



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE
BUENOS AIRES.**

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS.

LICENCIATURA EN DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN AMBIENTAL.



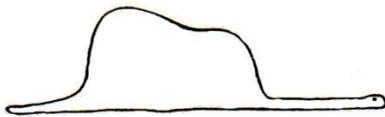
Diagnóstico ambiental de dos tambos en la cuenca
Mar y Sierras, Tandil, Provincia de Buenos Aires.

Tesista: Cisneros Basualdo, Nicolás Eloy

Director de Tesis: Dr. Miguel, Roberto Esteban

Co-Director: Dr. Med. Vet. Dick, Alberto

Año: 2015



*Ahora que empiezo a ser mayor, espero nunca
olvidarme del peligro de las Boas...*

Agradecimientos:

El poder llegar a esta instancia, y el poder cerrar una etapa en mi vida, no hubiera sido posible de no ser por mucha gente que constantemente me dio una mano durante todo el proceso. Realmente quisiera poner a todos y cada uno de ellos, pero sería una lista interminable, así que les pido disculpas de antemano a aquellos que no puedo nombrar específicamente.

A mis directores Esteban y Alberto. Por confiar y creer en mí. Por la paciencia que me han tenido durante todo este tiempo, acompañándome y guiándome a cada paso en este nuevo camino en mi vida.

A los jurados de esta tesis Roxana y Corina, quienes siempre estuvieron presentes. Por el apoyo y el aliento durante toda la carrera.

Al CINEA. Excelente grupo de profesionales, pero sobre todo de personas. Me adoptaron en su familia, sin dudar en dar una mano cuando lo necesitaba.

A Miguel Quiroga, Roberto Landa y Anahí Tabera, por la paciencia.

A Francisco Furlon, Sol Juncos y los operarios de los tambos donde desarrollé el trabajo. Por la predisposición y porque se animaron a que los deje ayudar en una temática tan delicada como el ambiente.

A las empresas GEA Farm Technology y FRIOTOTAL. No tuvieron problema en saciar las curiosidades de un estudiante, y ofrecieron toda la información sin recelo.

A mis “colaboradores foráneos” Dari, Dani, Eli, Lola e Iña.

A todos mis viejos amigos y a mis nuevos viejos amigos. Ellos son quienes mantienen encendida la llama que ilumina mi vida, con quienes comparto aventuras y mates.

A Paula. Aunque la vida nos haya distanciado, he vivido momentos maravillosos de mucho valor para mí, entregándonos sonrisas y felicidad.

Familia, mi sustento, mi base. Donde me inculcaron el respeto a la vida y a la naturaleza. Quienes me enseñaron a ser quién soy.

A Mati. Me enseña día a día a llevar una vida humilde, feliz y agradecida.

Índice

RESUMEN	1
CAPITULO I	4
1. <i>Introducción</i>	4
1.1 Problema de investigación:	4
1.2 Pregunta de Investigación:	5
1.3 Objetivo General:	5
1.4 Propósito	5
CAPITULO II	7
2. <i>Antecedentes</i>	7
CAPITULO III	10
3. <i>Marco de Referencia</i>	10
3.1 Marco Teórico	10
3.2 Marco Legal Ambiental	27
3.3 <i>Metodología Específica:</i>	42
CAPITULO IV	47
4.1 <i>Área de Estudio.</i>	47
4.1.1 Breve descripción del medio socio-económico del partido de Tandil	48
4.1.2 Descripción del medio físico natural.	57
4.2 <i>Diagnóstico de funcionamiento del Tambo</i>	80
4.2.1 Extracción y uso de agua de pozo.	87
4.2.2 Limpieza de corral y maquinaria	89
4.2.3 Tratamiento de efluentes	90
4.2.4 Generación y Disposición de Residuos Sólidos	94
4.2.5 Otros servicios	95
4.2.6 Síntesis de las Principales diferencias entre tambos	95
CAPITULO V	99
5.1 <i>Puntos críticos considerados de la actividad en los Tambos.</i>	99
5.1.1 Uso y gestión del agua en tambo	99
5.1.2 Gestión de efluentes de tambo	105
5.1.3 Determinación del peligro de contaminación del sistema hídrico subterráneo en el sitio de las lagunas de tratamiento.	125
5.1.4 Gestión de Residuos sólidos en el Tambo.	134
5.2 <i>Propuestas de Buenas Prácticas en la actividad tambera</i>	142
5.2.1 Minimización de consumo de Agua:	142
5.2.2 Tratamiento de Efluentes:	146
5.2.3 Gestión de Residuos agropecuarios:	159
5.2.4 Otras recomendaciones	167
	v

CAPITULO VI	173
<i>Conclusión</i>	173
<i>Comentarios finales</i>	177
Bibliografía de Tesis	180
<i>Sitios de Internet consultados</i>	188
ANEXO	189
<i>Detalle de los pozos</i>	189

Índice de Tablas:

Tabla 1: Principios Básicos Ley General del Ambiente	29
Tabla 2: ANEXO II Resolución ADA 336/2003.....	36
Tabla 3: Industrias en Tandil	50
Tabla 4: Tipos de suelo en el área de estudio	61
Tabla 5: Profundidad del NP en pozos	66
Tabla 6: Determinación de Conductividad.....	70
Tabla 7: Valores de pH.....	73
Tabla 8: Concentración de Cloruros.....	74
Tabla 9: Concentración de Nitratos en muestras.....	75
Tabla 10: Diferencias entre Tambos	95
Tabla 11: Cantidad de excreta diaria promedio para una vaca.....	106
Tabla 12: Orina de vaca: cantidad, composición química y pH.	107
Tabla 13: Conductividad y pH.	112
Tabla 14: Sólidos del Efluente.....	113
Tabla 15: Demanda biológica y química de oxígeno en efluente.....	114
Tabla 16: Concentración de Bionutrientes.....	114
Tabla 17: Análisis bacteriológico de efluentes.....	116
Tabla 18: Porcentaje inhibición en semillas.....	119
Tabla 19: Rendimiento sistemas de tratamiento de efluente.....	121
Tabla 20: Vulnerabilidad del acuífero en área de estudio.....	127
Tabla 21: Carga Contaminante.....	133
Tabla 22: Elementos estructurales.....	135
Tabla 23: Elementos de Tambo.....	135
Tabla 24: Elementos de Higiene y Limpieza	137
Tabla 25: Elementos de Medicina Veterinaria	137

Índice de Figuras

Figura 1: Desarrollo Sustentable	12
Figura 2: Característica de la Auditoría Ambiental	17
Figura 3: Esquema de Tambo.....	24
Figura 4: Área de estudio dentro de la Provincia de Buenos Aires	47
Figura 5: Evolución de la cantidad de unidades productivas (tambos), de vacas totales (VT) e indicadores de escala y de producción animal.	53
Figura 6: Cuencas Lecheras Nacionales	53
Figura 7: Cuenca Mar y Sierras	55
Figura 8: Balance hídrico histórico - Tandil	57
Figura 9: Distribución de temperatura y humedad.....	58
Figura 10: Tipo de suelo en el área de estudio	61
Figura 11: Topografía Área de Estudio	63
Figura 12: Cuencas Hídricas	63
Figura 13: Pozos Seleccionados	65
Figura 14: Esquema para la medición del Nivel Piezométrico (H).....	65
Figura 15: Mapa equipotencial	67
Figura 16: Gráfico de Conductividad.....	70
Figura 17: Mapas de Isoconductividad	72
Figura 18: Mapas Isoconcentración de Cloruro	78
Figura 19: Mapas de Isoconcentración de Nitrato	79
Figura 20: Diagrama de Flujo de Tambo	80
Figura 21: Biotipos	82
Figura 22: Animales en corral de espera Figura 23: Alimentación durante ordeño	84
Figura 24: "Dip Cup".	85
Figura 25: Diagrama de sala de ordeño de tipo "Espina de pescado", dos bretes por unidad.	86
Figura 26: Pezoneras Figura 27: Fosa y máquina de ordeño	86
Figura 28: Gestión del agua en el Tambo.....	87
Figura 29: Placa de intercambio calórico	88
Figura 30: Limpieza de corral	90
Figura 31: Laguna de estabilización "Tambo Viejo"	91
Figura 32: Secuencia de la gestión del efluente en el "Tambo Viejo"	91
Figura 33: Serie de Lagunas "Tambo Nuevo"	93
Figura 34: Lagunas originales "Tambo Nuevo"	93
Figura 35: Lagunas nuevas "Tambo Nuevo".....	93
Figura 36: Cava con residuos	94
Figura 37: Proyectos de cuidado de agua en Tambo	103
Figura 38: Vuelco de leche a efluentes	111
Figura 39: Análisis microbiológico.	115
Figura 40: Análisis ecotoxicológico.	119
Figura 41: Colmatación de lagunas en "Tambo Nuevo"	123
Figura 42: Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas	126

Figura 43: Caracterización de los componentes de la vulnerabilidad del acuífero	127
Figura 44: Índice Clase de contaminante.	128
Figura 45: Índice Intensidad de contaminación.	130
Figura 46: Carga Hidráulica	131
Figura 47: Índice Duración de la carga	132
Figura 48: Peligro de Contaminación final	133
Figura 49: Brazo mecánico de recolección DeLaval.	144
Figura 50: Esquema de sistemas de humedales y plantas acuáticas flotantes	150
Figura 51: Planta de Biogás.....	154
Figura 52: Ejemplos de punto de acopio.....	162
Figura 53: Productores derraman leche en señal de protesta.	177

RESUMEN

En los tambos se desarrolla el proceso productivo de la elaboración de leche cruda que consiste en el uso de materias primas destinadas a la cría, ordeño, producción láctea y venta de razas especializadas de vacas. Como resultado de un contexto político económico, orientado a aumentar la producción y rentabilidad del sector tambero para insertarse en el mercado internacional de leche, se evidencia un proceso de intensificación y concentración de la producción, es decir mayores litros de leche en menor número de establecimientos. Paralelamente, esta situación implica un aumento en la generación de efluentes y residuos sólidos, y un mayor consumo de agua potable. Sin embargo, las empresas no cuentan con la infraestructura ni la gestión adecuada para hacer frente a esta situación, lo que significa un riesgo potencial de impacto para el medio e incluso para la propia producción y comercialización del producto. A raíz de esto, la presente tesis, efectuará un diagnóstico ambiental en dos tambos de la cuenca Mar y Sierras, Tandil, Provincia de Buenos Aires, como estudio de caso. Como metodología de diagnóstico se aplicará una auditoría ambiental, que consiste en una herramienta de la gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización productiva empresarial y su sistema de gestión si lo hubiere o en caso contrario, contribuir a su formulación. En este marco se pretende en primera instancia efectuar un diagnóstico de la situación ambiental del tambo a estudiar. En segunda instancia, se formularán procedimientos para implementar medios destinados a la protección del ambiente a fin de facilitar el control de las prácticas que se desarrollan en la actividad.

El objetivo por lo tanto, será el de evaluar y analizar el desempeño ambiental del tambo seleccionado, y como objetivos específicos, revelar la infraestructura y maquinaria utilizada en el tambo, describir el uso de energías y recursos, así como la generación y gestión de los desechos y efluentes durante la producción, identificar y caracterizar puntos críticos en la actividad, y proponer buenas prácticas para la mitigación y corrección de impactos, así como un sistema de gestión ambiental.

Para lograr esos objetivos, se efectuó en una primera etapa, un relevamiento de buenas prácticas y estudios antecedentes en la gestión ambiental en la actividad, para luego efectuar un diagnóstico del funcionamiento de los tambos, describiendo características del medio donde se encuentran, y sobre el funcionamiento propio de los establecimientos. En un

segundo momento, se recogieron datos en el lugar acerca de las instalaciones, mecanismos, equipamientos, consumos diarios de energía, agua y otros recursos, como una descripción del tratamiento de efluentes y residuos. Finalmente, se analizaron los datos, se efectuó el diagnóstico, y se propuso un plan de gestión ambiental de la actividad.

Se espera que a partir de este trabajo, se genere una base para la implementación de este tipo de estudios en la actividad tambera, mejorando así la situación ambiental de la actividad, tanto en el aprovechamiento de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico, como en buenas prácticas y gestión de los residuos y efluentes.

CAPITULO I

1. Introducción

1.1 Problema de investigación:

La actividad lechera en el partido de Tandil hacia el año 2014 cuenta con alrededor de 160 tambos que en su conjunto llegan a una producción de leche diaria de 528.000 litros. A partir de la intensificación de la producción como resultado de una estrategia para alcanzar condiciones adecuadas para su exportación, se dio lugar a la llegada de nuevas tecnologías en el sector primario y en el área industrial. Ello produjo un aumento significativo en la elaboración de leche, como así también un incremento en la generación de efluentes. Si bien estos establecimientos no poseen políticas u objetivos ambientales y tampoco una infraestructura de gestión y control ambiental, existe una preocupación por el daño que se pueda generar en este proceso por parte de los productores involucrados (García, 2011).

Los posibles impactos ambientales producidos en la industria lechera se concentran básicamente en la gestión y manejo de efluentes líquidos de características peligrosas, gaseosos a partir de la emisión de gases de efecto invernadero tal como el metano, dióxido de carbono, sulfuros y NO_x, y sólidos que saturan el aporte de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo en los suelos del establecimiento. Conjuntamente, el manejo del agua durante el proceso productivo es un punto crítico a considerar, ya que esta industria se caracteriza por un elevado consumo del recurso tanto para lavado de las maquinarias como para tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de los animales, además de la utilizada para riego de los cultivos.

La presente tesis pretende abordar la temática del funcionamiento y gestión de recursos y efluentes producidos en dos tambos de la localidad de Tandil. Para ello, se utilizará como metodología la Auditoría Ambiental, una herramienta de la gestión ambiental, para efectuar “una evaluación sistémica, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización” (Reglamentación 1836/93 de la Unión Europea). A partir de los resultados, se propondrán medidas correctoras o de mejoramiento en la eficacia ambiental del proceso productivo en las etapas que se crea conveniente.

Dicha temática concuerda con el perfil del licenciado en Diagnóstico y Gestión Ambiental, ya que se identificará y evaluará a partir de un diagnóstico detallado, posibles impactos producidos al medio y proponiéndose medidas de protección y mitigación. A su vez

se diseñarán políticas ambientales para la actividad y se trabajará con una de las principales herramientas trabajadas durante el transcurso de la carrera.

1.2 Pregunta de Investigación:

¿Cuál es el desempeño ambiental de un tambo perteneciente a la cuenca Mar y Sierras, Tandil, Provincia de Buenos Aires, en el año 2013?

1.3 Objetivo General:

Analizar el desempeño ambiental de dos tambos pertenecientes a la localidad de Tandil y efectuar propuestas para su gestión ambiental.

Objetivos Específicos:

- ❖ Caracterizar el proceso productivo de la actividad tampera.
- ❖ Caracterizar el medio físico donde se emplaza la actividad.
- ❖ Releva la infraestructura y servicios, e insumos y materias primas, utilizadas para la producción de leche vacuna en tambo.
- ❖ Evaluar el sistema de tratamiento y la gestión de los efluentes.
- ❖ Identificar y caracterizar puntos críticos para la gestión ambiental de la actividad.
- ❖ Proponer medidas de mitigación o corrección correspondientes a puntos críticos relevados.

