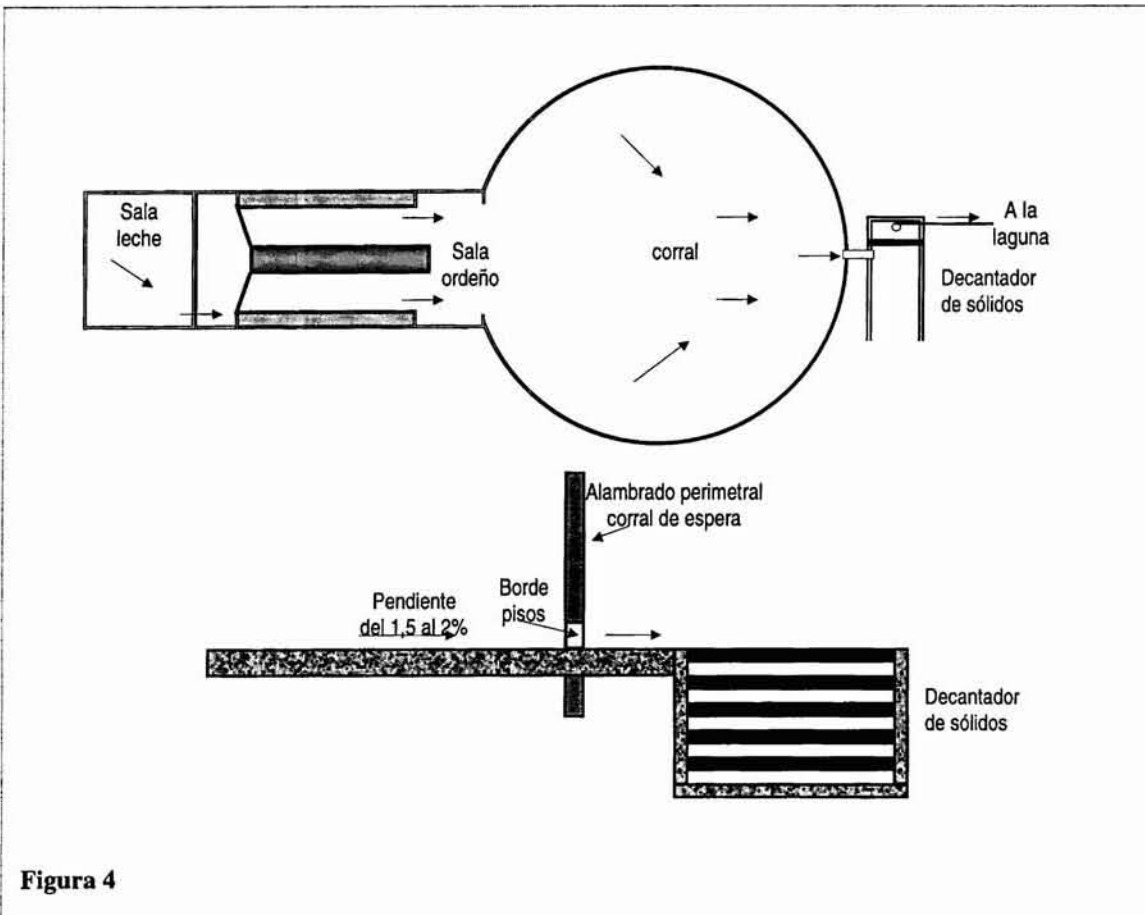
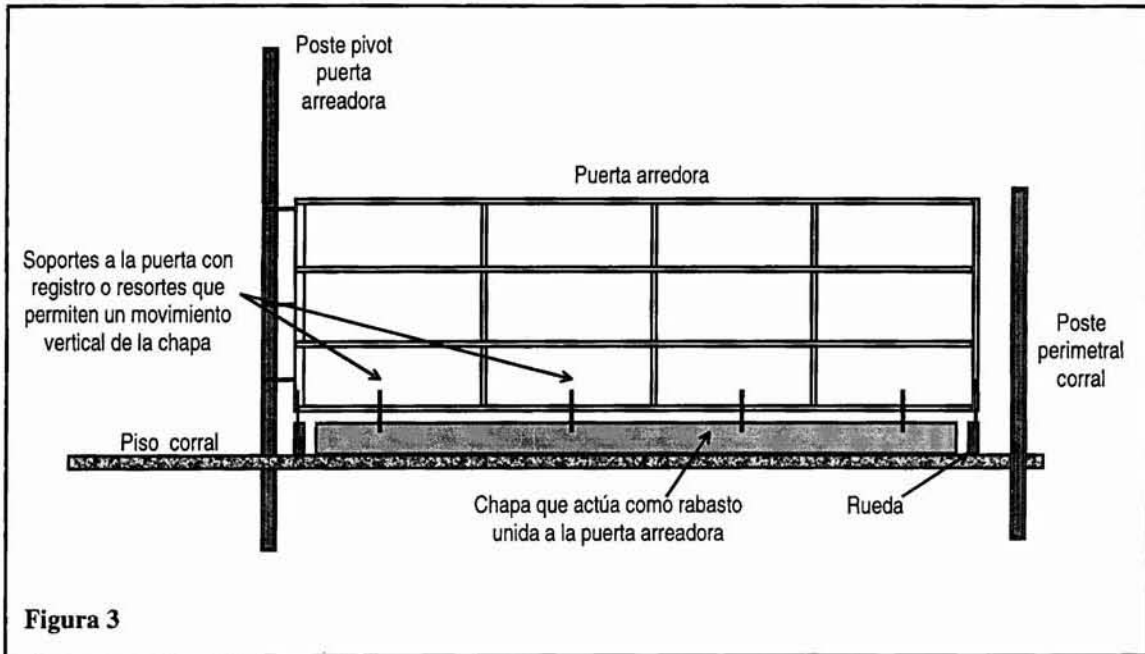


