



RESUMEN DEL TRABAJO DE CAMPO

EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE TAMBOS

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ESTABLECIMIENTOS VISITADOS	2
3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO	7
3.1	<i>Diagnóstico general</i>	9
3.2	<i>Gasto de agua en los predios</i>	9
3.3	<i>Diseño de unidades</i>	10
3.4	<i>Aspectos constructivos</i>	10
3.5	<i>Eficiencia del tratamiento de efluentes</i>	12
3.6	<i>Cumplimiento de estándares</i>	15
3.7	<i>Reuso de aguas residuales</i>	16
3.8	<i>Manejo de sólidos biológicos (bosta)</i>	17
3.9	<i>Matrices de riesgo aplicadas a los establecimientos visitados</i>	18
3.10	<i>Conclusiones del diagnóstico</i>	20

ABRIL 2008



1. Introducción

Primeramente se agradece a los Sres.: C. Cladera, O. Braga, F. Carbajal, H. Leaniz, D. Martínez, G. Díaz, V. De León, G. Noya, A. Berti, F. Marticorena, J. Mangado, R. Freschou, E. Batista, J. Rubio, Davies, J. Tornielli, W. Tornielli, O. Lema, L. Magariño, L. Marichal, N. Peralta, A. Sylveira, N. García, C. Medina, Talmon, M. Salomón, Roland, R. Bratchi, W. Lockhart, G. Clement, A. Lapido, Rivoir, Rostan, así como a la Facultad de Veterinaria, Facultad de Agronomía, INIA La Estanzuela, UTU Fray Bentos, UTU Raigón, y la Escuela de Lechería por su excelente disposición para participar en este estudio.

El hecho de que sus establecimientos cuenten con sistemas de tratamiento de efluentes operativos, ha permitido que el *“Manual de Gestión Integral del Agua en Establecimientos Lecheros, edición 2008”* se apoye en la realidad de nuestro país y no en meras referencias bibliográficas. El contar con un sistema de tratamiento de efluentes demuestra un grado de conciencia y responsabilidad que merece ser ejemplo para sus pares.

En la capitalización de la conjunción de saberes a través del trabajo interdisciplinario e interinstitucional realizado con fuerte relacionamiento con los productores, radica el interés de este texto.

También de este trabajo que ha recibido múltiples aportes e intenta compendiar diferentes puntos de vista, surgen las oportunidades de mejora que, en un esquema de permanente avance y superación, se han identificado y se mencionan más adelante.

2. Establecimientos visitados

Se realizaron diversas visitas a tambos ubicados en los departamentos de Canelones, Florida, Río Negro, San José y Colonia.

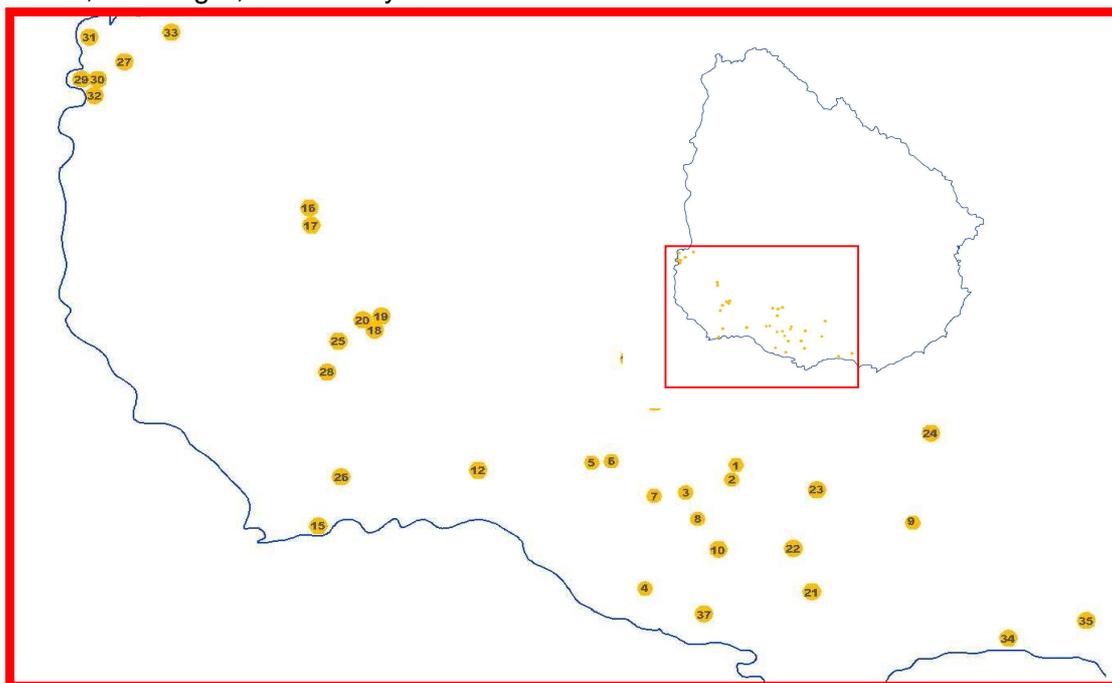


Figura 1: Distribución geográfica de los establecimientos



Entre ellos, y a partir de la información obtenida, se seleccionaron 37 establecimientos considerados los más representativos. En todos los tambos se realizó una recorrida del predio acompañados por gente del lugar, donde se pudo observar y comprender el ciclo del agua dentro de cada establecimiento.

También se observó cada una de las etapas de tratamiento y, sin pretender dar un diagnóstico exhaustivo, se lograron detectar las principales fortalezas y debilidades de cada sistema en lo que respecta a diseño, operación y mantenimiento.

En la siguiente figura se observa la distribución por cuencas de los establecimientos visitados.