1.4 Propósito

El propósito de este trabajo es brindar información para mejorar la situación ambiental de la producción lechera en tambo, a partir de la implementación de un diagnóstico ambiental de dos tambos de la cuenca Mar y Sierras, Tandil, Provincia de Buenos Aires. Una vez elaborado el diagnóstico se procura presentarlo junto una serie de recomendaciones para que fundamenten un antecedente de estudio en este ámbito, y en un futuro pueda sentar una base con el fin de realizar una política y sistema de gestión ambiental para la actividad, contribuyendo a la preservación a largo plazo del medio en donde se desarrollan.

CAPITULO II

2. Antecedentes

Si bien existe abundante información respecto a implicancia de la actividad tambera sobre variables ambientales, estas son focalizadas a aspectos específicos de la actividad (gestión de efluentes, consumo de agua, entre otros). Pocas son las que siguen una mirada sistémica y de integración, como se plantea en este trabajo.

A nivel Internacional, la bibliografía presente en revistas de divulgación científica es cuantiosa respecto a análisis de los efluentes de tambo y sus posibles tratamientos, en particular provenientes de Nueva Zelanda (Bolan *et al.*, 2004; Bolan *et al.*, 2009; Wallace y Johnstone 2010) y de Estados Unidos (US-EPA Dairy Waste Management, 1999).

Del mismo modo es el trabajo realizado con respecto al uso del agua potable en esta actividad. A modo de ejemplo, se puede citar dos booklets (cuadernillos de consulta) publicados con el objetivo de informar y ayudar en la gestión del recurso, aunque adecuadas al contexto del país de origen. Por un lado, el “Sustainable Dairying: Water Accord”¹, elaborado por DairyNZ organización que nuclea y representa a productores tamberos de Nueva Zelanda, en pos de mejorar las condiciones de productividad, sustentabilidad y marketing. Como su nombre lo indica, este documento es un acuerdo entre diversas empresas relacionadas al sector tambero neozelandés, el Estado y productores, con el objetivo de mejorar la performance de la actividad respecto a la utilización del recurso hídrico. Por otro lado, el equivalente británico al ejemplo anterior, es lo publicado por DairyCo: “Effective use of water on dairy farms”². Este cuadernillo se editó como guía para reducir el consumo de agua en los tambos pertenecientes al Reino Unido.

A nivel nacional, los trabajos con enfoque ambiental son incipientes. La investigación en el sector todavía se plantea temáticas relacionadas a la intensificación de la producción. Asimismo, debido a la disposición y subdivisión de la gestión en cuencas lecheras, la escala de trabajo suele ser provincial o regional. De todas maneras, se evidencian publicaciones a nivel nacional realizadas por el Estado, como es el caso del “Informe: aspectos Ambientales, Sociales y Económicos de la Industria Láctea”, publicado en 2009 por la Unidad de Medio Ambiente, Secretaría de Industria, Comercio y PyME de la Nación, aunque se focaliza en la cadena industrial, post tambo; y provincialmente en el 2010, el Ministerio de Asuntos Agrarios, publica el “Resumen estadístico de la cadena láctea de la Provincia de Buenos Aires”, aunque sólo aborda temas relacionadas a la productividad.

Más allá de esto, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), estación experimental Rafaela, ha realizado varios trabajos e investigaciones respecto a los efluentes en tambo, en particular sistemas de tratamiento necesarios para afrontar la intensificación

¹ Disponible on-line en: <http://www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/sustainable-dairying-water-accord/>

² Disponible on-line en: [http://www.dairyco.org.uk/resources-library/technical-information/environment/effective-use-of-water-on-dairy-farms-\(1\)/#.U_tLMfI5NAA](http://www.dairyco.org.uk/resources-library/technical-information/environment/effective-use-of-water-on-dairy-farms-(1)/#.U_tLMfI5NAA)

productiva, y sobre indicadores de sustentabilidad en la actividad (García *et al.*, 2008; Tieri *et al.*, 2014).

A nivel local, se cuenta con mayor bibliografía al respecto. En tal sentido, se ha trabajado y analizado publicaciones que abordan la temática ambiental dentro del partido de Tandil y la zona, entre ellos: Núñez *et al.* (2006); Núñez y Verellén (2007); Baldovino *et al.* (2011); Cisneros *et al.* (2013); Cisneros y Miguel (2014), como así también de su caracterización general (Dick *et al.*, 2011).

Por último, y en adición a lo anterior, en el año 2014 se aprobaron dos proyectos de extensión universitaria, relacionados con la temática, y donde el autor del presente trabajo ha participado. Por un lado, el Proyecto de Extensión Universitaria titulado: "Hacia la gestión ambiental de la Escuela Granja de Tandil", aprobado y financiado por la Secretaría de Extensión de la UNICEN, con fecha de Inicio en febrero de 2014, de dos años de duración. Dirigido por la Dra. Corina Rodríguez y codirigido por el Dr. Esteban Miguel (director de la presente tesis). El proyecto posee como objetivo el de realizar un diagnóstico ambiental del funcionamiento de la unidad educativa integrada "Dr. Ramón Santamarina", en conjunto con los docentes y alumnos. Dicha institución es de educación agropecuaria, por lo que se desarrollan una diversidad de actividades relacionadas con productividad primaria, entre ellas, un tambo.

Por otro lado, se aprobó el proyecto "Gestión del agua en áreas rurales del partido de Tandil. Aportes para un uso sustentable en actividades agropecuarias y consumo humano" Presentado a la 15° Convocatoria de proyectos de Extensión Universitaria y Vinculación Comunitaria "Universidad, Estado y Territorio" de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación Subsecretaría de Gestión y Coordinación de Políticas Universitarias, bajo la Dirección del Dr. Alejandro Ruiz de Galarreta. Sus objetivos son fortalecer el conocimiento del recurso hídrico e implementar pautas de uso y gestión, realizar actividades de educación ambiental y transferencia en sectores rurales de la comunidad, y generar un ámbito de diálogo entre la universidad y la comunidad en relación a estos temas. Dentro de este proyecto, se planea trabajar con los productores tamberos.

CAPITULO III

3. Marco de Referencia

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Ambiente

El concepto de Ambiente, su uso y la idea que se configura al trabajar con este, ha tenido un cambio trascendental a lo largo de la historia, llegando incluso a mencionarlo sin que exista un sustento teórico y conceptual definido, lo que da una idea del proceso de cambio del que ha sido sujeto y de un proceso en el que el ambiente se torna cada vez más complejo e inclusivo en distintas disciplinas.

En 1980, Gallopín publica una definición de “ambiente”. Para este autor se trata de una interrelación entre los subsistemas Natural y Socio económico, a partir de las cuales se establecen relaciones recíprocas entre el hombre y su entorno. Estas relaciones se dan en un desarrollo de tiempo, del cual se desglosan dos líneas de influencia por un lado, el económico, basada en acciones tecnológicas que influyen sobre el medio natural y Por otro una respuesta del sistema ecológico sobre el sistema social y económico de acuerdo a cómo se dio la primera. La totalidad en donde esto se lleva a cabo, es lo que el autor denomina “esfera ambiental”, y es el objeto de estudio de la gestión ambiental (Gallopín, 1980).

Roberto Fernández retoma en 1994 el concepto elaborado por Gallopín, definiendo el ambiente como aquello que no es ni sociedad ni naturaleza, sino su interrelación, caracterizada por una articulación entre la oferta brindada por el medio natural (no sólo como proveedora de materias primas, sino como receptora de los desechos) y las demandas que el medio socio económico aprovecha del primero. El autor considera que el sistema ambiental mayor es el de la ecósfera (Fernández, 1994), que alberga otros sistemas menores que se relacionan entre sí formando una estructura mayor y que presenta un desarrollo evolutivo a lo largo del tiempo transformándose y modificándose. Esto presenta una correlación con el trabajo de Rolando García (1994; 2006), ya que se considera el sistema ambiental como un sistema complejo y la existencia de elementos con una complejidad propia que interactúan entre sí.

Las acciones concretas de los subsistemas social y natural se representan en un conjunto de acciones tecnológicas de lo socio económico sobre lo natural, y de un conjunto de

respuestas o reacciones de lo natural sobre lo socio económico (Fernández, *op. cit.*). Según Fernández es aquí donde se concibe y desarrolla la problemática ambiental, ya que según la racionalidad optada por la actividad extractiva de lo social, la respuesta de lo natural y sus consecuencias sobre el primero. Una racionalidad de producción económica cortoplacista, mediante acciones tecnológicas convencionales, conlleva a una pérdida de la calidad del medio natural y a la larga, a la generación de un problema ambiental. Por otro lado, acciones basadas en el desarrollo sustentable, mediante acciones tecnológicas conservativas, alentarán una productividad ambientalmente racional (Fernández, *op. cit.*).

3.1.2 Desarrollo Sustentable

Si bien la noción de desarrollo sustentable nace en Estocolmo '72, recién es consolidada en 1987, durante la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Como producto de esta comisión se elaboró el Informe titulado "Nuestro Futuro Común", (también llamado Informe Brundtland en honor a la Primer Ministro de Noruega), en donde se define al "Desarrollo Sustentable" como "aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Guimarães, 2003).

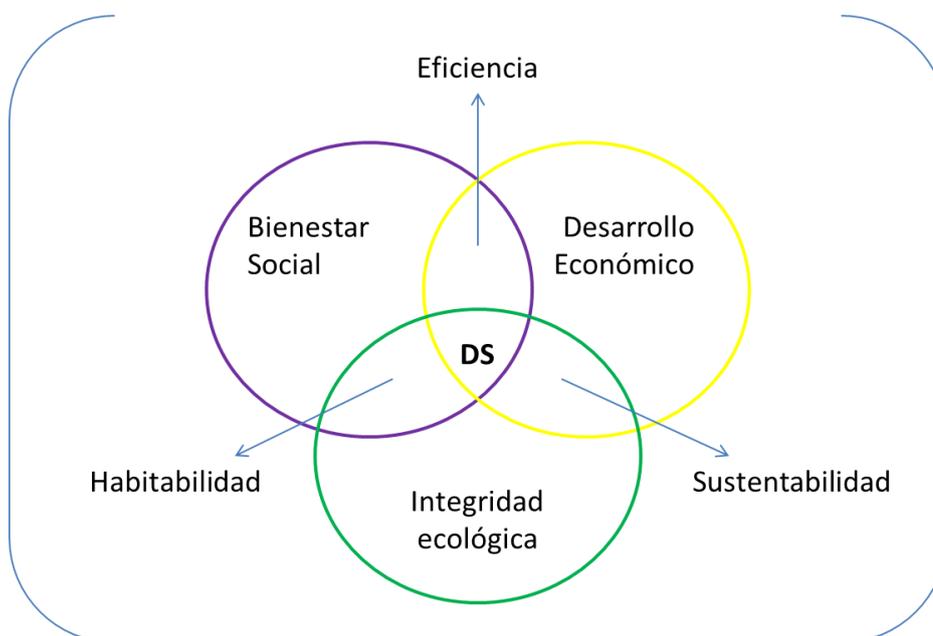
Se trata de una nueva ética y una nueva forma de abordar el desarrollo humano, en donde se pasa del egocentrismo de la economía tradicional al biocentrismo implicando que el crecimiento económico esté determinado por el funcionamiento de los sistemas naturales. Partiendo de lo anterior, el paradigma de este concepto es el de desarrollo y no el de crecimiento, lo que implica mejoras cualitativas sobre cuantitativas.

Como principales aspectos a considerar, según lo elaborado en el Informe Brundtland, se destacan establecer estrategias para alcanzar la sustentabilidad, definidas en base al contexto socio cultural, económico y natural de cada país o región en particular; entender las diferencias entre países desarrollados y en vías de desarrollo como aspectos cruciales en la crisis ambiental global; y la necesidad de un diálogo mundial en pos de soluciones ante los nuevos problemas ambientales globales, tales como el cambio climático, contaminación atmosférica, etc. (Di Pace, 2004).

A fines de esta tesis, se trabajará con la definición aportada por Allen (1996), quien define el desarrollo sustentable a partir de la interrelación entre los subsistemas Social,

Económico y Ecológico. Cada uno de ellos, posee un objetivo específico que debe relacionarse con los demás para lograr un equilibrio y de esta manera alcanzar el Desarrollo sustentable. En este sentido, el Bienestar Social, el Desarrollo económico y la Integridad ecológica, representan los objetivos específicos de cada subsistema, que resultan ser altamente interdependientes en términos temporales y espaciales (Figura 1).

Figura 1: Desarrollo Sustentable



Fuente: Allen, 1996

Como se define anteriormente, se busca alcanzar los objetivos del ámbito social y económico, en base a un límite ecológico intertemporal. Se plantea un límite material fijo del medio natural del cual se puede aprovechar los recursos, así como un límite en los residuos devueltos al medio en base a su capacidad de asimilación. Se deben garantizar la integridad de los procesos naturales que impulsan los flujos de energía y de materiales en la biosfera y se le debe otorgar el mismo derecho a la vida a las demás especies del planeta (Guimarães, 2003).

El logro simultáneo de objetivos entre cualquiera de los subsistemas que interactúan entre sí, requiere una serie de intercambios y negociaciones entre ellos, buscando el logro de objetivos específicos necesarios para alcanzar los propios. De esta manera, al considerar la esfera social, para llegar al objetivo de un bienestar social, se deberá trabajar en la equidad y eficiencia económica, y en la habitabilidad. Esto implica mejorar la condición de vida de la población, trabajando sobre los derechos humanos, equidad intergeneracional y regional en el

acceso a los recursos naturales, y logrando niveles de educación y trabajo básicos. A su vez, el principio de habitabilidad evalúa la percepción, comportamiento, significado y valor de una comunidad sobre el medio ambiente (Allen, 1996). De esta manera se busca trabajar sobre el aspecto cultural en la relación sociedad naturaleza, incorporando valores éticos y morales en la percepción que se tiene sobre el medio natural.

En segundo lugar, el desarrollo económico. Además de cumplir con lo mencionado anteriormente sobre la equidad social, debe modificar la racionalidad productiva que actualmente se lleva a cabo, optimizando la utilización de los recursos naturales y minimizando la generación de residuos devueltos al medio.

Por último la sustentabilidad ecológica, establece los criterios para la evaluación de los cambios, adaptación y límites del subsistema ecológico frente a la presión ejercida por el proceso de desarrollo socioeconómico (Allen, 1996). Esto implica determinar los límites máximos de extracción de recursos no renovables y la regeneración de recursos renovables, así como la capacidad de asimilación de residuos del medio.

A lo desarrollado anteriormente, se agrega para el presente trabajo, lo definido por Fernández (1999) como "Gobernabilidad": "campo genérico de las acciones de gestión y administración del gobierno (...) en tanto manifestación de la forma democrática de representatividad popular de gobierno local" (Fernández, 1999). Se engloban en este punto lo referente al marco legal y a las normativas vigentes que regulan las diversas actividades humanas, entre ellas su relación con el medio natural. Es un parámetro que cruza transversalmente los puntos anteriores ya que funciona en muchos casos como mediador entre los subsistemas mencionados. Fernández describe esta articulación en la actualidad a partir de una pérdida en el bienestar social y calidad de vida como producto de una constante presión de la productividad (crecimiento económico). Esto genera, por un lado, un crecimiento de población marginal y por otro un deterioro de la calidad ambiental que indirectamente perjudica la habitabilidad y por ende a la sociedad. La población afectada recurre al gobierno en búsqueda de soluciones y es aquí la importancia de este punto para llegar a un desarrollo sustentable.