Figura 2



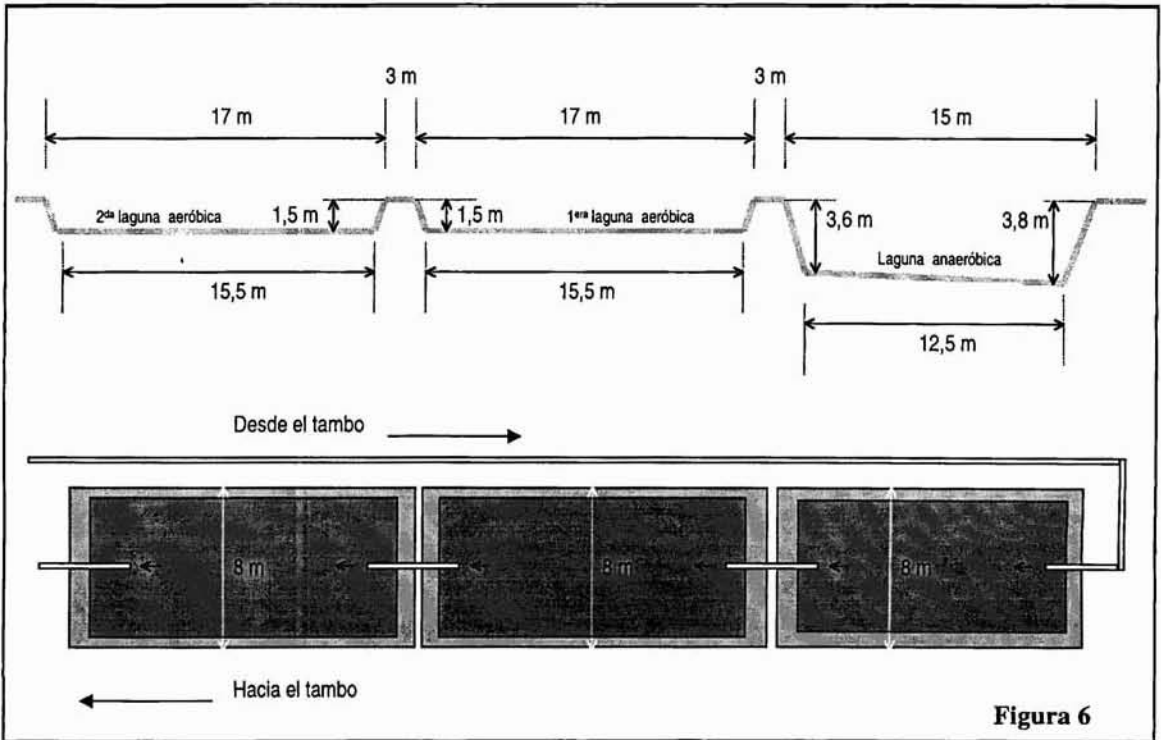