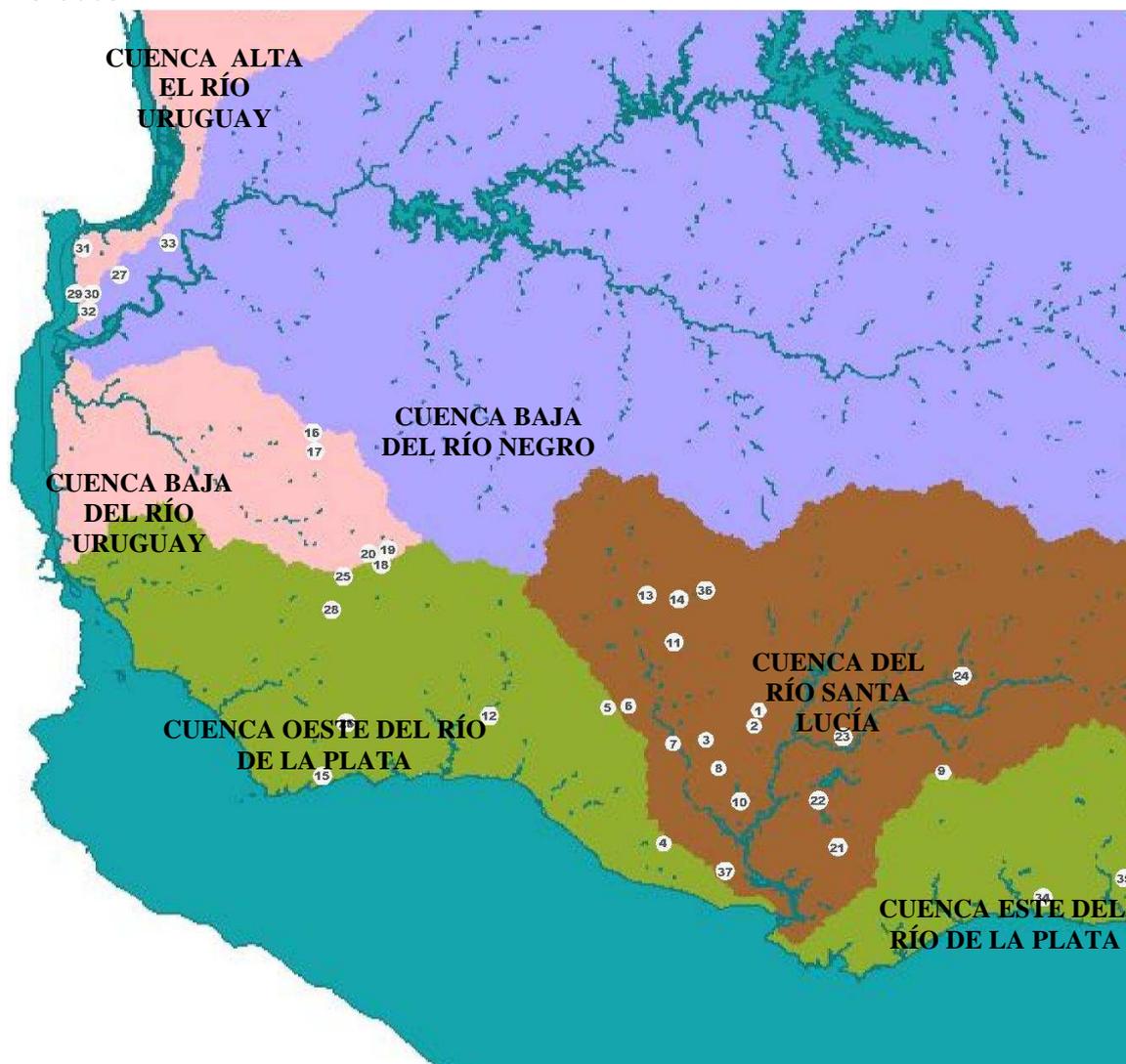


Figura 2: Distribución geográfica de los establecimientos en las grandes cuencas del Uruguay

Más de la mitad de los establecimientos visitados se encuentran sobre la cuenca del Río Santa Lucía.

El Río Santa Lucía es la fuente de abastecimiento de agua potable de la Región Metropolitana. Mediante la planta de Potabilización y Bombeo ubicada en la localidad de Aguas Corrientes, se suministra agua potable a la capital del país y a gran parte del departamento de Canelones, siendo la población abastecida de aproximadamente 1.700.000 habitantes.

En la siguiente figura se observan las formaciones geológicas aflorantes o debajo de suelo vegetal de los establecimientos visitados.

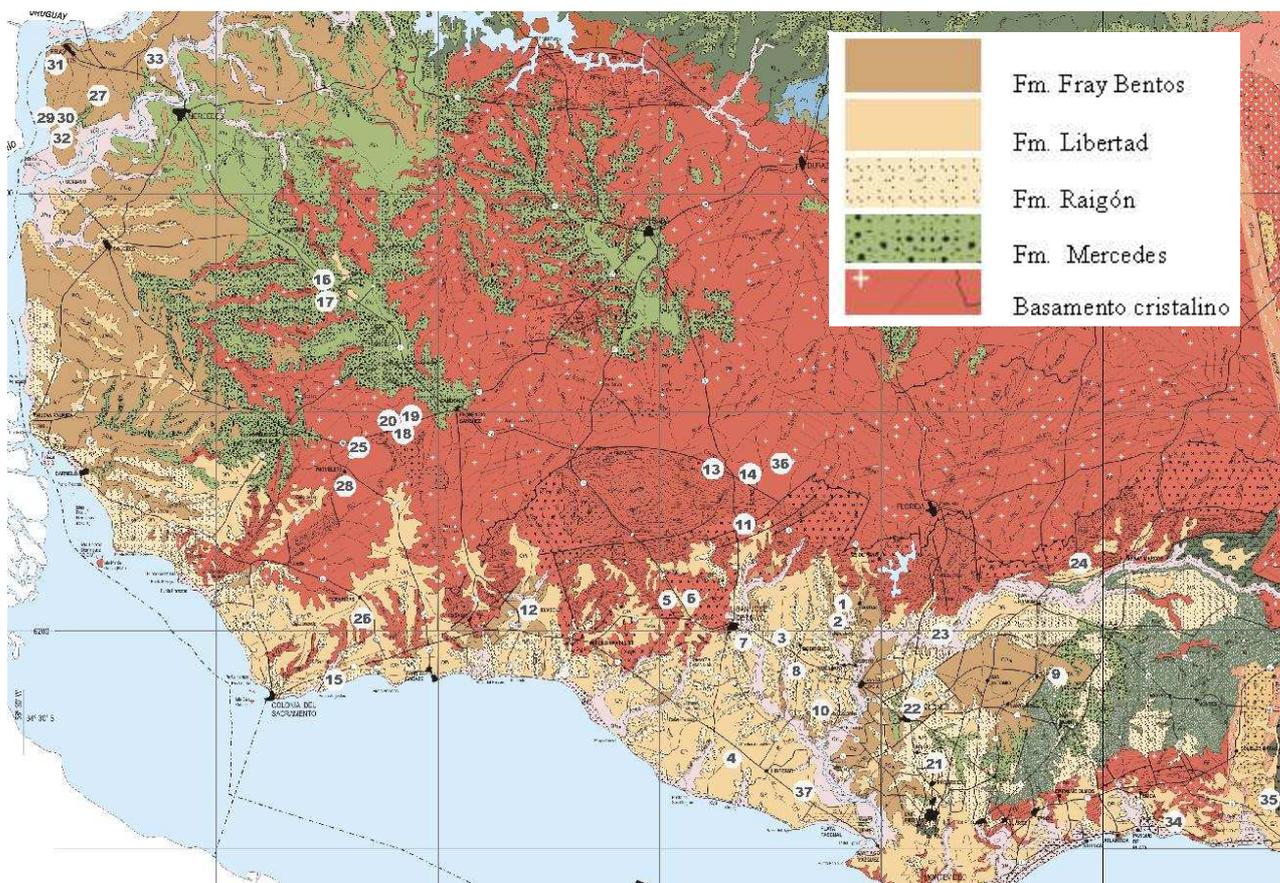


Figura 3: Ubicación de los establecimientos visitados sobre la carta geológica del Uruguay