La actividad tambera es uno de los puntos de encuentro entre sociedad, economía y naturaleza. Si no se realiza de manera adecuada, analizando el sistema productivo y cómo éste puede impactar en el medio, a largo plazo puede traer problemáticas ambientales asociadas a pérdida de calidad medio natural e indirectamente al social. Es por esto que la presente tesis

busca mejorar la condición ambiental de la actividad, sin perjudicar la calidad del producto elaborado, ni la economía de la empresa.

3.1.3 El Ambiente y los sistemas Complejos: aporte epistemológico y metodológico.³

Considerar el Ambiente como un campo teórico en el que se lleva a cabo la interacción entre Hombre/Naturaleza y donde se registran las problemáticas de dicha relación (Fernández, 1994), implica asumir una cosmovisión en donde se dan una multiplicidad de intra e inter relaciones complejas entre las partes que lo conforman. Por ello es que se requiere de un estudio integrado, abordando diversas disciplinas con un mismo marco epistemológico, conceptual y metodológico.

Como respuesta a lo anterior, Rolando García (1994) propone en su obra un abordaje interdisciplinario en base al enfoque epistemológico que él definió como “Sistemas Complejos”. Se lo denomina como la confluencia de múltiples procesos cuyas interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada. La complejidad de este sistema, no está dada únicamente por la diversidad de elementos que la componen, sino también por las relaciones que se dan entre sí, y por lo que García define como: “interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total” (García *et al.*, 1994). De esta manera, el sistema es más que la suma de las partes que lo componen.

Esta condición de interconectividad entre las partes es la que da origen al principio básico de la teoría de sistemas complejos. La modificación de uno de los elementos, o sectores que forman parte del sistema, produce un efecto que se propaga al resto de los elementos, a través de las relaciones que definen la estructura, llegando a generar la reorganización total del sistema (García, *op. cit.*). Estas modificaciones y su dispersión al resto del sistema, se dan de formas no lineales, impredecibles y caóticas, resultando en una gran dificultad para la predicción de su comportamiento.

La definición del sistema que se transformará en el objeto de estudio resulta difícil de realizar, debido a sus propios componentes (límites, elementos e interrelaciones) que durante

³ En base a Leff (1994).

el transcurso del trabajo lo irán modificando (García, 1994). Es la pregunta directriz la que los irá determinando y detallando el sistema junto con sus componentes.

Por un lado, los límites en la realidad empírica no existen como tal, sino que se plantean “modelando” la realidad para su estudio. Como lo explica García, esto genera dos complicaciones: Primeramente, “la definición de los límites en forma tal que reduzca al mínimo posible la arbitrariedad en el recorte que se adopte” y segundo “la forma de tomar en cuenta las interacciones del sistema, así definido, con el “medio externo” (...)”. Esto se ve reflejado en cómo un contaminante puede afectar a nivel regional, o globalmente, sobrepasando los límites propuestos para el estudio, ya que en la realidad, en el funcionamiento del ambiente, estos límites no existen.

Por otro lado, cuando se establecen los límites del sistema-objeto a estudiar, se consideran los elementos de mayor importancia y las relaciones entre ellos, estableciendo la estructura del sistema. Estos elementos, son unidades que poseen su propio funcionamiento y su propia estructura, determinando un nuevo sistema, un subsistema al considerar que forma parte de un sistema mayor que tomamos como objeto de estudio. Resulta imposible poder englobar la totalidad de los elementos y de las relaciones que se dan en un sistema.

Debido a la naturaleza de los sistemas complejos definidos anteriormente, y debido al carácter de interdependencia entre los elementos que lo componen, se excluye la posibilidad de abordaje multidisciplinario, es decir mediante la simple adición de estudios de cada elemento individualmente (García 1994). Por lo tanto García sostiene que la forma de estudiar estos sistemas es mediante la “investigación interdisciplinaria”, un estudio integral donde se logra una articulación de las diversas disciplinas con un equipo de trabajo que comparta un marco epistemológico, metodológico y conceptual. Sin embargo, cuando se afirma la necesidad de un estudio interdisciplinario del ambiente como sistema complejo, no se excluyen los estudios parciales especializados de cada disciplina. El objetivo de dicha metodología es la de poder realizar una articulación y relación entre estos estudios, dando como resultado un producto más rico en la interpretación de los procesos.

Como se detallará más adelante, la metodología utilizada para llevar a cabo la Auditoría Ambiental requiere considerar la empresa y su entorno formando parte de un mismo sistema, analizando e interpretando las diversas relaciones que se generan. Es por ello que la teoría de Sistemas Complejos, aportada por Rolando García, colaborará epistemológicamente y metodológicamente, con el desarrollo de los estudios correspondientes.

3.1.4 Sistema de Gestión Ambiental

La Reglamentación 1836/93 de la Unión Europea, define un sistema de Gestión Ambiental, como: “Aquella parte del sistema general de gestión que comprende la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar y llevar a cabo la política medioambiental”.

Este concepto nos es de utilidad para contextualizar la auditoría a realizar, ya que ésta última forma parte del sistema de gestión ambiental como un instrumento de evaluación y control, luego de que se llevaron a cabo procesos de planificación, organización y aplicación de gestión en el emprendimiento considerado.

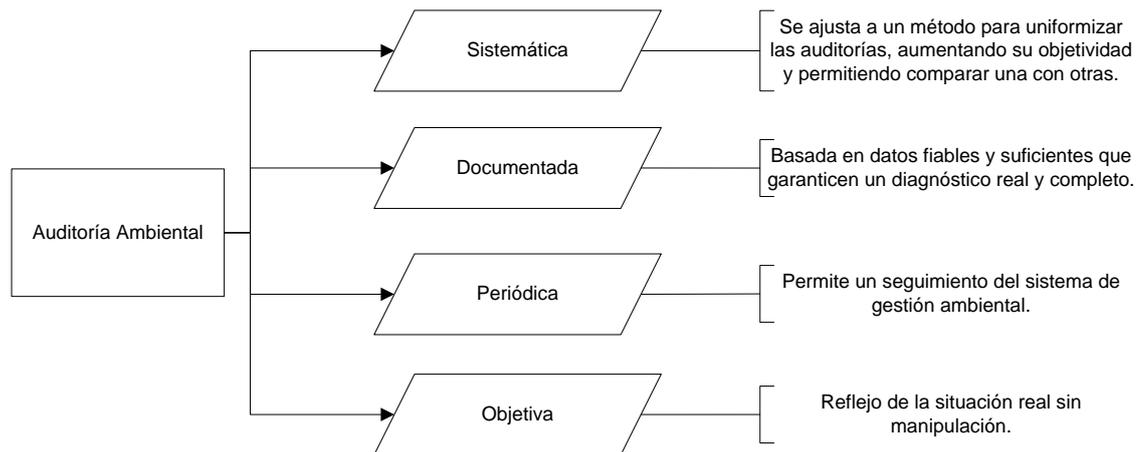
En la presente tesis, al trabajar sobre una empresa ya establecida, la auditoría permite analizar el sistema de gestión presente, si es que se posee uno, o de lo contrario sentar las bases para su elaboración y aplicación.

3.1.5 Auditoría Ambiental

El alcance del concepto de Auditoría Ambiental que la presente tesis utilizará, se basa en lo detallado por Gómez Orea y de Miguel (1994), donde se establece que es un instrumento de evaluación de la gestión, específicamente de un Sistema de Gestión Ambiental empresarial, destinado la protección del ambiente. Ésta debe realizarse de forma:

- Sistemática, aplicando una metodología de trabajo uniforme y acorde no sólo con otras auditorías de empresas del mismo rubro, sino también de futuras auditorías de la misma empresa;
- Documentada, en donde se puedan corroborar los datos utilizados, su fiabilidad y si son suficientes en pos de lograr cumplir los objetivos propuestos;
- Periódica, lo que permite un seguimiento tanto de los impactos como de las propuestas y medidas de mitigación llevadas a cabo, su funcionamiento y su eficacia ante el problema;
- Objetiva, expresando datos reales obtenidos mediante metodologías adecuadas para evitar caer en la subjetividad del equipo auditor.

Figura 2: Característica de la Auditoría Ambiental



Fuente: Elaborado por Gómez Orea y de Miguel, “Auditoría Ambiental”, 1994

Entre los objetivos de una auditoría, se destacan la facilitación en el control de determinadas prácticas que puedan generar un impacto sobre el medio donde se encuentra, su identificación, monitoreo y corrección o mitigación. Por otro lado, y relacionado con las políticas locales, su adecuación a las leyes y reglamentos nacionales y provinciales de producción, como a las que relacionan con las medioambientales de la propia empresa, o su redacción en caso de que no se presente ninguna.

Históricamente, la realización de las auditorías ambientales en empresas privadas o de servicio público se ejecutan como un procedimiento general de trabajo, siendo responsabilidad de cada empresa la forma en implementar dicho instrumento (Universidad Politécnica de Madrid)⁴. Sin embargo, en la presente tesis, se utilizará la metodología presentada por Carlos de Miguel Oñate (1996) en su tesis doctoral, denominada “Metodología de integración de variables ambientales y capacidad de asimilación del territorio”, retomada y trabajada en la publicación junto a Gómez Orea. La misma trabaja con la idea de que la industria o el foco de perturbación forma parte de un sistema mayor, que se interrelaciona con el subsistema natural donde se encuentra. A raíz de esta mirada sistémica es que se concentra en trabajar en las interrelaciones que se generan entre ambos elementos, tanto socio económicas, culturales y físicas. El entorno toma entonces un rol trascendental en cuanto al

⁴ Auditoría Ambiental. Centro de Estudios de Postgrado de Administración de Empresas. Universidad Politécnica de Madrid

funcionamiento de la industria, ya que cada uno posee características únicas, y por ende su capacidad de asimilación de contaminantes y su oferta de recursos (de Miguel, 1996).

Paralelamente, se considera como parte del entorno el marco regulatorio institucional y el marco legal propio de la actividad. De esta manera la empresa debe presentar una política ambiental empresarial acorde, basada en las interrelaciones de la empresa con el medio donde se emplaza.

Si bien en próximos capítulos del presente trabajo se desarrollará la metodología aplicada, las etapas básicas que se plantean siguen la secuencia lógica de un estudio ambiental. Se trabaja sobre la caracterización y diagnóstico del medio natural, y por otro lado sobre el funcionamiento propio de la industria. Posteriormente se analiza como son las relaciones entre ambos, detectando y evaluando posibles impactos negativos sobre el medio y las medidas correctoras o mitigadoras correspondientes. Para esto, la auditoria comienza con una planificación y organización de las actividades, estableciendo objetivos, medios con los que se cuenta y datos previos, antecedentes que aporten al estudio. Posteriormente, se lleva a cabo el desarrollo de la actividad en el propio centro, relevando aquellos datos necesarios para describir la actividad y los puntos críticos generadores de impactos. Se trabaja en las posibles medidas de mitigación y corrección que la empresa debe llevar adelante, finalizando con una serie de conclusiones y recomendaciones.

3.1.6 Política Ambiental

En el presente trabajo se considerará la definición otorgada por las Normas IRAM ISO 14.001:2004, que define las Políticas Ambientales como: *“Intenciones y dirección generales de una organización (ya sea empresa, industria, compañía, institución, siendo ésta de orden pública o privada) relacionadas con su desempeño ambiental”. “(...) Proporciona una estructura para la acción y para el establecimiento de los objetivos ambientales y las metas ambientales”.*

Son los lineamientos que posee una empresa sobre su relación con el medio que lo rodea y una clara expresión de su postura en relación al cuidado del ambiente. Es el producto de un sistema de gestión ambiental empresarial, donde se vuelcan los aspectos de mayor relevancia en relación con los objetivos perseguidos por la empresa en la cuestión ambiental.

En la presente tesis se planea realizar un análisis de la política ambiental que posee el tambo si es que presenta, o en caso de que no exista tal documento poder redactarlo en concordancia con la actividad que se lleva a cabo y con la legislación vigente.

3.1.7 Desempeño Ambiental

El concepto de “Desempeño Ambiental” se puede definir de varias maneras, dependiendo el contexto con el que se trabaje. En la presente tesis se considerará lo definido por la Norma ISO 14.004: 2004, que lo define como; “Resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales”.

Estos resultados se pueden medir y comparar de acuerdo a la política ambiental que la organización presente, considerando sus objetivos ambientales, sus metas, u otros requisitos de desempeño ambiental previamente estipulados.

3.1.8 Impacto Ambiental

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable⁵, toma el concepto de “Impacto Ambiental” que referencia a toda modificación o alteración que una actividad determinada produzca en el medio, sobre algunos de los factores ambientales y su posterior valor y significado. Éste es de vital importancia para la Auditoría Ambiental, ya que el objetivo de esta última es la identificación, caracterización y su posterior remediación o tratamiento de las posibles modificaciones negativas en el medio (que se determinará durante un análisis específico y mediante una valorización del impacto), y mejorar o preservar aquellos que son de índole positivos.

En todo transcurso de modificación, se puede identificar como elementos de estudio, un agente o fuente de esa alteración, un efecto que a partir de un cambio cuanti cualitativo de una o más características del medio receptor, se traduce a un impacto a partir de la su valorización. Para esto, es conveniente distinguir entre el concepto de “efecto”, que hace referencia a un proceso o serie de acontecimientos, originado por una “causa”, que da como resultado la alteración de un factor ambiental como tal. Por otro lado, el “impacto ambiental” se puede definir como la valorización del efecto en términos ambientales, en un momento y

⁵http://www2.medioambiente.gov.ar/bases/glosario_ambiental/definicion.asp?id=174

lugar determinado. Tomemos como ejemplo un proceso de contaminación por hidrocarburos en el mar. El hidrocarburo es el agente causal de la contaminación, proveniente de una fuente, que puede ser por ejemplo un derrame de petróleo en una plataforma de extracción marítima, por lo que sería una fuente puntual. Una vez en contacto en el agua, se dan una serie de reacciones químicas y físicas que determinan diversos efectos, como por ejemplo, impedir la penetración de oxígeno al agua, cambios en la biota por efectos tóxicos del hidrocarburo sobre especies sensibles, tanto acuáticas como costeras, etc. Esto generará impactos ambientales, en este caso negativos, relacionados a pérdida de ecosistemas, de biodiversidad, de los estados de degradación de sitios de valor paisajístico, entre otros.

3.1.9 Efluente y Residuos

Corbitt (1999) define un **Efluente** como todo líquido o sustancia que fluye de una actividad, reservorio, pileta o laguna de tratamiento o de un proceso de tratamiento. Dependiendo de su composición físico-química, puede resultar dañino para el medio receptor, y funcionar como fuente de contaminación generando un impacto negativo. Se lo puede clasificar de múltiples maneras, dependiendo su composición, u origen.

La presente tesis, considerará como efluente el líquido resultante de las actividades de rodeo de animales, ordeño y limpieza de equipamientos en el tambo.

Los **Residuos**, por su parte, poseen múltiples definiciones, dependiendo el autor y el país de donde se consulte la bibliografía. En el caso particular de la legislación Argentina, incluso existen diferencias entre las leyes nacionales y provinciales (particularmente de la provincia de Buenos Aires) en cuanto a su clasificación y definición.

Tchobanoglous *et al.* (1994) los define como todo aquel material sólido que es desechado de las actividades humanas y animales, considerado como inútil o superfluo. La legislación local, por otro lado, define a los residuos como cualquier elemento, sustancia u objeto, sólido, líquido o gaseoso⁶, del cual el dueño descarte o deba descartar. Por lo tanto, los efluentes generados en la actividad tambera, de acuerdo a lo establecido por ésta, también deberían ser tratados como residuos y clasificados de acuerdo a su composición físico-químico.