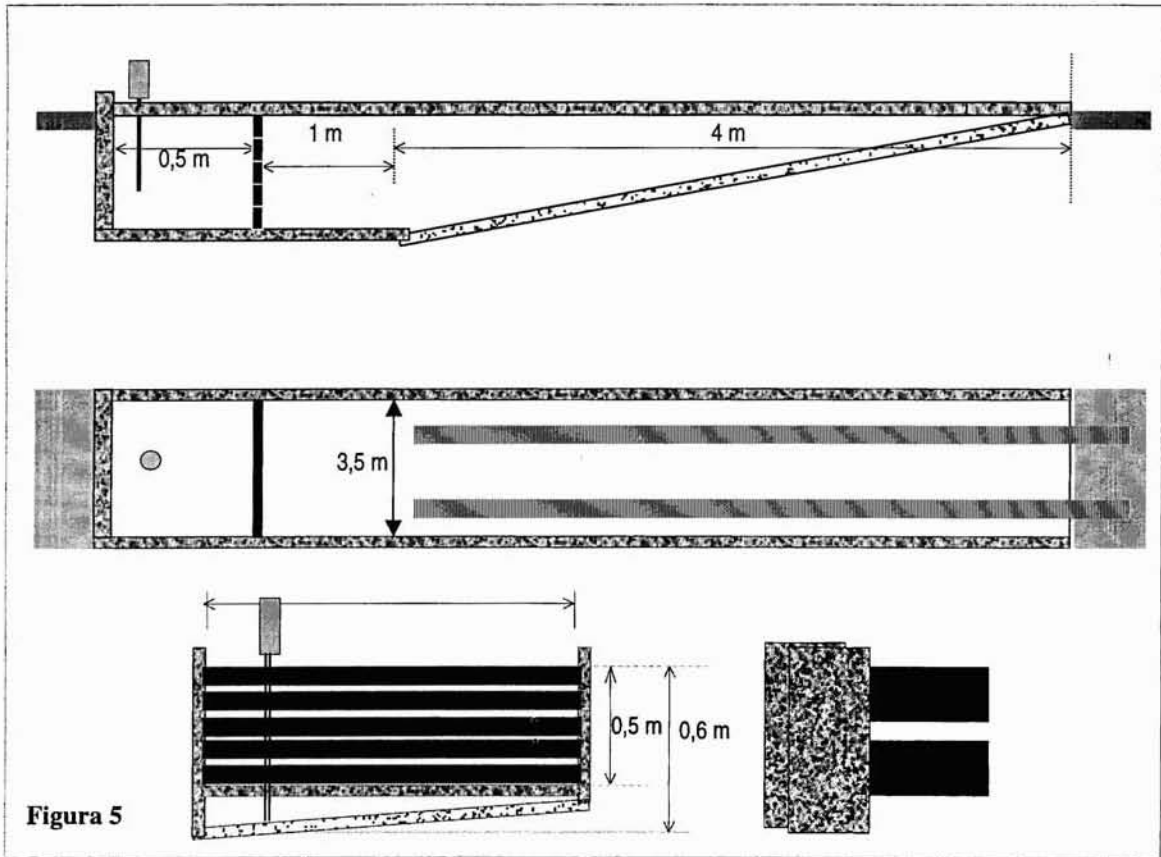




Figura 7

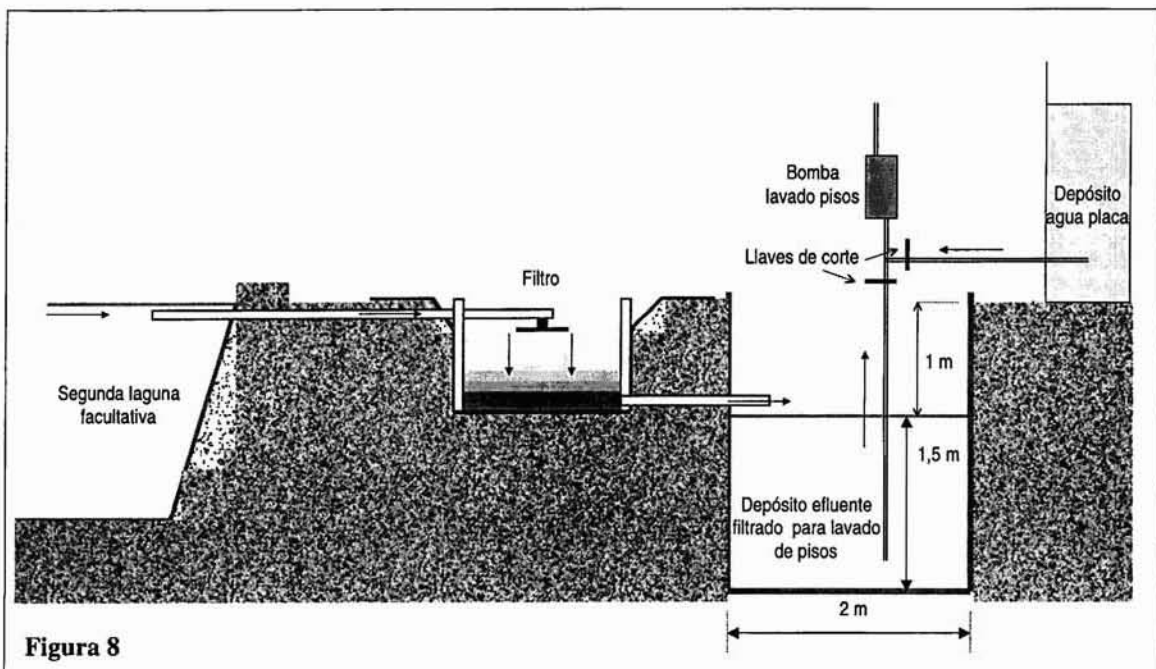