Nº Est.	Formación	Nº Est.	Formación	Nº Est.	Formación
1	Fray Bentos	14	Basamento cristalino	27	Fray Bentos
2	Fray Bentos	15	Raigón	28	Basamento cristalino
3	Libertad	16	Libertad/Mercedes	29	Fray Bentos
4	Libertad	17	Libertad/Mercedes	30	Fray Bentos
5	Basamento cristalino	18	Basamento cristalino	31	Fray Bentos
6	Basamento cristalino	19	Basamento cristalino	32	Fray Bentos
7	Raigón	20	Basamento cristalino	33	Fray Bentos
8	Libertad	21	Raigón	34	Libertad
9	Raigón	22	Fray Bentos/Raigón	35	Libertad
10	Raigón	23	Raigón	36	Basamento cristalino
11	Basamento cristalino	24	Basamento cristalino	37	Libertad
12	Libertad	25	Basamento cristalino		
13	Basamento cristalino	26	Basamento cristalino		

Tabla 1: Formación geológica aflorante o debajo de suelo vegetal en la zona donde se encuentran los establecimientos

La ocurrencia de aguas subterráneas en los distintos establecimientos visitados se puede observar en la siguiente figura.

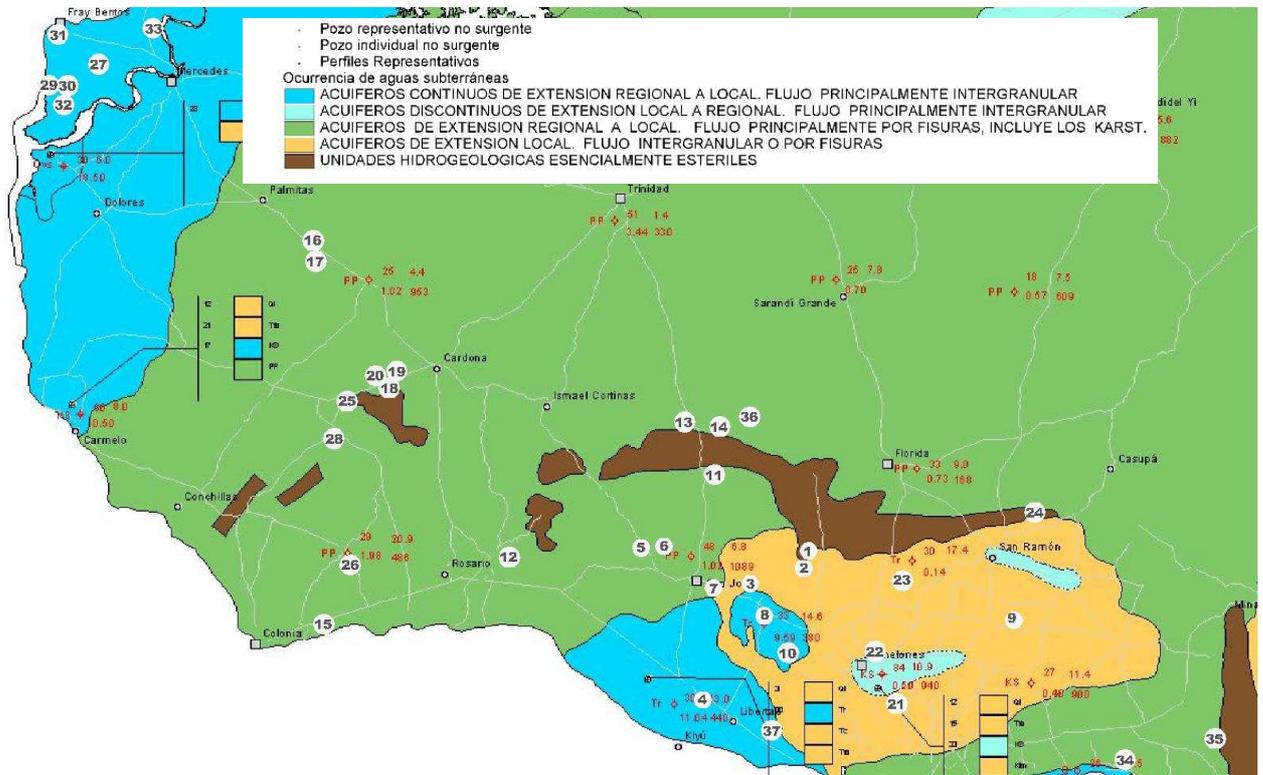


Figura 4: Ocurrencia de aguas subterráneas, Fuente: MGAP

Las aguas subterráneas del Acuífero Raigón constituyen uno de los recursos hídricos más importantes del Sur del país. De ellas depende el abastecimiento a poblaciones, y son fuente de agua para riego, para usos industriales y para abrevadero de ganado en la zona.

A partir de la Carta de Vulnerabilidad del Acuífero Raigón se pudieron ubicar los establecimientos que se encontraban sobre él, y determinar el grado de vulnerabilidad del agua subterránea en cada zona. La vulnerabilidad de una zona es inherente a sus características, no dependiendo de que sobre ella se encuentre un emprendimiento.

Dicha carta fue elaborada en el marco de un convenio realizado entre Facultad de Ingeniería y el MVOTMA. Para la realización de la misma se utilizó la metodología DRASTIC (EPA) donde se consideraron los factores: profundidad del acuífero, recarga neta, tipo de acuífero, tipo de suelo, topografía, pendiente, impacto del tipo de zona vadosa y conductividad hidráulica.

Ubicados los establecimientos visitados, se pudo determinar si se encuentran en una zona de vulnerabilidad alta, media o baja de acuerdo con la clasificación de la carta.

Debido a la alta productividad de los suelos combinada con buena disponibilidad de agua, en esta zona se encuentra un elevado número de tambos que forman parte de la llamada “Cuenca lechera”, donde se encuentran la mayor parte de los establecimientos visitados.