⁶ Según la Ley Provincial N° 11.720, sólo aquellos que se encuentran contenidos en un recipiente. No se hace mención de esto en otras leyes.

A fin de caracterizar y definir correctamente los residuos, esta tesis considerará lo establecido por la legislación de la provincia de Buenos Aires, donde se ubica el área de estudio (desarrollados en el marco legal), clasificándolos de la siguiente manera:

- Residuos Especiales: La Ley N° 11.720 los define como aquel residuo sólido, líquido o gaseoso (confinado) que pertenezcan a las categorías del Anexo I, excepto que presenten determinadas características (descriptas en el Anexo II) tales como:
 - Explosivos.
 - Líquidos o sólidos Inflamables.
 - Sustancias susceptibles de combustión espontánea.
 - Sustancia que en contacto con el agua, generen gases inflamables.
 - Oxidantes, favoreciendo la combustión de otros compuestos.
 - Peróxidos orgánicos. Sustancias con estructura Oxígeno – Oxígeno, ya que son inestables térmicamente y que pueden sufrir una degradación exotérmica.
 - Tóxicos para la salud humana. Por ingesta, inhalación o contacto, crónicos o agudos.
 - Sustancias Infecciosas. Que generen enfermedades en humanos o animales, ya sea microorganismos o toxinas.
 - Corrosivos.
 - Liberación de gases tóxicos en contacto con agua o aire.
 - Ecotóxicos. Sustancias bioacumulables en sistemas bióticos.
 - Cualquier sustancia que luego de su liberación pueda dar origen a otra con características peligrosas anteriormente detalladas.

- Residuos Patogénicos: Para la Ley Provincial N° 11.347 son los materiales sólidos líquidos o gaseosos, que presentan un grado de toxicidad y/o actividad biológica que pueda causar daños o efectos adversos no sólo en los seres vivos, sino también al medio receptor, ya sea suelo, agua o atmósfera. Incluye aquellos originados por la atención a pacientes humanos y animales, como así también aquellos originados por investigación científica y/o producción comercial de elementos biológicos.

- Residuos Sólidos Urbanos: Según Ley Provincial N° 13.592 son aquellos elementos, sustancias u objetos del cual el dueño desecha, como producto de actividades

cotidianas realizadas en centros urbanos y rurales, ya sea doméstico, comercial e industrial, que no posea las características de residuos especiales ni patogénicos desarrollados anteriormente.

Sumado a lo anterior, existen residuos clasificados como Radioactivos y los “Derivados de operaciones de buques”. Éstos quedan excluidos del presente trabajo debido a que no se encuentran en la actividad.

En el caso puntual de la actividad en tambo, encontramos gran variedad de residuos, que deben ser analizados para determinar su clasificación. Por un lado, generación de residuos sólidos asimilables a urbanos en los hogares y oficinas de la gerencia. Otros, debido a las actividades veterinarias propias de higiene y salubridad animal de un tambo, no sólo medicamentos, sino también elementos tales como agujas, guantes, sangre, e incluso la misma osamenta de animales muertos. Por último, presencia de envases de productos químicos utilizados para la limpieza e higiene animal y de agroquímicos.

3.1.10 Tambo

A los fines de la presente tesis, se entenderá como Tambo al establecimiento rural destinado a la crianza de especies vacunas especializadas y al ordeño, producción y posterior comercialización de leche vacuna cruda (Comerón, 1999).

Esta definición concuerda con la trabajada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en sus informes y trabajos publicados, y resulta de utilidad ya que define límites en cuanto a los pasos que realiza esta institución en la cadena de producción de productos lácteos. De esta manera, se discrimina el tratamiento realizado a la leche cruda de los procesos de elaboración de alimentos, así como su posterior comercialización.

El Censo Nacional Agropecuario del año 2002 lo define como una “actividad ganadera”, cuyo objetivo es la producción de leche a partir de razas especializadas para tal fin, y agrega la gestión y manejo del rodeo de tambo, es decir, a los animales utilizados para la producción, en los que incluye vientre, toro, terneros, toritos y vaquillonas utilizadas para la reposición de vientres y reproductores. Actualmente se debe considerar el comercio de semen de toro,

genéticamente modificados para la gestación de vacas con una generación de leche mayor al promedio.

La producción de leche en tambo se basa en producir la mayor cantidad de litros de leche cruda de calidad por animal y por hectárea con el menor costo posible, en pos de una ganancia económica a corto plazo, utilizando para ello el ciclo de parición de vacas (natural e inducido), y generación de leche post parto. Se busca la mayor eficiencia animal/hectárea, lo que significa máximo aprovechamiento productivo por hectárea para la producción de leche. Esto permite mayor número de animales en una misma superficie y por lo tanto mayor producción de litros diaria de leche cruda. Depende el establecimiento y administración, si el producto se vende a una empresa de la industria láctea, o si se continúa con la producción en el lugar.

A continuación se detallarán ciertos aspectos de importancia referidos a los tambos.

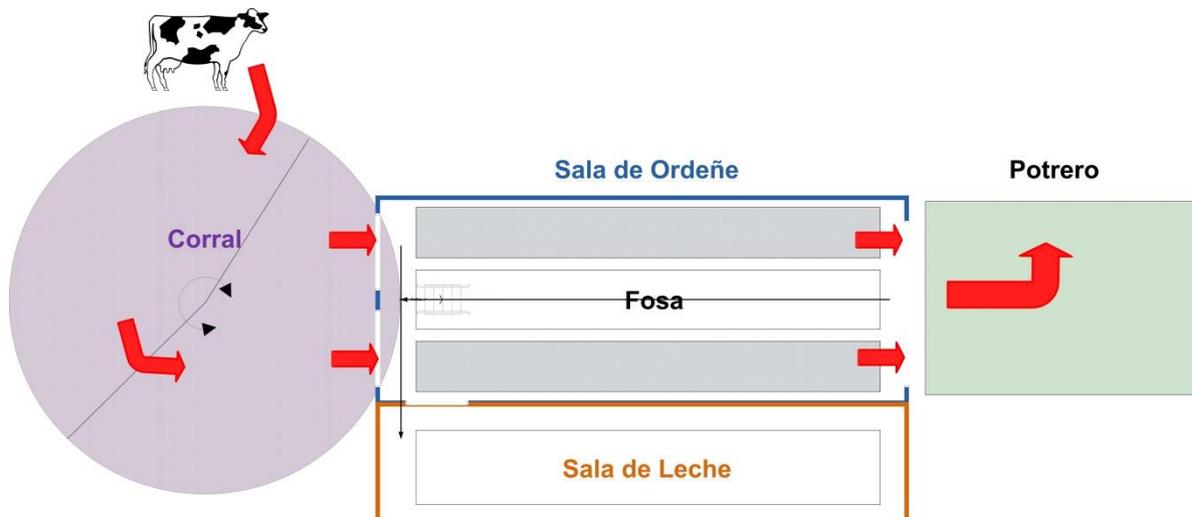
Las instalaciones:

Los tambos requieren de una infraestructura básica para llevar a cabo las tareas de ordeño, no sólo relacionadas a la extracción de la leche, sino también al manejo de los animales, su cría, alimentación, un sector de oficinas para la gestión y administración del tambo, y los hogares de trabajadores. Si bien la infraestructura varía de acuerdo a una serie de factores, tales como el lugar físico donde se asiente el tambo, número de animales con que se trabaja, entre otros, se distinguen una serie de puntos básicos para toda institución:

- Oficina de administración y control sanitario animal
- Guacheras para cría de animales
- Corrales
- Comederos y Bebederos
- Alambrados perimetrales eléctricos
- Molinos y tanques australianos
- Bombas de extracción de agua
- Silos de acopio de alimentos
- Manga, para control sanitario de los animales en campo
- Generador eléctrico
- Tanques de GLP (Gas Licuado de Petróleo)

Conjuntamente a los puntos mencionados anteriormente, se enfatizan 3 lugares de importancia en el sistema productivo (Figura 3), que se diferencian entre sí de acuerdo a su función y a las maquinarias que presentan. Primeramente, el *corral de espera* es una zona cercada donde se llevan los animales previo al ordeño, desde donde entran a la segunda sala, *de Ordeño*. Aquí es donde realiza el trabajo con los rumiantes y donde se encuentra la máquina ordeñadora. Los animales acceden en grupos que varían de acuerdo a la cantidad de pezoneras (cantidad de bajadas) que posea la máquina. Los tamberos operan en una fosa central para trabajar a la altura de las ubres de los animales. Funciona también como rejilla recolectando diversos líquidos derramados (productos de higiene animal) y la leche descartada del despunte (primer chorro de leche, antes del ordeño). En esta sala se encuentra la máquina de ordeño, que básicamente funciona a base de succión de las ubres de las vacas mediante una bomba de vacío, intercalando mediante un pulsador la entrada de aire en las pezoneras. De esta manera se simula en los pezones de los animales el masaje realizado por los terneros extrayendo así la leche. Una vez extraído, el producto es llevado a la *sala de leche*, donde primeramente se baja de 36°C a 14°C, mediante un sistema de enfriamiento por placas intercambiadoras de temperatura que utiliza agua de pozo, y posteriormente a tanques de refrigeración y almacenamiento que la mantienen a 4°C hasta que son retirados por la empresa compradora.

Figura 3: Esquema de Tambo



Fuente: Elaboración personal en base a Pinto, A. (2011)

Rutina de ordeño (Adaptado de Scala, 2008).

Se le llama Rutina de ordeño al conjunto de trabajos realizados para una correcta extracción de leche. Si bien depende de la gerencia, el ordeño se realiza dos veces al día en lapsos de 12 horas (Si el primer ordeño se realiza a las 1:00 hs, el segundo se hará a las 13:00 hs). No se puede estimar la duración del proceso, ya que dependerá del número de animales que posee el establecimiento, tipo, eficiencia y cantidad de bajadas de la máquina de ordeño y la agilidad de los operarios. A continuación se describirá una rutina de ordeño típico para un tambo de la Argentina.

La rutina comienza con el arreo de los animales hacia el corral de espera. Esto debe realizarse en lo posible sin la presencia de objetos o personas extrañas, ya que de lo contrario el animal genera la hormona de adrenalina anulando el efecto de la Oxitocina y posteriormente durante el ordeño, no se produce la correcta bajada de leche. El corral permite una entrada organizada y en grupos de los animales a la sala de ordeño. Se recomienda la identificación de las vacas enfermas de mastitis y ordeñarlas todas juntas al final, reduciendo de esta manera el riesgo de contagio a las sanas.

Una vez en posición dentro de la sala de ordeño, se procede al lavado con agua y secado de los pezones, extrayendo restos de barro, materia fecal o cualquier otra suciedad, reduciendo el número de bacterias presentes en ellas. Simultáneamente, esto realiza un primer estímulo al pezón para la posterior bajada de leche. A cada animal se le debe realizar la extracción de los primeros chorros de leche, llamado “despunte” de las ubres. Esto se cumple con el fin de detectar rápidamente aquellos animales enfermos con mastitis clínica⁷ (la leche presenta grumos). De esta manera se identifican los animales que deben ser sometidos a un tratamiento veterinario. Igualmente, la leche debe ser analizada periódicamente corroborando la salud del animal y la calidad del producto.

Se colocan las pezoneras y luego de que las ubres queden sin leche (según la maquinaria, esto se detecta automáticamente o de lo contrario depende del tambero), se los retira. El meato y esfínter de los pezones, una vez finalizada la extracción, quedan abiertos por unas horas, posibilitando el ingreso de bacterias o la proliferación de infecciones. Es por ello

⁷ Mastitis o Mamitis: Según Chung y Lindberg (2004), “reacción inflamatoria de la glándula mamaria a lesiones bacterianas químicas, térmicas o mecánicas. La inflamación se caracteriza por una gran tumefacción, calor, enrojecimiento, dolor, alteración de la función lo cual disminuirá la producción de leche y producirá un cambio de su composición.” Funciona como un indicador del manejo del rodeo en cuanto a higiene y salubridad de los animales.

que se debe realizar una correcta desinfección con iodo y posteriormente colocar un sellador en todos los pezones.

Una vez finalizado el ordeño, los animales son retirados de la sala y llevados a un potrero para su devolución al campo.

Limpieza de maquinaria.

La limpieza y desinfección diaria terminada la actividad es uno de los factores que permiten la producción de una leche de calidad. Esta etapa se lleva a cabo mediante la aplicación de agua caliente en las tuberías del sistema. Se deben adicionar dos tipos de detergentes. Por un lado, un limpiador ácido concentrado de baja espuma que penetra y remueve los depósitos minerales y piedra de leche. Por otro, un detergente alcalino clorado formulado para remover la grasa y los restos proteínicos del sistema. Luego de la aplicación de ambos productos se requiere de un enjuague general. Adicionalmente, no debe olvidarse la limpieza de la maquinaria e instalaciones por fuera de las tuberías, conservando una higiene en el lugar de trabajo (Callejo y Díaz, 2010)⁸

En lo referido a la limpieza de las instalaciones, según el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) en el Decreto Ley 2687/1977⁹, capítulo III: De los equipos e instalaciones generales, Artículo 17, se establece que todo aquella maquinaria que ha estado en contacto con la leche, el suero u otro producto derivado, debe ser limpiado minuciosamente una vez finalizado el tratamiento diario. Sin embargo no se hace mención al tipo de limpieza a realizar (alcalina o ácida) o su alternancia.

⁸ En Open Course Ware, Universidad Politécnica de Madrid: <http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico>

⁹ Decreto Ley 2.687/1977: “Establece normas para la habilitación, funcionamiento y fiscalización de establecimientos lácteos.”

3.2 Marco Legal Ambiental

A continuación se explayan las normativas de tipo Nacional y Provincial a considerar según la temática llevada a cabo en el presente trabajo. Como se dijo anteriormente uno de los objetivos de la Auditoría Ambiental es corroborar la adecuación de la actividad en el marco legal del país o región donde se desarrolla, y en caso de no ser así, buscar alternativas de gestión y de corrección para mejorar la situación en la que se encuentran.

Hacia el final de esta sección, se agregan las Normas Internacionales ISO 9.001 y 14.001, ya que aportan lineamientos relacionados a aspectos sobre la gestión de calidad y de gestión ambiental respectivamente para lograr una política propia de la actividad en lo referente al cuidado medioambiental. Sin embargo, a diferencia de las demás, son de tipo voluntario e indicativos, quedando a elección del propietario el hecho de llevarlas a cabo o no.

3.2.1 Marco Nacional

Artículo 41 de la Constitución Nacional

A partir de la Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, denominado Conferencia Brundtland, celebrada en el año 1983, donde se habla de una crisis global en cuando desarrollo humano resultado de la interacción entre la crisis económica y la crisis ecológica, se suceden una serie de cumbres internacionales es pos de una solución en conjunto a nivel internacional. Como parte de estas Cumbres, en el año 1992 se realiza en Río de Janeiro, Brasil, la Cumbre Río 92, donde participaren delegaciones de 178 países y más de 1400 representantes de ONG's. Si bien se lo consideró un fracaso desde el punto de viste de los objetivos que se habían convocado, se lo ve como exitoso la concurrencia y la importancia otorgada por los distintos países del mundo en la temática ambiental.

A nivel local, el resultado de dicha experiencia fue la inserción del derecho ambiental en Argentina, hecho que se materializó durante la reforma de la Constitución Nacional del año 1994 donde se incorpora, entre otros, el artículo 41 que será desarrollado a continuación.