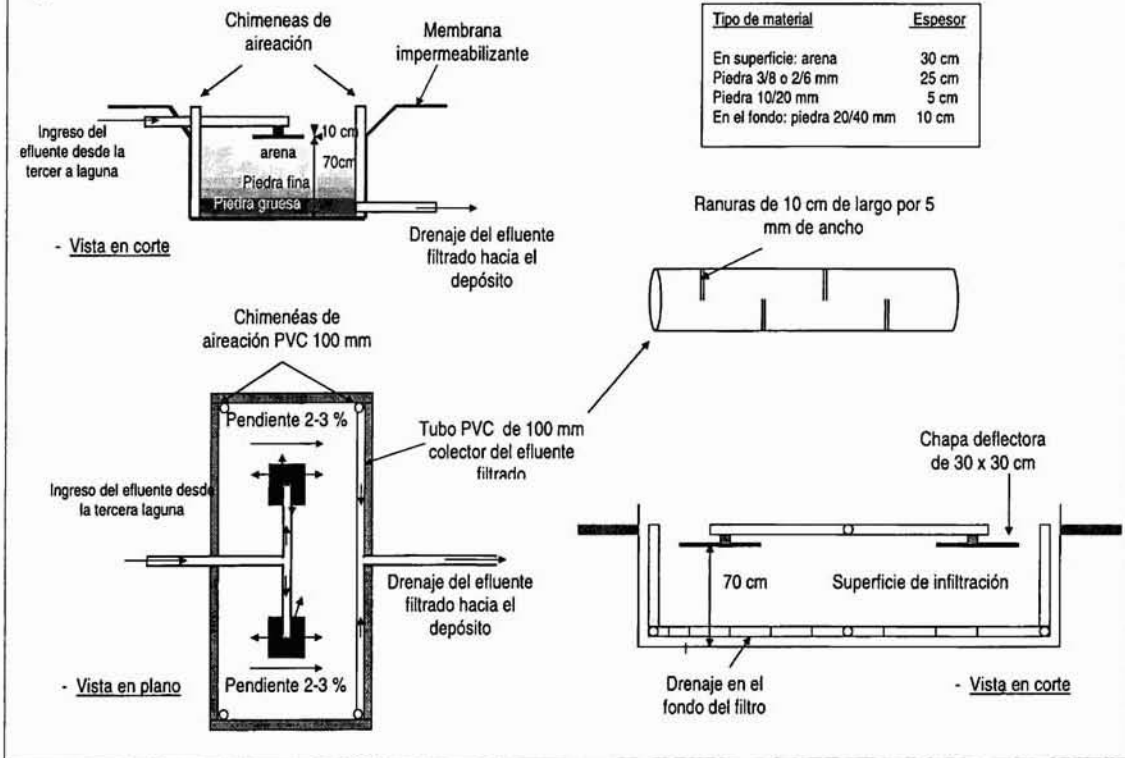


Figura 8