Figura 5: Acuífero Raigón

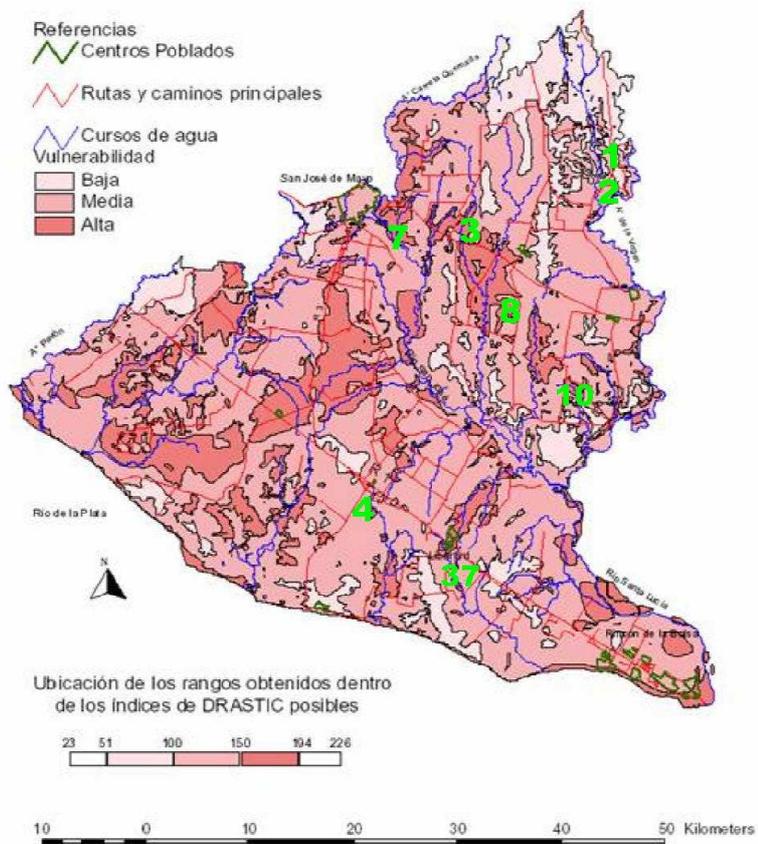


Figura 6: Ubicación de los establecimientos visitados en la carta de vulnerabilidad del Acuífero Raigón



Establecimiento	Vulnerabilidad del acuífero
1	Baja
2	Media
3	Alta
4	Media
7	Alta
8	Alta
10	Alta
37	Media

Tabla 2: Vulnerabilidad del Acuífero Raigón en las implantaciones de los establecimientos ubicados sobre él

3. Características de los sistemas de tratamiento

A continuación se presentan dos tablas: la primera menciona la notación de las unidades de tratamiento y la segunda esquematiza, para cada uno de los 37 tambos seleccionados, cuál es su sistema de tratamiento, su forma de disposición final y en qué cuenca se encuentra.

T	Trampa
CS	Cámara de sedimentación
LA	Laguna anaerobia
LF	Laguna facultativa
L.al	Laguna de almacenamiento
H	Humedal
B	Bostero
CSS	Canal de sedimentación de sólidos
L.Ae	Laguna aerobia
SSS	Separación de sólidos secos
S	Sedimentador
ST	Sin tratamiento

Tabla 3: Referencia a las unidades

	Nº Vacas	Sistema	Disposición final	Cuenca
1	220	T+LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
2	210	T+LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
3	---	LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
4	200	T+LA	Infiltración	Santa Lucía
5	106	CS+LA+LF	Curso de agua	Santa Lucía
6	82	Laguna única	Infiltración	Santa Lucía



	Nº Vacas	Sistema	Disposición final	Cuenca
7	22	T+LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
8	360	LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
9	338	B+LA+LF+L.Ae	Infiltración	Santa Lucía
10	228	CSS+LA+LF	Inf. y curso al final	Santa Lucía
11	210	CS+LA+LF+LF+L.Ae+L.Ae	Infiltración	Santa Lucía
12	70	T+LA+LF+L.Ae	Infiltración	Río de la Plata
13	210	SSS+LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
14	290	LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
15	270	S+L.AI	Riego	Río de la Plata
16	300	CSS+LA+LF	Infiltración	Río Uruguay
17	400	S+CSS+LA+LF	Curso de agua	Río Uruguay
18	64	T+LA+LF	Infiltración	Río de la Plata
19	180	CS+LA+LF	Inf. y curso al final	Río de la Plata
20	103	SSS+LA+LF	Infiltración	Río de la Plata
21	150	S+LA+LF+H+Tajamar	Inf.-Riego	Santa Lucía
22	120	T+LA+LF	Infiltración	Santa Lucía
23	60	ST	Infiltración	Santa Lucía
24	210	S+LA+LF+LAe	Infiltración	Santa Lucía
25	230	CSS+LA+LF+LAe	Infiltración	Río de la Plata
26	130	CSS+S+LA+LF	Infiltración	Río de la Plata
27	75	CSS+LA+LF	Infiltración	Río Negro
28	---	ST	Infiltración	Río de la Plata
29	30	CS+LA+LF	Infiltración	Río Uruguay
30	40	CS+LA+LF	Infiltración	Río Uruguay
31	---	SSS+CSS+LA+LF	Infiltración	Río Uruguay
32	60	CSS+LA+LF	Infiltración	Río Uruguay
33	41	CS+LA+Lae	Infiltración	Río Negro
34	359	B+LA+LF+LAe	Infiltración	Río de la Plata
35	165	B+LA+LF+Tajamar	Inf.-Riego	Río de la Plata
36	124	B+LA+LF+LAe	Reuso (Ciclo cerrado)	Santa Lucía
37	105	S+Fosa	Infiltración	Santa Lucía

Tabla 4: Tratamiento y disposición de efluentes en los establecimientos participantes

La mayoría de los establecimientos visitados tienen un sistema de retención de sólidos, con una laguna anaeróbica y una facultativa a continuación. Sin embargo, el diagnóstico no sólo consideró estos sistemas, sino también sistemas de varias lagunas, de humedales construidos y de lagunas de almacenamiento.



En el cuadro siguiente se presenta la disposición final de los distintos establecimientos; se observa que la mayoría de ellos realizan infiltración al terreno del efluente.