En su primer párrafo, dice: *“Todos los habitantes gozan del derecho de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tiene*

el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer según establezca la ley". Claramente incluye el concepto desarrollado anteriormente en este capítulo de Desarrollo Sustentable, tal como fue definido por el Informe Brundtland, velando por el cuidado del medio ambiente para su goce y utilización productiva, de manera intergeneracional y regional. Por otro lado, hace alusión a los daños ambientales y lo define como una lesión a un interés colectivo, siendo una responsabilidad civil el recomponerlo, restaurarlo o mitigarlo.

El segundo párrafo expresa: *"Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los Recursos Naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambiental"*. El artículo busca la protección del ambiente, incluyendo no sólo el aspecto natural, sino cultural, y del funcionamiento que gobierna el ecosistema. Por otro lado establece la necesidad de un acompañamiento social a base de concientización y sensibilización de la población en lo referente al tema brindando educación y libre acceso a la información ambiental.

"Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales". En este tercer párrafo, se incluye la necesidad de dictar presupuestos mínimos por parte de la Nación, que le otorga una obligación a las provincias de redactar leyes específicas de protección. Esto se encuentra vinculado con el Art. 124 que otorga a las provincias el dominio originario de los Recursos Naturales presentes en su territorio. Las leyes realizadas deben mantener un nivel de protección dado por los presupuestos mínimos, aunque si pueden ser más exhaustivas.

Por último, el cuarto párrafo hace referencia al movimiento internacional de residuos peligrosos y radioactivos, que puedan dañar la calidad de vida de la población y del ambiente. *"Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radioactivos"*.

Como queda establecido en el Art. 31 de la Constitución Nacional, el Art. 41, junto con las leyes que en su consecuencia se dicten, son la ley suprema de la nación, junto con tratados internacionales con rango constitucional. Por lo tanto es de vital importancia tenerla en cuenta junto con las leyes específicas de toda actividad, para lograr un correcto desempeño y adecuación legal. Por otro lado se considera este artículo como el marco general a partir del cual se basan los lineamientos de índole ambiental dentro del territorio argentino.

Ley General del Ambiente N° 25.675. Sancionada en 2002.

Ley sancionada en Noviembre de 2002, establece los presupuestos mínimos para una correcta gestión del ambiente, su preservación y protección, aplicando el desarrollo sustentable como ética a seguir.

Entre otros puntos, dispone la competencia judicial y responsabilidad civil ante un caso de daño ambiental; instrumentos de política y gestión ambiental; la obligatoriedad de que cualquier persona o actividad que realice actividades riesgosas para el ambiente, de contratar un seguro ambiental; y la creación de un fondo de Compensación Ambiental administrado por cada jurisdicción, destinado a garantizar y preservar la calidad ambiental.

Paralelamente, establece el cumplimiento para toda ley de los siguientes principios básicos (TABLA 1):

Tabla 1: Principios Básicos Ley General del Ambiente

Principio	Descripción
Principio de Congruencia	Establece la relación entre la legislación provincial y municipal referida a lo ambiental. Las mismas deben adecuarse a lo planteado en la presente ley de presupuestos mínimos. En caso contrario, la presente ley prevalecerá sobre la norma que se oponga.
Principio de Prevención	Se preverán los efectos negativos que diversas causas o fuentes pudieran generar sobre el medio.
Principio de Precaución	La falta de certeza científica, no deberá usarse como motivo para postergar medidas que eviten un daño al medio ambiente.
Principio de equidad intergeneracional	Tanto las generaciones presentes como las futuras, tienen el derecho a gozar de un ambiente sano y equilibrado.
Principio de progresividad	Los objetivos ambientales deberán ser logrados de manera gradual, permitiendo la adecuación de las actividades a las nuevas leyes de protección.
Principio de responsabilidad	Aquel que produjera un daño al ambiente actual o futuro, será el responsable de costear las acciones destinadas a la mitigación, corrección o compensación del impacto.
Principio de subsidiariedad	El Estado Nacional posee la obligación de colaborar mediante subsidios las acciones destinadas a la preservación y protección del medio ambiente.
Principio de sustentabilidad	La utilización de los recursos naturales y el desarrollo económico-social, será a mediante acciones racionalmente ambientales, aplicando la ética de sustentabilidad.
Principio de solidaridad	La Nación y las Provincias, deberán actuar en conjunto para poder prevenir y mitigar posibles impactos ambientales en recursos transfronterizos, así como en sistemas ecológicos compartidos.
Principio de cooperación	En caso de necesitar tratamientos y mitigaciones de impactos ambientales en recursos compartidos, las provincias deberán trabajar de forma conjunta minimizando impactos y peligros.

La Ley presenta las herramientas de gestión y política ambiental. Si bien no se plantea la Auditoría Ambiental como una de estas herramientas (aparece en la Ley Provincial N° 11.459), si plantea un sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas en donde los sistema de gestión ambiental empresarial forman parte de este punto. Es por ello que la importancia de esta ley radica en la necesidad de la utilización de herramientas de control como parte de la gestión de la empresa, siendo la Auditoría Ambiental una posible alternativa, planteada en esta tesis, para tal fin.

Ley N° 25.688. Régimen de Gestión Ambiental de Aguas. Sancionada en 2002 y publicada en 2003.

Esta ley establece los presupuestos mínimos para un uso racional y sustentable de los cuerpos de agua, para su preservación y aprovechamiento.

Propone la creación de las cuencas inter-jurisdiccionales, así como los comités de cuencas hídricas, con la misión de “asesorar a la autoridad competente en materia de recursos hídricos y colaborar en la gestión ambientalmente sustentable de las cuencas hídricas”.

Entre las competencias de esta ley se encuentra como parte de la utilización de cuerpos de agua tanto superficial como subterráneo, el de colocación, introducción o vertido de sustancias en aguas, y la colocación e introducción de sustancias en aguas subterráneas. Estos puntos son de especial interés para la presente tesis, considerando los efluentes generados en la actividad tambera, y para consideraciones en cuanto su tratamiento y reutilización.

Ley Nacional N° 25.916 Gestión de Residuos Domiciliarios. Sancionada y Promulgada en 2004.

Establece los Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios entendidos como aquellos elementos generados en los núcleos urbanos y rurales, como consecuencia de las actividades cotidianas y de consumo. Por otro lado, denomina Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), al “conjunto de actividades independientes y complementarios entre sí, que conforman un proceso de acciones para el manejo de los residuos, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población.” Este incluye: La generación, disposición inicial, recolección, transferencia (almacenamiento temporal), transporte, tratamiento (si lo hay), disposición final.

Prohíbe el ingreso de residuos de otros países, respetando lo establecido en la Constitución Nacional en su Art. 41.

Ley Nacional N° 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios. Promulgada y sancionada en 2002.

Esta Ley, de alcance nacional, establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de los residuos industriales y de actividades de servicios, entendiéndose estos como cualquier elemento sustancia u objeto en estado sólido, líquido o gaseoso obtenido como resultado de un proceso industrial, junto por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado con la actividad, del cual su dueño descarta o deba descartar. Al igual que la Ley Nacional 25.916, define la Gestión integral de Residuos industriales y de actividades de servicio, al conjunto de etapas de generación, manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento o disposición final de los mismos.

Introduce la normativa correspondiente al uso y utilización del manifiesto, donde se detallan la naturaleza y cantidad de residuos, origen y transferencia entre las distintas etapas de la gestión integral.

A los generadores de los residuos se los considera responsables del correcto tratamiento y gestión de los residuos.

Ley Nacional N° 24.051. Residuos Peligrosos. Sancionada en 1991, promulgada en 1992.

Esta Ley, a diferencia de las anteriores, se redacta antes de la reforma constitucional del año 1994, por lo que no es de principios básicos. Nace como confirmación del convenio de Basilea de movimientos transfronterizos de residuos.

Se define Residuos Peligroso a “todo residuo que pueda causar daño directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general”. Específicamente, la ley enumera en su Anexo I, una serie de residuos considerados peligrosos. A su vez, en su Anexo II, establece las características físico-químicos que pueden determinar que un residuo sea peligroso o no. Excluye los residuos asimilables a los RSU, los

radioactivos y los relacionados a las operaciones normales de los buques, ya que poseen un reglamento específico para su control, pero incluye los residuos patológicos.

Código Alimenticio Argentino

La ley N° 18.284, junto con el Decreto N° 2.126 Anexo I y II, actualizados a Octubre de 2014, conforman el Código Alimentario Argentino. En él se encontrarán las definiciones y los parámetros básicos que regulan la calidad y composición de los diversos alimentos producidos en el territorio nacional.

El C.A.A. en su artículo 553, define “Alimento Lácteo” como la leche extraída de cualquier mamífero (en particular los vacunos), que son destinados al consumo humano. Así mismo, incluye en la definición todos aquellos derivados o subproductos, crudos o transformados.

Particularmente en el Art. 554 define la “Leche” (sin calificativo alguno), al producto obtenido “por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, (...), sin aditivos de ninguna especie”. Cabe aclarar que limita la definición a aquel producto proveniente de la vaca, aclarando que la proveniente de cualquier otro animal deberá denominarse con el nombre de la especie productora.

Entre los parámetros de calidad establece las siguientes características físico-químicas (actualizado por Resolución conjunta SPReI N° 252/2014 y SAGyP N° 218/2014):

- “Densidad a 15°C: 1,028 a 1,034. (El código omite unidad de medida, aunque se sobreentiende que es gr/ml)
- Materia grasa propia: Mínimo 3,0 gr/100 cm³.
- Extracto seco no graso (determinado analíticamente): Mínimo 8,2 gr/100 gr.
- Acidez en ácido láctico: 0,14 a 0,18 gr/100 cm³.
- Descenso crioscópico: -0,512 °C. Tolerancia de 5%.
- Proteínas totales (N x 6,38 determinado por la metodología analítica oficial - Método 13.13 – Determinación de Proteínas totales): Mínimo 2,9 gr/100gr.”

Por último, en el Art. 556 bis, actualizado por Resolución conjunta SPRyRS y SAGyP N° 33/2006 y N° 563/2006, se prohíbe en todo el país la venta al público de leche cruda, sin tratamiento pasteurizador y/o tratamiento térmico. En caso que esto sea imposible (en

pequeñas localidades), se debe solicitar un permiso especial a la autoridad sanitaria provincial correspondiente.

Por otro lado, cabe rescatar lo que se establece en el Capítulo II de “Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos” del C.A.A., el cual a partir del artículo 34, pertenece al apartado “Tambos” donde se presenta una definición de la actividad y se establecen los criterios mínimos en infraestructura y funcionamiento del establecimiento.

Resaltamos la importancia que le otorgan al consumo y calidad de agua para la actividad así como al manejo de los efluentes. Al respecto, el Artículo 43 del C.A.A. dice “Los tambos deben disponer de provisión de agua potable y de los medios adecuados para la limpieza del establecimiento”. Por otro lado, se establece que en ausencia de una estercolera, el residuo orgánico (estiércoles) y todo otro residuo sólido, debe depositarse a una distancia mínima de 50 metros del local de ordeño.

3.2.2 Marco Provincial

Artículo 28 de la Constitución Provincial

Como se dijo anteriormente, la adición del Art. 41 en la Constitución Nacional, a raíz del creciente interés en cuanto a la calidad y protección del ambiente a nivel global, introdujo nuevos lineamientos y obligaciones en las leyes provinciales referidas al resguardo, conservación y cuidado del medio ambiente.

Cabe recordar también lo establecido por el Art. 142 de la CN que le otorga a las provincias el dominio sobre los recursos naturales presenten en su territorio, como así también la obligación de protegerlos. Es por ello que las provincias adecuaron sus legislaciones, incluyendo las constituciones provinciales incluyendo estos nuevos puntos entre sus artículos.

En el caso particular de la Provincia de Buenos Aires, donde se lleva a cabo el presente estudio, se introdujo el Art. 28 a su Constitución Provincial que adecua lo redactado por el Art. 41 de la CN. En ella se plantea el derecho de los habitantes de la Provincia de Buenos Aires a gozar de un ambiente sano y equilibrado, el deber de conservarlo y protegerlo, y velar por un uso sustentable de los recursos, para las generaciones presentes y futuras.

Al igual que en la CN, debe asegurar políticas de conservación y recuperación de calidad de agua, aire y suelo, preservando, recuperando y conservando los recursos naturales presentes en su territorio. Sin embargo, este nuevo marco legal no es de principio básico como a nivel nacional, sino que son normas y estándares de control. Los Municipios pueden realizar Ordenanzas específicas a un tema ambiental, pero no deben contradecir lo establecido por las leyes provinciales ni nacionales, aunque pueden ser más estrictas.

Por último, establece la responsabilidad civil de los ciudadanos de la Provincia en cuanto daño ambiental, obligándolos a tomar medidas de corrección o mitigación en caso de que produzca un daño al medio.

Ley Nº 11.723. Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sancionada en 1995

El objeto de esta ley es la reglamentación de lo expresado en el Art. 28 de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires y establece los criterios de protección,

conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general, introduciendo la ética de Desarrollo Sustentable a las actividades llevadas a cabo en la provincia, en post de que generaciones presentes y futuras puedan gozar de un ambiente sano y equilibrado.

La Ley garantiza a la sociedad un ambiente sano donde puedan llevar a cabo sus actividades, un libre acceso a la información pública ambiental, así como se establece en el Art 41 de la CN y el Art 28 de la CP, y la participación social en la toma de decisiones referido a la cuestión ambiental, sea el uso de recursos naturales, o del ambiente en general.

Ley N° 12.257. Código de Aguas de la Provincia de Buenos Aires. Sancionada 1999

El Código “establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la Provincia de Buenos Aires” (Art 1). Le atribuye al Poder Ejecutivo, entre otros, el formular una política del agua en marco de la legislación provincial y el declarar Reservas de protección de cuerpos de agua.

Incluye la necesidad de realizar un inventario preciso de las existencias dentro del territorio provincial, tanto del recurso superficial como del subterráneo y del atmosférico. Regulariza las obras, servicios y labores relativos a la calidad de agua y tratamientos de efluentes. Establece que la Autoridad de Aplicación deberá crear Comités de cuenca hídricas que buscarán un desarrollo integrado de la cuenca o región y evaluar iniciativas de estudio, inversión y acción en el área.

Por otro lado, a partir de lo establecido en la Ley, en su Art. 3 y 4, y de la Sanción del Decreto 266 del año 2002, se aprueba la creación en el ámbito del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Subsecretaría de Servicios Públicos, de la estructura organizativa descentralizada de la Autoridad del Agua (ADA), confiriendo las funciones de autoridad de aplicación en lo referente al control de la calidad de agua dentro de la Provincia.

Resolución AGOSBA N° 389/1998. Ministerio de Obras y servicios Públicos, Administración General de Obras Sanitarias.

La Resolución establece las “normas de calidad de los vertidos de los efluentes líquidos residuales y/o industriales a los distintos cuerpos receptores de la provincia de Buenos Aires”. Otorga la responsabilidad del control de estos parámetros al Ministerio de Obras y Servicios Públicos Administración General de Obras Sanitarias.

Presenta en el Anexo I de dicha resolución un listado de industrias cuyos efluentes no pueden disponerse en pozos absorbentes, y en su Anexo II, los valores máximos permisibles en las descargas de efluentes. Estos valores se adecúan según se descargue a la colectora cloacal, a un cuerpo superficial o colectora pluvial, si es por absorción por el suelo (Lagunas, pozos absorbentes, lagunas facultativas, riego, etc.) o si se descarga a mar abierto.