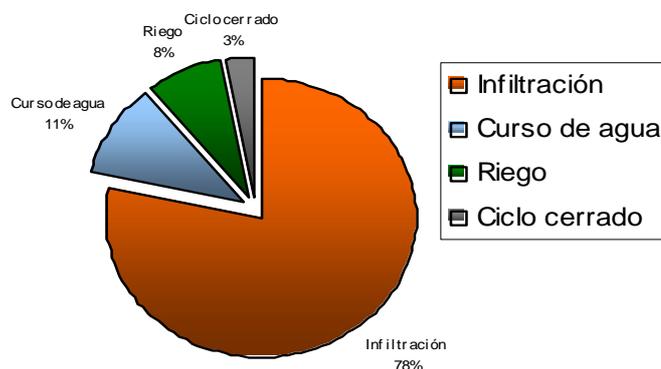


Figura 7: Disposición final del efluente en los establecimientos visitados

3.1 Diagnóstico general

La industria láctea en nuestro país posee una presencia notable, además de contar con un continuo crecimiento. Si bien hay un largo camino por recorrer en lo que respecta al manejo de efluentes de tambo, se han observado casos donde se realiza una correcta gestión de los mismos, lo que muestra que esto es posible y a costos razonables en nuestro medio.

Algunos de los tamberos visitados enfatizan la diferencia que notan entre el tambo sin planta de tratamiento y el tambo con planta de tratamiento. Esto muestra que existe una evolución en la conciencia de los productores, y que seguramente se está en un buen momento para iniciar una etapa de trabajo con énfasis en mejorar la gestión de los sólidos, el punto identificado en general como más débil en la actualidad.

En lo que sigue se indican, para diferentes aspectos de la gestión en el establecimiento, las principales oportunidades de mejora identificadas.

3.2 Gasto de agua en los predios

En algunas de las visitas realizadas, los tamberos conocían el gasto diario de agua en el tambo, de forma que fue posible realizar un cálculo de las dotaciones en los establecimientos, obteniendo datos nacionales.

El volumen diario gastado en los distintos usos del tambo depende del número de vacas, de la operativa en el tambo (por ejemplo procedimientos de limpieza, tiempos de ordeño, etc.) y del área de la sala y del corral (de espera o alimentación) entre otros factores.

La dotación depende también del sistema de lavado de los pisos; por ejemplo si se realiza un raspaje previo de los sólidos en el corral, el gasto de agua correspondiente al lavado de pisos será menor que si se lava directamente. Otro factor que afecta la dotación es la realización o no de reuso de aguas.

En la siguiente tabla se presentan datos de dotación referidos a los establecimientos visitados.



Nº de Vacas	Gasto total (L/día)	Dotación (L/vaca/día)
22	1320	60
30	2000	65
40	4000	100
64	2000	30
110	3000	25
130	6000	45
210	7000	35
228	6000	25
338	25000	75
	Media	50
	mínimo	25
	máximo	100

Tabla 5: Dotaciones en tambos visitados

La media en los establecimientos visitados es de 50 L/vaca/día, siendo el máximo de 100 y el mínimo de 25 L/vaca/día, valores comparables a los reportados por la bibliografía. Se observa que en tambos pequeños el uso del agua es menos eficiente. Entre 130 y 250 vacas, al crecer el número de animales baja la dotación, mostrando que la eficiencia en el uso del agua mejora. El único dato disponible de establecimientos de más de 250 vacas acusa un mayor consumo diario por animal, seguramente asociado con la operativa de un emprendimiento de mucho mayor escala.

3.3 Diseño de unidades

En algunos diseños de plantas de tratamiento de efluentes no se ha previsto una unidad de retención de sólidos al principio, por lo que la primera unidad (en general una laguna de estabilización) se encuentra aterrada.

Entre las falencias de diseño más comunes merece especial mención la falta de consideración de balances hídricos en los diseños, y la gestión de las aguas pluviales, que frecuentemente son vertidas al sistema de tratamiento. Corregir estos aspectos es fundamental para el adecuado funcionamiento de las unidades de tratamiento.

3.4 Aspectos constructivos

En el trabajo de campo se han podido constatar diversos problemas constructivos. En algunos casos su solución es sencilla y puede redundar en una prolongación de la vida útil de las instalaciones. Por ejemplo:

- Cuando la zona de las lagunas no está cercada, resolver su cercado evita posibles accidentes para los animales, elimina la posibilidad de que éstos usen



el agua residual como agua de abrevadero, y evita que por equivocación o ahorro de tiempo alguien arroje algún tipo de desperdicio en las lagunas. El cercado de las lagunas ayuda a preservar los taludes de las lagunas

- Cuando no se cuenta con conducciones reales entre unidades, su instalación mejorará las condiciones de transitabilidad en el establecimiento y ampliará la vida útil de los taludes de las lagunas.
- Cuando se han tendido tuberías por encima de cañadas o de las propias unidades de tratamiento, éstas quedan sometidas a su propio peso y comienzan a deformarse. Si a esto se suma el rápido envejecimiento que el sol ocasiona a las cañerías de materiales plásticos, los riesgos de que esa tubería dure muy poco tiempo en operación son muy grandes. Esto, sin contar que cuando se trata de cañerías suspendidas sobre cañadas están sometidas además al empuje de las aguas en ocasiones de lluvias importantes. Es por ello que cuando se tiene esta situación, debe corregirse modificando el trazado –cuando las pendientes lo permiten-, o bien encamisando la tubería en otro tubo de material más resistente.

Otros problemas, como la infiltración no controlada desde las lagunas o la ocurrencia de desbordes, requieren un análisis técnico particular en cada caso para evaluar si existen verdaderas posibilidades de mejora en ese sentido.



Figura 8: Tuberías sobre unidades (izquierda), tuberías sobre cañadas (derecha)



Figura 9: Ganado utilizando la laguna para abrevadero debido a la falta de cercado (izquierda), infiltración a través de los taludes de la laguna (derecha)



Figura 10: Zona de infiltración incontrolada (izquierda), pluviales de la sala y el corral al sistema de tratamiento (derecha)

3.5 Eficiencia del tratamiento de efluentes

La intensificación de los sistemas productivos, conlleva a un aumento de animales por unidad de superficie, creando la necesidad de una correcta gestión de los residuos orgánicos (estiércol, orina) con la consecuente posibilidad de contaminación del ambiente y aparición de problemas sanitarios.

La incorrecta gestión de los sólidos y efluentes generados puede impactar en forma negativa en las aguas superficiales y subterráneas, restringiendo los usos que se podrán realizar de estos recursos. Para evitar los problemas que pueden causar las aguas residuales de los tambos, existen sistemas de tratamiento que sirven para minimizar las cargas contaminantes que son vertidas al ambiente.

En muchos de los establecimientos visitados y que cuentan con planta de tratamiento, no se ha logrado aún un manejo satisfactorio de los efluentes generados, así como de los sólidos (bosta). He aquí algunas de las principales oportunidades de mejora de los establecimientos. Las situaciones más urgentes y que necesitan realizar modificaciones en su gestión actual se refieren a aquellos establecimientos de mayor porte que se encuentran en zonas donde las aguas subterráneas son particularmente vulnerables.