A su vez, en el Art. 6, señala que los establecimientos que generan más de 50 m³/día de agua, deberán llevar un registro detallado de calidad y cantidad de efluentes.

Resolución ADA 336/2003: Modificación de la Resolución 389/1998 sobre normas de calidad de agua

En el año 2003, el ADA realiza una actualización de la Resolución 389/98, donde agrega nuevas ramas industriales en el Anexo I de dicha resolución. Así mismo, restablece los límites máximos permisibles en efluentes, presenten en el Anexo II (TABLA 2), y agrega un tercer Anexo incorporando un listado de Pesticidas organoclorados y organofosforados de la Ley Provincial N° 11.720 de Residuos Especiales que deben estar ausentes en los efluentes.

Tabla 2: ANEXO II Resolución ADA 336/2003

	PARÁMETRO	UNIDAD	CÓDIGO TÉCNICA ANALÍTICA	LÍMITES PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Con. Pluv. o cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo ¹⁰	Mar abierto
I	Temperatura	° C	2550 B	≤ 45	≤ 45	≤ 45	≤ 45
	pH	upH	4500 H + B	7,0 - 10	6,5 - 10	6,5 - 10	6,5 - 10
	Sólidos sedim.	ml / l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

¹⁰ Según la Resolución: “En “Absorción por el suelo” deben comprenderse solamente a las lagunas facultativas y riego por aspersión. Queda expresamente prohibida la inyección a presión en el suelo o en la napa en forma directa o indirecta de los efluentes líquidos tratados o no tratados de ningún tipo de establecimiento.”

	10 Min						
	Sólidos sedim. 2 horas	ml / l	Cono Imhoff	≤ 5,0	≤ 1,0	≤ 5,0	≤ 5,0
	Sulfuros	mg / l	4500 S=D	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 5,0	NE
	S.S.E.E.	mg / l	5520 B	≤ 100	≤ 50	≤ 50	≤ 50
	Cianuros	mg / l	4500CN C y E	≤ 0,1	≤ 0,1	Ausente	≤ 0,1
	Hidrocarburos totales	mg / l	EPA 418.1,6 ASTM3921-85	≤ 30	≤ 30	Ausente	≤ 30
	Cloro libre	mg / l	4500 CL G (DPD)	NE	≤ 0,5	Ausente	≤ 0,5
	Coniformes fecales	NMP / 10 Oml	9223 A	≤ 20000	≤ 2000	≤ 2000	≤ 20000
II	D.B.O.	mg / l	5210 B	≤ 200	≤ 50	≤ 200	≤ 200
	D.Q.O.	mg / l	5220 D	≤ 700	≤ 250	≤ 500	≤ 500
	S.A.A.M.	mg / l	5540 C	≤ 10	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 5,0
	Sustancias fenólicas	mg / l	5330 C	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 2,0
	Sulfatos	mg / l	4500 SO4 E	≤ 1000	NE	≤ 1000	NE
	Carbono orgánico total	mg / l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg / l	3500 Fe D	≤ 10	≤ 2,0	≤ 0,1	≤ 10
	Manganeso (soluble)	mg / l	3500 Mn D	≤ 1,0	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 10
	III	Cinc	mg / l	3111 B y C	≤ 5,0	≤ 2,0	≤ 1,0
Níquel		mg / l	3111 B y C	≤ 3,0	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 2,0
Cromo total		mg / l	3111 B y C	≤ 2,0	≤ 2,0	Ausente	NE
Cromo Hexavalente		mg / l	3500 Cr D	≤ 0,2	≤ 0,2	Ausente	NE
Cadmio		mg / l	3111 B y C	≤ 0,5	≤ 0,1	Ausente	≤ 0,1
Mercurio		mg / l	3500 Hg B	≤ 0,02	≤ 0,005	Ausente	≤ 0,005
Cobre		mg / l	3500 Cu D ó 3111 B y C	≤ 2,0	≤ 1,0	Ausente	≤ 2,0
Aluminio		mg / l	3500 Al D ó 3111 B y C	≤ 5,0	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 5,0
Arsénico		mg / l	3500 As C	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,5
Bario		mg / l	3111 B	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 2,0
Boro		mg / l	4500 B B	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 2,0
Cobalto		mg / l	3111 B y C	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 2,0
Selenio		mg / l	3114 C	≤ 0,1	≤ 0,1	Ausente	≤ 0,1
Plomo		mg / l	3111 B y C	≤ 1,0	≤ 0,1	Ausente	≤ 0,1
Plaguicidas Organoclorados		mg / l	6630 B	≤ 0,5	≤ 0,05	Ausente	≤ 0,05
Plaguicidas Orgafosforados		mg / l	6630 B	≤ 1,0	≤ 0,1	Ausente	≤ 0,1
IV		Nitrógeno total	mg / l	4500 N org B (NTK)	≤ 105	≤ 35	≤ 105
	Nitrógeno amoniacal	mg / l	4500 NH3+F	≤ 75	≤ 25	≤ 75	≤ 75
	Nitrógeno Orgánico	mg / l	4500 N org B	≤ 30	≤ 10	≤ 30	≤ 30
	Fósforo total	mg / l	4500 PC	≤ 10	≤ 1,0	≤ 10	≤ 10

Resolución ADA N° 017/2013 Feedlot, Tambos y producción porcina.

Esta Resolución regula los requisitos necesarios para la construcción y puesta en funcionamiento de obras de tratamiento de efluentes líquidos generados en feedlot, tambos y producción porcina, dentro de la Provincia de Buenos Aires.

Así mismo se deberá presentar la documentación técnica para evaluar las obras proyectadas en cuanto tratamiento de efluentes generados por los establecimientos, donde se incluya:

- Datos del solicitante.
- Documentación legal. Incluida la Declaración de Impacto Ambiental.
- Profesional asignado.
- Documentación Técnica.

Ley Provincial N° 13.592. Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Promulgado año 2006

Esta norma se correlaciona con lo expresado en la Ley Nacional N° 25.916 de principios básicos de Gestión de Residuos Domiciliarios. Establece los procedimientos de gestión integral de residuos sólidos urbanos, con el fin de preservar la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes de la provincia.

Define a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) como aquellos elementos, objetos o sustancias que son desechados por sus propietarios como producto del consumo y de las actividades cotidianas desarrolladas en los centros urbanos y rurales. Excluye aquellos asimilables a residuos patogénicos, especiales y radioactivos, reglamentados en sus respectivas reglamentaciones.

Por otro lado, establece los criterios necesarios para una gestión integral de los RSU, definiéndolo como la serie de pasos a llevar a cabo para que los residuos posean un correcto tratamiento y disposición final, de manera de generar los menores impactos posibles sobre el medio, de manera económica y socialmente aceptable. Entre las etapas presentes en la gestión integral, se encuentran: generación, disposición inicial, recolección, transporte, almacenamiento, planta de transferencia, tratamiento y/o procesamiento y disposición final.

Confiere a los municipios la obligación de presentar ante la Provincia un Programa de Gestión Integral de RSU, donde se incluyan detalladamente las etapas de gestión, como así también el tratamiento seleccionado para llevar a cabo.

Ley Provincial N° 11.347. Tratamiento, Manipuleo y Disposición Final de Residuos Patogénicos. Promulgada en 1992

Como su nombre lo indica, esta ley, tiene como objeto el de establecer las bases para la gestión de los residuos patogénicos, definidos como el desecho o elemento, sólido, líquido o gaseoso, que presente una toxicidad y/o actividad biológica tal que ponga en peligro la salud de los seres vivos, y causar una contaminación al suelo, agua o aire.

El Decreto Reglamentario N° 450/94 de la Ley N° 11.347 (actualizado en el Decreto N° 403/97) presenta los pasos a seguir en la gestión de los residuos (generación, manipuleo, transporte, tratamiento y disposición final). Para ello clasifica los residuos patogénicos en tres clases:

- *Clase A:* Provenientes de la administración de establecimientos destinados a la salud. Son asimilables con los RSU.
- *Clase B:* Son los residuos generados a partir de la atención de los pacientes o por investigación científica, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, que presentan las características descriptas anteriormente de los residuos patogénicos. Dentro de esta clase, encontramos, por ejemplo, vendas, sangres, miembros amputados, jeringas, etc.
- *Clase C:* Incluye los residuos radioactivos provenientes de las maquinarias utilizadas para el diagnóstico de los pacientes, dígase por ejemplo de radiología y radioterapia. En tal caso deben recibir un tratamiento diferencial, correspondiente a sus características físico-químicas.

Ley Provincial N° 11.720. Ley de Residuos Especiales. Sancionada y Promulgada en 1997

Esta Ley dispone los parámetros básicos para llevar a cabo una gestión de los residuos Especiales generados dentro de la provincia de Buenos Aires. Define los residuos Especial de

acuerdo a su origen descrito en el Anexo I, a menos que no posean las características enunciadas en el Anexo II.

Al igual que la Ley Nacional N° 25.612 de Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios, confiere al generador de los residuos total responsabilidad de los mismos hasta llegados a la disposición final o tratamiento. Incluye la utilización del Manifiesto como herramienta de control y seguimiento de los residuos, donde se describe, entre otros, la composición y volumen total de los residuos transportados.

3.2.3 Normas Internacionales

Las Normas IRAM-ISO son un conjunto de cánones técnicas relacionadas con la calidad y gestión de la empresa, que promueven la certificación de los productos y sistemas producción para “dar seguridad al consumidor”¹¹.

Una de las principales particularidades de estas normas internacionales es su carácter voluntario, lo que significa que el gerente de la empresa puede optar por su aplicación o no, y esto reside en una elección estratégica. Es por ello que éstas no forman parte del marco legal de por sí, aunque, sin embargo, presentan lineamientos y políticas que pueden aportar a la realización del presente trabajo, así como indicadores de calidad y desempeño ambiental.

Normas ISO 9001:

Las Normas ISO 9001 son estándares establecidos por el Organismo Internacional de Estandarización, con sede en Suiza, donde se especifican los requisitos para un sistema de Gestión de Calidad, sin importar el producto o servicio que brinda una organización pública o privada. En relación con este trabajo, se lo considerará para determinar y evaluar el funcionamiento del tambo, a partir del producto elaborado (la leche).

Normas ISO 14001:

Al igual que las normas ISO 9001, estos son requisitos necesarios para llegar a un sistema de Gestión Ambiental adecuado para la empresa. Da una guía sobre cómo debe ser su funcionamiento para que la generación de residuos sea la mínima, y a su vez, posee un sistema de tratamiento adecuado según su actividad. Se tomarán estas directrices como un complemento a la metodología específica propuesta por Gómez Orea (1994).

¹¹ Prefacio Norma Argentina IRAM-ISO 14.001. Segunda Edición. IRAM. 2007

3.3 Metodología Específica:

En la presente tesis, se analizará el desempeño ambiental de dos tambos. Para ello, se utilizará una metodología de trabajo afín a la Auditoría Ambiental, aunque al ser esta una tesis de grado, el formato en la presentación de los análisis y resultados de los datos recopilados se planteará de manera acorde a lo requerido institucionalmente.

Como ya se definió en el Marco Teórico, la Auditoría Ambiental es una herramienta de gestión empresarial que comprende una evaluación sistémica, documentada, periódica y objetiva del funcionamiento de una empresa o actividad, o una parte de ella en particular (definido en los alcances de la auditoría), con el objeto de mejorar las condiciones medioambientales de la organización, así como su adecuación a las políticas ambientales.

La implementación de esta herramienta, si bien depende los objetivos perseguidos y la definición de su alcance y tipología, posee una metodología básica de trabajo, expresada por Gómez Orea y de Miguel (1994), que consiste en tres fases, diferenciadas entre sí según el momento de trabajo, con el objeto de poder recopilar los datos necesarios, analizarlos y llegar a las conclusiones adecuadas. Las acciones son divididas en tres grandes fases:

- *Planificación y organización de la auditoría, o también denominada “Pre auditoría”:* Se procede a una identificación de la actividad, estudio antecedente sobre el funcionamiento de la industria en general, delimitación territorial, alcance y contenido del estudio, como así también establecer los objetivos generales del mismo.
- *Información y Diagnóstico o “Auditoría en el propio centro”:* Se recopila toda la información posible del medio físico en donde se encuentra la empresa, como el funcionamiento específico de la misma, el marco legal e institucional. A raíz de esto, se identifican en el proceso las etapas críticas, impactos generados y cómo es la respuesta del medio.
- *Medidas correctoras y de comunicación, actividades “Post-Auditoría”:* Se realiza un informe final donde se resume la auditoría. Se plantean las conclusiones del trabajo y en particular se presenta una evaluación y selección de medidas correctoras necesarias para corregir los impactos negativos. A su vez, es de vital importancia la

existencia de una comunicación entre los dueños de la empresa, quienes plantearon la necesidad de llevar a cabo la auditoría, y el equipo auditor, con el fin de presentar y debatir los avances y las decisiones alcanzadas por el trabajo.

A continuación se describirá brevemente lo realizado en este trabajo, para cada una de las etapas pertinentes a la metodología anteriormente descrita:

1) *La primera fase de Planificación y Organización de la Auditoría, o “pre-auditoría”:*

Para esta fase de trabajo se realizó una primera visita al área de estudio, en donde se entabló el contacto con la gerencia a cargo de los tambos. Se planteó el trabajo a realizar y se recopilaron las primeras informaciones en el campo; área de trabajo, dimensiones del campo, historia y producción de la empresa. Además, se realizó una visita a los dos tambos que dependen de la gerencia con el objeto de realizar una observación diagnóstica de la situación.

Con esto datos, se procedió a un trabajo en gabinete de recopilación y análisis de antecedentes de la industria lechera, dentro de la Cuenca Mar y sierras, en la Provincia de Buenos Aires y a nivel nacional.

Se determinó el alcance y tipo de la auditoría, delimitación territorial, objetivo general y específico y metodologías a llevar a cabo. Con respecto al equipo auditor, se presenta una limitación al ser este un trabajo de tesis de grado. Sin embargo, se la puede definir como un equipo mixto al contar con dos informantes clave trabajando en los tambos, que nos proporcionan la información respecto a las actividades cotidianas realizadas en los establecimientos, junto con la propia gerencia que brinda la información específica veterinaria y de gestión de la actividad.

2) *Segunda fase de actividades de la Auditoría en el propio centro:*

Esta fase se concentra en el diagnóstico de la situación ambiental, por lo que divide el estudio en una descripción de la actividad productiva y en una caracterización del medio físico.

Para el primer punto se realizó mediante observación directa la descripción del proceso productivo desarrollado en la empresa junto con la infraestructura y maquinarias utilizadas, sumado a la identificación y caracterización de problemas. Mediante la

realización de entrevistas focalizadas y en campo, se relevó información sobre producción diaria de leche, insumos necesarios, datos sobre los servicios básicos de energía eléctrica, gas, origen y volumen de agua consumida. Por otro lado se preguntó por la generación y gestión de los desechos, en particular por el tratamiento de efluentes. En pos de una detallada caracterización del efluente, se realizaron análisis físico-químicos y bacteriológicos en laboratorio y se realizó una comparación con la normativa vigente. Como resultado, se elaboró un diagrama de flujo del proceso productivo, identificando los puntos claves generadores de efectos ambientales.

En cuanto al medio físico, primeramente se identificó el área de estudio en dos cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) N° 3760-30-1 "Fulton" y carta IGM N° 3760-30-3 "Fábrica La Esperanza", ambas escala 1:50.000, describiendo la topografía, así como el sitio y emplazamiento dentro de la Provincia de Buenos Aires. Mediante trabajo documental y en gabinete, se caracterizó el clima, geología y geomorfología, hidrología y flora y fauna. Se trabajó con 15 pozos dentro y alrededor al área de estudio para determinar la dinámica del agua subterránea, como así también su calidad mediante análisis de laboratorio. En adición, se trabajó con el software Qgis 2.4.0 de sistema de información geográfica, donde se representó el relieve, pendientes, sub cuencas hídricas y dirección de flujo de agua subterránea.

A partir de estos datos, se realizó una identificación, caracterización y análisis de los puntos críticos originados en la actividad, conjuntamente a los problemas ambientales que estos originan y las consecuencias sobre el medio, comparando con lo expresado en el marco legal pertinente.

3) Actividades Post-Auditoría:

Identificados los puntos críticos, se procede a un análisis de alternativas de tratamiento mitigación y/o corrección de problemas. Para esto, se utilizó información documental en búsqueda de alternativas de manejo, experiencias dentro y fuera del país y consultas a profesionales

Se elaboró un informe final con los resultados, recomendaciones y propuestas de mitigación y corrección. En el presente trabajo, se representa este punto final de la auditoría en un formato de tesis.

Por último, se propuso un plan de seguimiento y control de la auditoría con tal de mantener la periodicidad propia de la metodología. De esta manera se puede corroborar a futuro la eficacia de medidas correctoras propuestas, realizando correcciones de ser necesario.

CAPITULO IV

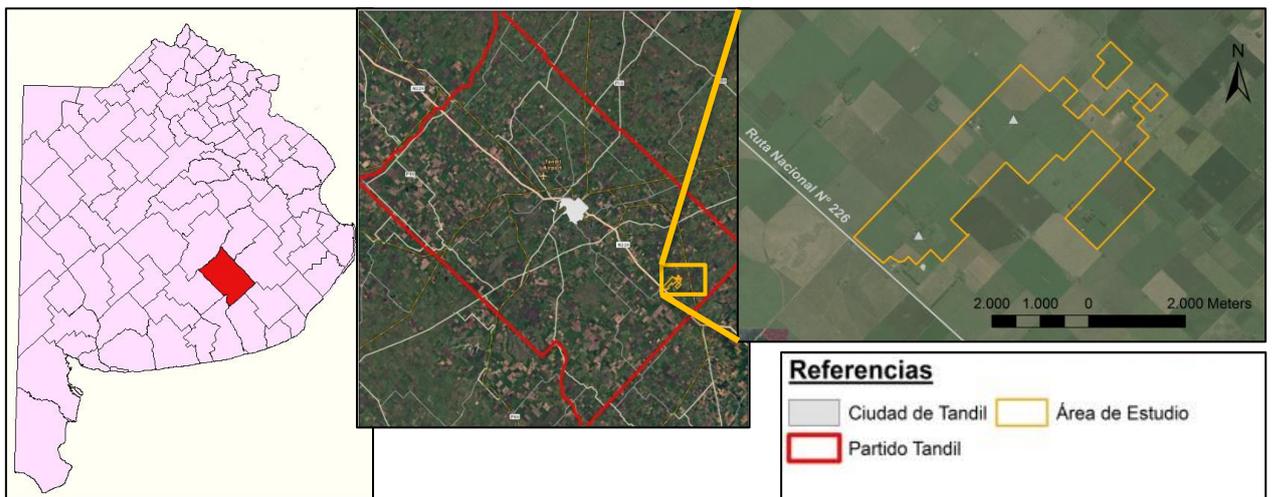
4.1 Área de Estudio.

Los tambos seleccionados para el presente trabajo se sitúan sobre un camino rural a 800 y 2.700 metros al Noreste de la Ruta Nacional N° 226 kilómetro 134, dentro del Partido de Tandil, Buenos Aires, Argentina, a 33 kilómetros de la ciudad cabecera homónima y a 70 kilómetros aproximadamente del acceso a la ciudad de Balcarce. Ambos establecimientos, se encuentran gestionados por una misma gerencia y en conjunto poseen una superficie aproximada de 681 ha, distribuidas en distintas parcelas (algunas no contiguas) que fueron anexándose al campo original a medida que la producción aumentaba.

Esta gerencia comenzó con la actividad en el año 1994, reactivando uno de los tambos presentes en el campo que funcionó anteriormente. Para el año 2001 construyeron la segunda instalación de ordeño, provisionada con nueva tecnología y comodidades.

En base a esto, y con el objetivo de diferenciar los tambos para su estudio, se denominarán como “Tambo Viejo” y “Tambo Nuevo” respectivamente. Su caracterización e identificación se detallarán más adelante en este capítulo.

Figura 4: Área de estudio dentro de la Provincia de Buenos Aires



4.1.1 Breve descripción del medio socio-económico del partido de Tandil

De acuerdo con el censo realizado por el INDEC del año 2010, la población de la ciudad de Tandil alcanza las 123.343 personas. Un incremento considerable al retomar el mismo dato del año 2001, donde se contabilizaron 101.010 habitantes. La distribución por sexo indica que la población del partido se compone de 59.915 hombres (48,56%) y 63.428 mujeres (51,44%). Se observa un crecimiento positivo, en gran parte, debido a un movimiento migratorio de familias provenientes de grandes centros urbanos aledaños como Mar del Plata, La Plata o del Conurbano Bonaerense en busca de mejores condiciones de seguridad, tranquilidad y calidad de vida. La presencia de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, significa una oferta de estudios que atrae una gran cantidad de adolescentes en busca de crecimiento académico. Por otro lado, esto también funciona como un polo de innovación técnica y tecnológica, de formación de profesionales.

Con respecto a los índices de ocupación, más de un tercio (40,1%) de los habitantes urbanos del municipio se encuentran en actividad. Entre los hombres, la tasa de empleo llega al 51% mientras que entre las mujeres es del 30,6%. Entre la población adulta de 30 a 64 años las tasas de empleo crecen (71,5%) aunque mantienen a más de una cuarta parte de este grupo fuera de todo circuito de inclusión laboral. El sector agrícola ganadera, sólo representa un 5,2% del total de ocupación.

En relación al nivel educacional de la población, el porcentaje de asistencia a instituciones educacionales es relativamente alto de 96,4%, mientras que un 3,3% nunca asistió y un 0,2% lo ignora. De este porcentaje de asistencia, el 19,6% pudo terminar el primario, el 14,4% el secundario, el 9,3% pudo terminar la educación universitaria.

4.1.1.1 Caracterización económica

Actividad primaria

El partido de Tandil posee un total de 493.500 hectáreas de superficie. Debido a las características y tipos de suelos presentes, la principal actividad primaria desarrollada es la actividad agrícola ganadera, constituyendo aproximadamente el 70% de la superficie del partido, donde el 39% de la superficie es para cultivo, el 31% para uso ganadero praderizada

(Nogar *et al.*, 1998). Su importancia económica social y cultural hace de la actividad un importante aporte al PBI del partido.

La existencia de yacimientos rocosos (granitoides, migmatitas) en el basamento cristalino de las sierras del sistema de Tandilia posibilitó el asentamiento de la actividad minera, con un fuerte arraigo cultural en la población. En la actualidad, la minería en el partido se encuentra limitada por la Ley Provincial 14.126, que declara “Paisaje Protegido de Interés Provincial”, fuera del área denominada “la Poligonal”, conformada por la intersección de la Ruta Nacional N° 226 y Provinciales N° 74 y N° 30. A raíz de esto es que las canteras de extracción deben ubicarse fuera de esta poligonal si desean seguir en funcionamiento.

El turismo es otra de las actividades de mayor importancia en la ciudad. Las bellezas paisajísticas naturales y construidas, junto con sitios de interés emblemáticos, hacen de la ciudad un punto de esparcimiento, ocio y descanso, así como punto de encuentro social, cultural y religioso. En relación a esto, la producción de alimentos artesanales, en especial de embutidos y chacinados, junto con otros regionales, funciona como una estrategia de venta en períodos de visita turística.

La economía agrícola se basa en el cultivo intensivo de trigo, soja, maíz y girasol. En las últimas décadas, la explotación se realizó con especial atención a la soja y a las de doble cultivo trigo/soja y trigo/girasol; a la vez que se observa un notable decrecimiento en áreas cosechadas de alpiste, avena y lino. Una modalidad hoy en auge es la de los “pools de siembra”, fidecomisos agropecuarios, caracterizados por un importante papel del capital financiero y organización empresarial, donde realizan una explotación de alto rendimiento en campos arrendados, orientados a la cosecha de soja, mediante la utilización de maquinaria especializada y la aplicación de químicos y fertilizantes buscan la mayor producción en el menor tiempo posible. Desarrollan estrategias para diversificar el riesgo climático y económico (Nogar *et al.*, 1998). Se suma la aparición en las últimas décadas de los “Feedlots”, corrales de engorde intensivo en poca superficie, de ganado para consumo que generan un importante impacto ambiental sobre el territorio. Ambas tendencias de clara racionalidad cortoplacista, sin medir las consecuencias de esta explotación exacerbada sobre el territorio.

Los tambos, por otro lado, poseen una larga trayectoria dentro del partido de Tandil orientados a la producción de leche vacuna, siendo novedad las de ganado ovino. Según el

Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, para el año 2009¹², el partido contaba con 103 tambos registrados. Estos se unen a los pertenecientes a la Cuenca Lechera de Mar y Sierras de la Provincia de Buenos Aires, del que el partido de Tandil forma parte. En las últimas décadas la actividad ha presentado un desarrollo de tecnologías de producción, que junto a políticas nacionales con objetivos de inclusión al mercado internacional, produce un aumento y concentración de la producción, traduciéndose en menor número de instituciones, aunque con mayor productividad de litros por día (Mancuso y Teran, 2008).

Actividad Secundaria

Las ramas de la actividad industrial presentes en la ciudad se pueden clasificar de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) de la ONU:

Tabla 3: Industrias en Tandil

Actividad	% de empresas sobre el total de Industria	% de facturación sobre el total de Industria	% de empleo sobre el total de Industria
Productos alimenticios, bebidas y tabaco.	38,7%	30,6%	15,0%
Textiles, prenda de vestir e indumentarias de cueros.	6,0%	3,3%	0,2%
Industria de la madera y productos de la madera.	8,8%	2,2%	0,5%
Fabricación de papel y productos de papel, imprentas y editoriales.	12,0%	3,1%	5,0%
Fabricación de sustancias Químicas.	1,4%	2,4%	1,3%
Fabricación de productos minerales no metálicos.	2,8%	3,2%	5,1%
Industrias metálicas básicas.	6,5%	17,4%	26,5%
Fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipos.	22,1%	37,3%	45,2%
Otras industrias manufactureras.	1,8%	0,4%	1,2%

Fuente: <http://www.cybertandil.com.ar>

¹² No se publicaron datos más actualizados.

Se observa una preponderancia de las ramas de Fabricación productos alimenticios, bebidas y tabaco (en la ciudad de Tandil, solo los dos primeros) y la Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo, acorde con el desarrollo histórico de la industria en la ciudad (Lan y Basconcelo, 1998), tanto es el aspecto económico sobre la facturación total en la ciudad, como también en lo social como proveedor de puestos de trabajo.

Debido al contexto socio económico vivido desde las últimas décadas, dentro del sector agroindustrial se ha revalorizado la estrategia de generación y retención de valor agregado sobre ciertos productos alimenticios, entre ellos derivados lácteos, como alternativa al oligopsonio del mercado nacional. Sin embargo esto es difícil de lograr debido a las imposiciones económicas y de calidad que otras compañías realizan sobre el mercado del producto (Nogar, *op. cit.*).

Actividad Terciaria

La actividad terciaria en Tandil es de la más importante en cuanto cantidad de personal y facturación, dividiéndose en dos sub-sectores de Comercio y Servicios.

En concordancia con lo presentado en el sector económico primario y secundario, las ventas al por mayor se focalizan en productos relacionados con la actividad agropecuaria, de alimentos y bebidas y de químicos, minerales, concentrando en total el 26% de las empresas y el 46% del empleo del sector comercial. Por otro lado, las actividades de relacionadas a “Alimentos y bebidas”, venta de “máquinas, vehículos y equipos”, “Indumentaria”, “Construcción y artículos para el hogar”, “Farmacia, perfumería y Artículos de Tocador”, “Artículos de Caucho” y “Muebles y otros Accesorios”, conforman el 49% de las empresas del sector Comercio de ventas al por menor (1999-2008 CD Soft Tandil)¹³.

Con respecto al sub-sector de Servicios otorgados en la ciudad, sobresalen aquellos relacionado con el Transporte, los Servicios Financieros y los Seguros, como aquellos de mayor facturación dentro de la actividad económica local. En actual expansión se puede mencionar además el de las telecomunicaciones, que proveen la conectividad a todo el partido, mediante la ampliación de la señal de celulares como así también la provisión de servicio de Internet Rural.

¹³ www.cybertandil.com.ar

4.1.1.2 Sector lácteo argentino.

La cadena láctea argentina representa uno de los complejos agroalimentarios de mayor importancia y dinamismo dentro de la economía del país, debido a la cantidad de mano de obra que ocupa y por su distribución espacial que abarca gran parte del centro del país. Para el medio rural resulta una actividad de integración al mercado nacional e internacional, incluyendo a grandes, medianas y pequeñas empresas lácteas (Perotti, 2010).

Se comienza la actividad lechera de forma comercial en Argentina en el año 1886, mediante asentamientos ubicados en las mediaciones de la ciudad de Buenos Aires, centrados en la producción de leche consumo interno y para la elaboración de manteca. Para el período de 1903-1939, comienza una expansión hacia el interior del país como consecuencia de la apertura del mercado de la manteca a Gran Bretaña, y el desarrollo de líneas de ferrocarril que conectaron e integraron el territorio nacional. Posteriormente, el sector se comportó en concordancia con la economía nacional, entre ciclos de apogeo y declive. Así, por ejemplo en los años '90 con el plan económico de la "convertibilidad" se da un aumento de la demanda interna de productos derivados lácteos, lo que significó un auge sin precedentes de la actividad, que se extendió hasta fines de 1999. La devaluación de la moneda junto con condiciones climáticas adversas condujo a un declive de la producción y del precio, figurando una crisis que se extendió hasta 2002 (Mancuso y Teran, *op. cit.*).

Durante la última década, la situación del sector lácteo comenzó a prosperar gracias a un aumento en el consumo interno de derivados lácteos y a un aumento en las exportaciones. Sin embargo el número de empresas continúa en un leve descenso. Nuevas tecnologías de producción han permitido aumentar la eficiencia de extracción de leche por animal. Debido a esto, se observa una intensificación y concentración en los sistemas de producción, llevada a cabo mediante cambios en las técnicas y número de animales en campo (Mancuso y Teran, *op. cit.*). Esta intensificación, es evidenciada por la Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Cadena Láctea Argentina, en su Anuario de Leche (2013), donde se presenta el siguiente cuadro:

Figura 5: Evolución de la cantidad de unidades productivas (tambos), de vacas totales (VT) e indicadores de escala y de producción animal.