Parámetros de calidad de aguas

La calidad de un agua queda definida por su composición química, física y bacteriológica. Se puede describir a través de un conjunto de parámetros analíticos y organolépticos.

Los parámetros de calidad de aguas permiten cuantificar características o propiedades del agua, en forma directa o indirecta.

Por su parte, los estándares de vertido son valores que tienen fuerza legal, en nuestro país están contenidos en el Decreto 253/79 y sus actualizaciones.



Los parámetros de control de calidad efluente de tambos son: DBO₅, DQO, Sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos volátiles, sólidos sedimentables, Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

- El **Caudal** es una medida del volumen de efluente vertido en un determinado período de tiempo.
- La **Demanda Bioquímica de Oxígeno** (DBO) aporta una medida (indirecta) de la materia orgánica presente en una muestra, que corresponde a la cantidad de oxígeno que se necesita para estabilizar (degradar, oxidar) a través de procesos biológicos la materia orgánica presente en dicha muestra.
- La **Demanda Química de Oxígeno** (DQO) es la cantidad de oxígeno que se consume al oxidar químicamente con un oxidante fuerte –permanganato de potasio o dicromato de potasio en medio ácido y en condiciones controladas de temperatura y tiempo- la totalidad del material oxidable (no sólo la materia orgánica) presente en una muestra.
- El **pH** (potencial hidrogeniónico) es una medida del grado de acidez o basicidad del medio en cuestión. El valor de pH 7 corresponde a la neutralidad del medio. El pH de un líquido decrece cuanto más ácido es.
- La presencia de **Sólidos** en el agua no se refiere sólo a elementos de gran tamaño, visibles a simple vista y susceptibles de flotar o depositarse, sino que incluye a los sólidos microscópicos que permanecen en suspensión en el agua y a los sólidos disueltos –de tamaño iónico- que están presentes en ella. Los sólidos se pueden dividir en suspendidos y disueltos de acuerdo a su tamaño. Se pueden dividir también en fijos y volátiles. La fracción fija se asocia con la materia inorgánica, la fracción volátil representa una medida de la materia orgánica presente en la muestra.
- El **Nitrógeno** y **Fósforo** interesan principalmente porque su abundancia advierte sobre los riesgos de aparición de procesos de eutroficación (crecimiento de algas en los cuerpos de agua).
- Los **agentes patógenos** (causantes de enfermedades) presentes en el agua pueden ser muy diversos (virus, bacterias y protozoarios) y estar cada uno de ellos en pequeñas cantidades. Por eso, en vez de rastrear a cada uno por separado, lo que insumiría mucho tiempo y recursos, se busca determinar de una forma más sencilla la posibilidad de que haya patógenos presentes.

Los **indicadores bacteriológicos** se emplean para cuantificar el potencial de presencia de agentes patógenos capaces de causar enfermedades de transmisión hídrica por cierre del ciclo fecal – oral. Como estos patógenos se relacionan con el ciclo fecal – oral, es decir, viajan con las excretas (parte fecal del ciclo) y potencialmente pueden ser reingeridos en el agua o en alimentos contaminados (parte oral del ciclo) infectando a los consumidores, los indicadores a emplear deben provenir del tracto intestinal de animales de sangre caliente (para que compartan el hábitat con los patógenos buscados y puedan llegar al agua por la misma vía que ellos).

En nuestro país los indicadores microbiológicos que se emplean y para los que hay estándares tanto para vertimientos como para calidad de aguas son los **coliformes fecales** o termotolerantes.

La toma de muestras de los efluentes para el análisis de estos parámetros y la conservación de las mismas debe llevarse a cabo en condiciones adecuadas, que se encuentran especificadas en los manuales que al respecto ha elaborado DINAMA. Los puntos de muestreo han de ser significativos.

Resultados de los sistemas visitados



Se presentan a continuación los resultados de los ensayos en el parámetro DBO₅ del efluente de los establecimientos (segunda columna).

TAMBO	DBO _{mgr/l}	DQO	DQO/DBO ₅
1	105	820	7,8
2	400	2840	7,1
3	190	1100	5,8
4	130	830	6,4
5	350	2500	7,1
6	250	2090	8,4
7	76	440	5,8
8	140	1410	10,1
9	150	1320	8,8
10	310	1900	6,1
11	50	340	6,8
12	130	450	3,5
13	260	1090	4,2
14	250	1280	5,1
15	60	310	5,2
16	290	870	3,0
17	240	950	4,0
18	70	330	4,7
19	160	590	3,7
20	410	530	1,3
24	280	1830	6,5
21	120	610	5,1
22	150	760	5,1
25	250	1570	6,3
26	140	1020	7,3
27	45	140	3,1
32	150	2110	14,1
33	23	270	11,7
34	86	410	4,8
36	126	880	7,0
37	230	1710	7,4

Tabla 6: Resultados de los ensayos de DBO₅ y DQO a la salida de los sistemas

También se analizó la relación DQO/DBO₅ del efluente vertido; si se consideran todos los tambos visitados la relación varía entre 14.1 y 1.3, siendo la media de 6.3.



En algunos casos se observó una gran cantidad de jeringas en las lagunas; también se constató que a veces el mantenimiento de los taludes se realiza mediante aplicación de glifosato, lo cual afecta directamente la actividad biológica de las lagunas de tratamiento. Es posible pensar que algunas de las lagunas el sistema biológico esté inhibido o al menos estresado.

3.6 Cumplimiento de estándares

En las siguientes tablas se presentan algunos de los estándares de vertido presentes en el decreto 253/79, para infiltración al terreno y vertido a curso de agua.

Algunos estándares de vertido a curso de agua

PARÁMETRO	ESTÁNDAR
MATERIAL FLOTANTE	Ausente
pH	Entre 6,0 y 9,0
DBO ₅	Máx. 60 mg/L
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Máx. 150 mg/L
AMONÍACO	Máx. 5 mg/L en N
FOSFORO TOTAL	Máx. 5 mg/L en P
COLIFORMES FECALES	Máx. 5000 CF/100 mL

Tabla 7: Algunos estándares de vertido a curso de agua

Algunos estándares para infiltración al terreno

- a- Sólo podrá permitirse en zonas rurales.
- b- Distancia mínima a cursos de agua o pozos manantiales: 50 m.
- c- Distancia mínima a medianeras: 10 m.

PARÁMETRO	ESTÁNDAR
MATERIAL FLOTANTE	Ausente
pH	Entre 5,5 y 9,0
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Hasta 10 mL/L determinados en cono Imhoff en una hora.
SÓLIDOS TOTALES	Máx. 700 mg/L

Tabla 8: Algunos estándares nacionales para infiltración al terreno

En la mayoría de los casos, en las condiciones actuales no se llega a cumplir con los estándares de vertido vigentes.

Los establecimientos que vierten a curso de agua superan en general el estándar de vertido para DBO₅ (límite máximo 60 mg/L); esto tiene que ver con la alta carga orgánica afluente sumado a la ausencia de algunas unidades de tratamiento físico o

biológico, o a una operación y mantenimiento de las unidades existentes que admiten ser mejorados.



En todos los casos la DBO_5 de salida de los sistemas es superior a 160 mg/L. La media de las concentraciones de vertido de DBO_5 para los establecimientos con vertido a curso de agua es 258 mg/L, 4.3 veces la concentración del estándar; los valores muestreados varían entre 2.7 y 5.8 veces dicho valor.

En el caso de los establecimientos con infiltración al terreno, sólo en algunos se evaluaron las concentraciones de sólidos totales, que el estándar limita a 700 mg/L para este tipo de disposición final. Si bien no se obtuvieron valores de este parámetro en todos los establecimientos, en los datos obtenidos se observaron vertidos de sólidos totales muy por encima de los permitidos; sólo en un caso se cumplía con la normativa en este parámetro. En los otros establecimientos, la media de los resultados de los ensayos de sólidos totales realizados en establecimientos con vertido al terreno resultó ser de 1420 mg/L, el doble del estándar; los valores muestreados variaron entre 0.6 y 2.8 veces dicho valor.

3.7 Reuso de aguas residuales

El reuso del agua consiste en el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en una actividad diferente a la que las originó.

En el caso que se desee recircular el efluente para lavado de pisos, debe tenerse especial cuidado con el contacto del personal del establecimiento y del propio ganado con el agua, ya que eventualmente podría desatarse un problema sanitario. La recirculación implica normalmente que se deba recurrir a algún sistema de desinfección seguro (que no interfiera con los sistemas de tratamiento, ni afecte la salud), salvo cuando se disponga de sistemas de tratamiento que logren efectivamente remociones de patógenos importantes.

Es de señalar la importancia de una adecuada dosificación cuando se realiza desinfección con cloro, ya que se debe alcanzar cierto nivel de cloro libre en el efluente para lograr una remoción satisfactoria de patógenos, pero a su vez se debe cuidar de no realizar una adición excesiva de cloro.

El método de reuso de efluentes más utilizado a nivel mundial, y en particular en los tambos, es el riego. Si bien requiere un control de la calidad del agua así como un monitoreo del suelo destinado para dicho fin (control de cargas de aplicación, etc), esta forma de reuso presenta una solución interesante para las pasturas, comportándose como un enriquecedor de nutrientes para el suelo. Además, presenta la ventaja de no exigir adicionalmente al sistema de tratamiento como lo hace la recirculación. El diseño del sistema de riego debe tener en consideración el tipo de cultivo, la ubicación de los puntos a abastecer, así como la necesidad de modificar continuamente el punto de riego, de modo de no aplicar cargas en demasía a los suelos o los cuerpos de agua.

Se detectaron oportunidades de mejora en los establecimientos que realizan reuso de sus efluentes tratados, a saber:



- Cuando el efluente se emplea para realizar fertirriego, buscar el asesoramiento técnico pertinente para definir las tasas de aplicación al terreno en función de las características de los suelos del lugar.
- En el lavado de corrales, evitar reusar el efluente de las lagunas anaeróbicas, en favor del de las lagunas facultativas.
- Cuando el efluente se reusa en el lavado de corrales, implementar un sistema de desinfección previa para bajar los riesgos que conlleva el uso de líquido residual en esta tarea.

3.8 Manejo de sólidos biológicos (bosta)

Los principales problemas en la gestión de sólidos en establecimientos lecheros, a partir de las visitas de campo, se encuentran relacionados a la necesidad de mayor conocimiento sobre el tema de los propios productores. No muchos productores consideran a la planta de tratamiento como parte integral de su emprendimiento, de forma que no están informados de las consecuencias que puede tener una insuficiente frecuencia de limpieza de las unidades sobre el resto de las unidades de su sistema de tratamiento.

Una consecuencia directa de lo anterior es la escasa cantidad de establecimientos que realizan un retiro de la bosta en seco previo al lavado del corral de espera. Cuando esto se hace, se evita arrastrar en el manguereado la totalidad de los sólidos generados hacia la primera unidad de tratamiento en la línea de flujo, y en consecuencia se puede aumentar el tiempo entre limpiezas sucesivas de las unidades.

En lo que respecta al manejo de la bosta y unidades de retención de sólidos cabe destacar las siguientes oportunidades de mejora detectadas:

- Implementar la limpieza de los sólidos en seco previo al lavado del corral.
- Construir un sistema de inicial de separación de sólidos cuando no se cuenta con él.
- Evitar el diseño o dimensionado incorrecto de los sistemas de separación de sólidos, buscando el asesoramiento necesario para ello.
- Evitar que los sólidos sedimenten en los canales de conducción de líquidos, a través de mantenimiento o buscando posibles mejoras constructivas u operativas para ello.
- Incrementar la frecuencia de limpieza de los sistemas de separación de sólidos cuando se advierte que puede estar siendo insuficiente.
- Realizar un buen mantenimiento y mejor uso de los sistemas de separación de sólidos.
- Acondicionar una zona para la disposición final de los sólidos retenidos, de modo de evitar el escurrimiento de lixiviados y líquidos contaminados hacia las aguas superficiales y subterráneas. Evitar que este sitio esté cerca del tambo, las viviendas y los lugares en que está el ganado.



3.9 Matrices de riesgo aplicadas a los establecimientos visitados

El siguiente es un estudio del riesgo predial y geográfico de los establecimientos seleccionados realizado a partir de la metodología propuesta por los Ings. Agrs. Alejandro La Manna y Enrique Malcuori.

La metodología pretende advertir sobre el nivel de riesgo generado por un establecimiento en el ambiente, de forma de adoptar las medidas correctivas necesarias para mitigar los impactos negativos. Se toman en cuenta el riesgo geográfico y el riesgo predial.

		RIESGO GEOGRÁFICO		
RIESGO PREDIAL		BAJO	MEDIO	ALTO
	BAJO	BB	BM	BA
	MEDIO	MB	MM	MA
	ALTO	AB	AM	AA

Tabla 9: Matriz de riesgo y zonas respectivas

Con el fin de construir la matriz de riesgo fue necesario determinar el riesgo predial de cada establecimiento y el riesgo geográfico del lugar en que está implantado, y compararlos.

En la evaluación del riesgo geográfico se consideró la vulnerabilidad de las aguas subterráneas y superficiales de la zona. El análisis de la vulnerabilidad del agua subterránea se realizó en función de la distancia a la napa y las características geológicas de la zona (tipo de acuífero). Para los establecimientos que se encuentran sobre el Acuífero Raigón se recurrió a la Carta de Vulnerabilidad de dicho acuífero. La vulnerabilidad de los recursos de agua superficial se consideró en función de la distancia al curso de agua más próximo, su importancia, y la pendiente del terreno.

El riesgo predial se determinó a partir del número de vacas del tambo, las prácticas de ordeño (tiempo de ordeño, alimentación en salas y patio de alimentación, separación de la bosta seca), así como la gestión realizada de los efluentes y el estiércol.

ESTABLECIMIENTO	DISTANCIA AL NIVEL FREÁTICO	TIPO DE ACUÍFERO	/ULNERABILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	/ULNERABILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	RIESGO GEOGRÁFICO	NÚMERO DE VACAS	PRÁCTICAS DE ORDEÑO	GESTIÓN DE EFLUENTES Y ESTIÉRCOL	RIESGO PREDIAL	ZONA DE RIESGO
1	***	***	B	M	B	A	A	A	A	ZONA 2
2	***	***	M	A	M	A	S/D	A	A	ZONA 2



ESTABLECIMIENTO	DISTANCIA AL NIVEL FREÁTICO	TIPO DE ACUÍFERO	/ULNERABILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	/ULNERABILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	RIESGO GEOGRÁFICO	NÚMERO DE VACAS	PRÁCTICAS DE ORDENE	GESTIÓN DE EFLUENTES Y ESTIÉRCOL	RIESGO PREDIAL	ZONA DE RIESGO
3	***	***	A	A	A	S/D	S/D	A	A	ZONA 1
4	***	***	M	A	M	A	M	A	A	ZONA 2
5	B	A	M	A	M	M	A	A	A	ZONA 2
6	B	A	M	A	M	B	M	A	M	ZONA 2
7	***	***	A	A	A	B	B	M	M	ZONA 2
8	***	***	A	M	A	A	A	A	A	ZONA 1
9	M	M	M	A	M	A	A	A	A	ZONA 2
10	***	***	A	A	A	A	A	M	M	ZONA 2
11	B	A	M	B	M	A	A	M	A	ZONA 2
12	B	A	M	A	M	B	M	M	M	ZONA 2
13	B	A	M	M	M	A	A	M	M	ZONA 2
14	B	A	M	A	M	A	S/D	A	A	ZONA 2
15	B	A	M	B	M	A	A	A	A	ZONA 2
16	B	A	M	M	M	A	A	M	M	ZONA 2
17	B	A	M	A	M	A	A	M	M	ZONA 2
18	M	A	M	A	M	B	M	M	M	ZONA 2
19	B	A	M	A	M	M	S/D	A	A	ZONA 2
20	B	A	M	A	M	M	A	M	M	ZONA 2
21	M	M	M	A	M	M	A	A	A	ZONA 2
22	B	M	M	M	M	M	A	M	M	ZONA 2
23	A	M	M	M	M	B	M	A	M	ZONA 2
24	A	B	M	A	M	A	A	A	A	ZONA 2
25	B	M	M	A	M	A	A	A	A	ZONA 2
26	B	M	M	A	M	M	M	A	A	ZONA 2
27	B	M	M	M	M	B	A	M	M	ZONA 2
28	B	M	M	A	M	---	S/D	M	M	ZONA 2
29	B	M	M	B	M	B	M	M	M	ZONA 2
30	B	M	M	M	M	B	B	A	M	ZONA 2
31	B	M	M	M	M	M	A	A	A	ZONA 2
32	B	M	M	M	M	B	M	M	M	ZONA 2
33	B	M	M	M	M	B	M	M	M	ZONA 2
34	B	M	M	M	M	A	M	A	A	ZONA 2
35	A	M	M	M	M	M	B	A	M	ZONA 2
36	B	M	M	M	M	A	A	A	A	ZONA 2



ESTABLECIMIENTO	DISTANCIA AL NIVEL FREÁTICO	TIPO DE ACUÍFERO	VULNERABILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	VULNERABILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	RIESGO GEOGRÁFICO	NÚMERO DE VACAS	PRÁCTICAS DE ORDEÑE	GESTIÓN DE EFLUENTES Y ESTIÉRCOL	RIESGO PREDIAL	ZONA DE RIESGO
37	***	***	M	M	M	M	A	M	M	ZONA 2
(***) Establecimiento sobre el Acuífero Raigón - Para establecer la vulnerabilidad del acuífero en esta zona se utilizó la Carta de Vulnerabilidad del Acuífero Raigón										

Tabla 10: Riesgo predial y geográfico de los establecimientos

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
5,4%	94,6%	0%

Tabla 11: Porcentaje de establecimientos en cada zona

Se desprende de las tablas anteriores que la mayoría de los establecimientos se encuentran en la zona 2 de la matriz presentada en la Tabla 10. Sólo 2 de los establecimientos visitados quedan ubicados en la zona de riesgo predial y geográficos altos. El nivel de riesgo generado por la mayoría de los establecimientos en el ambiente es medio, lo que indica que pueden existir grandes oportunidades de mejora en lo que se refiere a la minimización de los impactos negativos generados por los establecimientos sobre el ambiente.

3.10 Conclusiones del diagnóstico

Como reflexión final a partir del presente diagnóstico, la minimización de los impactos negativos causados por los emprendimientos lecheros no implica inversiones significativas. Si bien se requiere una inversión inicial importante, ésta debe formar parte de lo que significa el emprendimiento en su conjunto. Luego de disponer de las unidades adecuadas, las horas de personal requeridas para la operación son pocas, y los gastos de mantenimiento son mínimos.

El problema se presenta cuando se deja de operar adecuadamente el sistema: éste pierde funcionalidad rápidamente, y el establecimiento queda con una inversión inicial que no genera resultados favorables, además de un creciente número de riesgos ambientales en ciernes.

Los aspectos en que se detectaron mayores oportunidades de mejora son el manejo de los sólidos biológicos (bosta) y la disposición final del efluente, además de temas vinculados al mantenimiento de las unidades y mejora de ciertos aspectos constructivos.

En las siguientes figuras se pueden observar distintas unidades de los sistemas de tratamiento, correctamente diseñadas, operadas y mantenidas.



Figura 11: Canales de alimentación de lagunas



Figura 12: Cámaras de retención de sólidos



Figura 13: Trampas



Figura 14: Estercoleros



Figura 15: Laguna Anaeróbica



Figura 16: Lagunas Facultativas