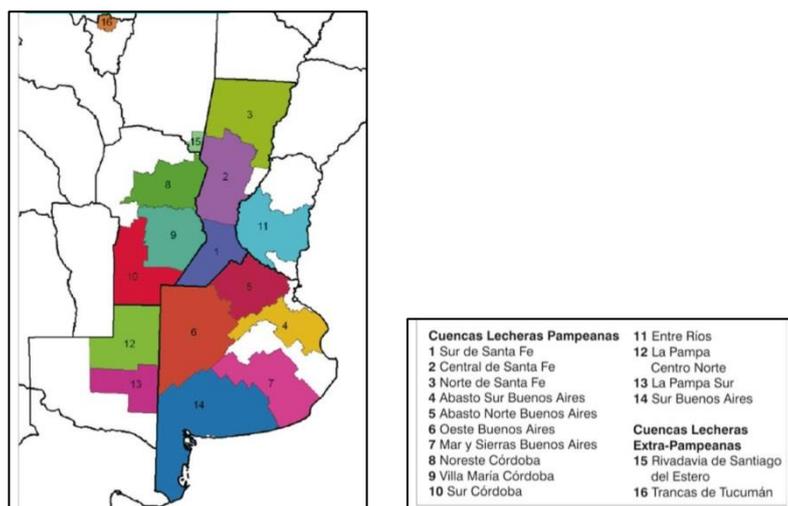
ITEMS	AÑOS				VARIACION ANUAL		
	1988	2002	2008	2012	88/02	02/12	88/12
Tambos (unidad)	30.141	15.000	11.805	11.354	-3,6%	-2,4%	-2,6%
Vacas Totales (x 10 ³)	2.010	2.005	1.784	1.748	-0,02%	-1,3%	-0,5%
Producción (litros/tambo/día)	551	1.557	2.323	2.736	+13,6%	+7,5%	+12%
Escala (vacas/tambo)	67	134	151	154	+7,4%	+1,5%	+5,6%
Producción Individual (litros/VT/día)	8-9	11-12	15-16	17-18	+2,5%	+5,2%	+4,4%

Fuente: Anuario de Lechería FunPel, 2013

Aparejado a esto, la intensificación significa un aumento en la generación de efluentes y residuos, y del consumo de agua potable de pozo, para las cuales los tambos no poseen una infraestructura adecuada para su gestión y tratamiento (García *et al.*, 2008).

En la actualidad, el territorio nacional cuenta con aproximadamente 10.914 empresas destinadas a la extracción de leche con un total de 3.522.107 cabezas bovinas¹⁴. De acuerdo a datos estadísticos provenientes del Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP), durante 2012, la producción alcanzó los 11354 millones de litros, de los cuales 78,65% (8.918 millones de litros) fueron destinados al consumo interno, mientras que el restante 21,35% al comercio internacional¹⁵.

Figura 6: Cuencas Lecheras Nacionales



Fuente: Marino *et al.*, 2011

¹⁴ Datos del Sistema Integrado de Gestión para la Sanidad Animal para Marzo de 2013, a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)

¹⁵ Resultados Provisorios.

La producción de leche se divide administrativamente en diversas cuencas lecheras. El número total de cuencas, varía de acuerdo a la fuente consultada. Mancuso y Teran (2008) detallan 12 cuencas distribuidas en las provincias de Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, La Pampa y Entre Ríos. Perotti (2010) retomando esta división, agrega una 13^{er} cuenca en la zona de Salta-Jujuy. Marino *et al.* (2011) identifican 16 cuencas en total, dividiéndolas en dos bloques: Por un lado las cuencas lecheras pampeanas que coinciden con las provincias anteriormente nombradas y por otro las cuencas lecheras extra pampeanas, donde incluye cuencas en Santiago del Estero y en Tucumán (Figura 6).

De todas maneras, existe una clara predominancia productiva centrada alrededor de las provincias de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires, alcanzando una producción de 37%, 32% y 25% respectivamente sobre el total del país.

Los sistemas productivos llevados a cabo se consideran pastoriles con suplementos de forrajes conservados y alimentos concentrados. En promedio los campos destinados a la extracción lechera cuentan con aproximadamente 250 ha de superficie con una carga animal media de 1,21 VT/ha (Mancuso y Teran, 2008).

La industria láctea del territorio nacional se caracteriza por una multiplicidad de establecimientos industriales, de diversas capacidades, aunque con una clara tendencia de concentración de la industria en las provincias de la región pampeana. En tal sentido, Perotti (*op. cit.*) clasifica las empresas de acuerdo al volumen de leche con el que trabajan. Por un lado, identificó más de mil firmas que trabajan con hasta 5.000 litros diarios de leche, diseminadas a lo largo del territorio, pero en particular localizadas en lugares donde no llegan las grandes empresas. Junto con otras de entre 5.000 y 30.000 litros diarios, presentan líneas de producción bien delimitadas hacia la producción de quesos y dulce de leche. Por otro lado, diferenció empresas que procesan rangos de entre 30.000 y 250.000 litros por día, y grandes empresas que reciben más de 250.000 litros. Éstas poseen líneas productivas diversificadas y destinadas no sólo al consumo interno, sino también al comercio exterior.

A medida que aumenta la complejización y capacidad productiva, el número de establecimientos se reduce considerablemente. Sólo un 4% del total de industrias representan las empresas de mayor capacidad, lo que refleja la concentración de la producción en pocas industrias ubicadas en las provincias de Santa Fe y Buenos Aires.

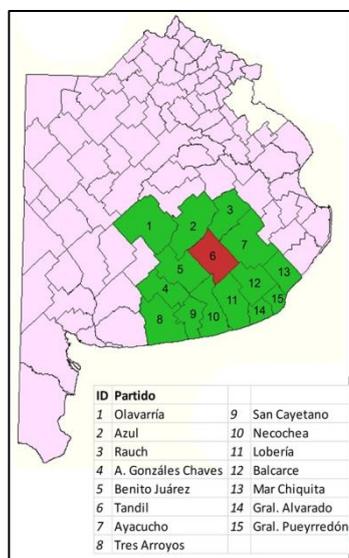
Según datos del MAGyP, cerca de un 41% de la producción se destinó a la elaboración de quesos de diversa variedad, seguido por la leche en polvo, 18% y leche de consumo en sus diferentes modalidades (pasteurizada entera y descremada, esterilizada entera y descremada, entre otros), 17%.

El destino de estos productos es mayoritariamente interno. El país fue tradicionalmente exportador de los excedentes y no fue hasta la crisis del 2001 que este valor aumentó hasta alcanzar los 30%.

4.1.1.3 Cuenca Lechera Mar y Sierras dentro de la Provincia de Buenos Aires.

La provincia de Buenos Aires posee un total de cinco cuencas lecheras que abarcan casi la totalidad del territorio. Entre ellas, la cuenca Abasto Norte y Abasto Sur, siendo de las primeras y más antiguas cuencas del país, rodea el conurbano bonaerense, abastecimiento de leche vacuna a la ciudad de Buenos Aires y alrededores; Cuenca Oeste, ubicada precisamente hacia el Noroeste de la provincia, es la cuenca de mayor producción provincial, concentrando hacia su sector norte la mayor cantidad de tambos registrados; Cuenca Sur, abarcando el suroeste, incluye zonas de Bahía Blanca y Tornquist.

Figura 7: Cuenca Mar y Sierras



Fuente: Ministerio de Asuntos Agrarios (2014)

Abarcando el centro y sureste de la Provincia de Buenos Aires, se ubica la cuenca lechera “Mar y Sierras” (Figura 7). La cuenca tiene una superficie estimada de 68.267 Km² abarcando los partidos de Olavarría, Azul, Rauch, A. Gonzales Chávez, Benito Juárez, Tandil, Ayacucho, Tres Arroyos, San Cayetano, Necochea, Lobería, Balcarce, Mar Chiquita, Gral. Alvarado y Gral. Pueyrredón, (Ministerio Provincial de Asuntos Agrarios, 2013).

El Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires es el ente regulador que lleva las estadísticas adelante para las distintas cuencas dentro del territorio provincial. Sin embargo, los últimos datos estadísticos publicados por la institución corresponden al año 2009, los cuales establecen que la cuenca Mar y Sierras a fines de dicho año poseía 241 instituciones de extracción lechera (9,71% de la provincia), los cuales aportaban el 14,36% de la producción provincial¹⁶.

Refiriéndonos al sector industrial de la cadena láctea provincial, en concordancia con otras industrias agroalimentarias, se presenta un sistema oligopólico, conformado por reducido número de empresas de gran capacidad productiva y de recepción de leche, rodeado de gran número de PyMEs, en su mayoría destinadas a la producción de quesos o derivados para consumo local o turístico. Según trabajo realizados por el INTA (Castellano *et al.*, 2009), en el censo económico de 2003, de un total de 717 locales, el 6% de los locales, poseía el 68% de los empleados y el 75% del valor bruto de la producción. En la Provincia, 3 empresas concentraban el 70% de la manufactura.

La producción se concentra en la elaboración de quesos de diversas índoles (duros, semiduros, blanda, ricota), seguida por el dulce de leche, crema y leche de consumo. El destino de estos productos es básicamente para abastecer el mercado interno, aunque luego de las crisis económicas vividas en el país de 2001, y la fluctuación del precio internacional, el porcentaje de exportación se ha acrecentado.

¹⁶ Datos Estadísticos realizadas por el Ministerio de Asuntos Agrarios. Disponible on-line: http://www.maa.gba.gov.ar/dir_ganaderia/leche/Estadisticas.xls y del Resumen Estadístico de la Cadena Láctea de la Provincia de Buenos Aires.

4.1.2 Descripción del medio físico natural.

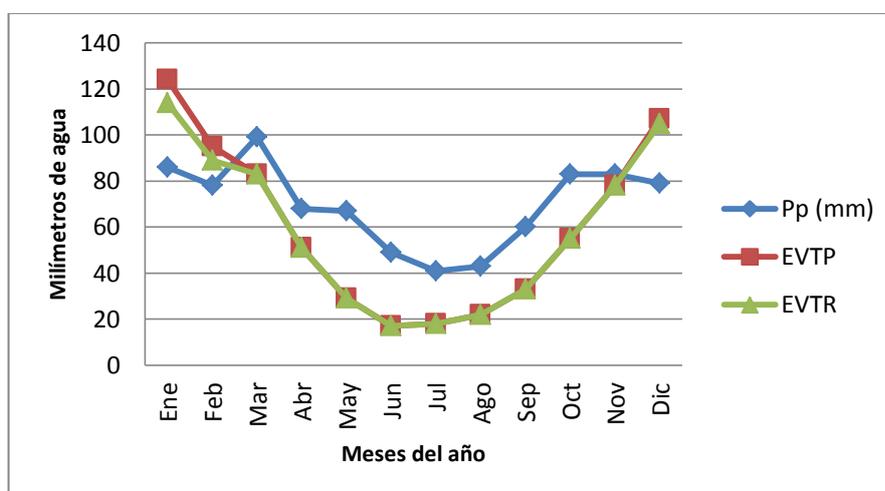
Debido a que el trabajo se realiza sobre un área alterada y modificada para la producción agrícola ganadera, sólo se tomarán y se describirán aspectos del medio físico de relevancia para el estudio y por su significancia con respecto al sistema productivo llevado a cabo por los establecimientos. Por tanto, cuestiones tales como la flora, fauna, y paisaje si bien son tenidas en cuenta en el análisis e identificación de posibles efectos, no se desarrollarán en este capítulo.

4.1.2.1 Clima

El clima del partido de Tandil según la clasificación Thornthwaite-Mather (1967) se la describe como subhúmedo húmedo mesotermal con nula o pequeña deficiencia de agua (Ruiz de Galarreta y Banda Noriega, 2005).

A partir del trabajo publicado por Ruiz de Galarreta en el año 2004 sobre balance hidrológico del partido de Tandil en el período 1900-2000 (Figura 8), se observa que la precipitación media anual es de 836 mm. Los meses estivales presentan un marcado aumento en la precipitación con respecto a los invernales, lo mismo que la variación en la temperatura y humedad.

Figura 8: Balance hídrico histórico - Tandil



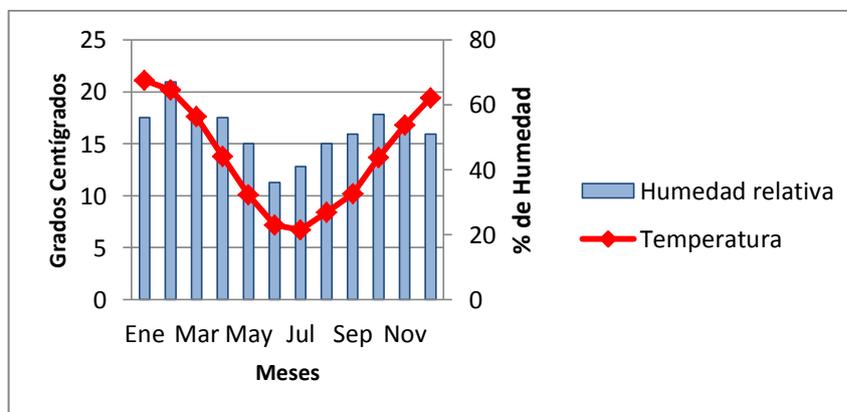
Fuente: Elaborado en base a Ruiz Galarreta, 2004

Por otro lado, la Evapotranspiración real coincide con la potencial a lo largo del año, excepto en el período estival (Enero- Marzo). Se registran excesos hídricos durante gran parte

del año, alcanzando los 142 mm, mientras que en los meses de Diciembre, Enero y Febrero se da un déficit, que alcanza 18 mm anuales. (Ruiz Galarreta, Op. Cit).

Considerando el período 1973-2013, la temperatura media anual es de 13,83°C, alcanzando una media de temperatura máxima de 20,75°C y una media mínima de 7,33°C.¹⁷

Figura 9: Distribución de temperatura y humedad.



Fuente: Elaboración personal en datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional, 2013

La Humedad relativa media anual es de 77%, siendo que en verano alcanza una media de 67% (Enero-Febrero) y en invierno de 85% (Junio-Julio) (Servicio Meteorológico Nacional, 2014¹⁸).

Debido a la circulación atmosférica, la región de Tandil posee vientos en altura predominantes del Oeste. En superficie, se da una marcada variación estacionaria de los vientos. De Diciembre a Marzo (verano), se da una mayor frecuencia de vientos del Norte, oscilando de Este a Oeste, mientras que con la llegada de la estación invernal, los vientos del Sudoeste son notoriamente más importantes debido al ingreso de aire frío desde el Pacífico Sur. La velocidad media anual alcanza los 15,2 km/hs, siendo mayor en Diciembre y menor en Mayo. (Campo, Apuntes de cátedra, 2009)¹⁹

El relieve no produce mayores influencias sobre el clima regional. Sin embargo, la presencia de serranías en el área, origina un leve aumento de las precipitaciones y heladas localmente, en particular sobre el faldeo occidental. Por otro lado, la existencia de rocas

¹⁷ Clima Aeródromo de Tandil, período 1973 -2013: www.tutimepo.net

¹⁸ Promedio de 1981-1990.

¹⁹ Apuntes de Cátedra de la materia "Climatología" perteneciente a la licenciatura de Diagnóstico y Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

“desnudas” en superficie produce una mayor presencia de bancos de nieblas y de neblinas, al evaporarse el agua más rápidamente que el entorno (Ministerio de Minería de la Nación, 2013^{20,21}). El efecto de continentalidad refuerza un clima atenuado, en particular en las épocas invernales.

Cabe aclarar que los datos proporcionados por las fuentes consultadas se basan en información meteorológica relevada en la VI Brigada Aérea de la ciudad de Tandil, ubicada a aproximadamente 45 kilómetros (en línea recta) al Noroeste del área de estudio.

4.1.2.2 Geología y Geomorfología

El partido de Tandil cuenta con una geomorfología marcada por el “Sistema de Tandilia”. Éste se desarrolla al sudeste de la Provincia de Buenos Aires y se extiende desde Olavarría hasta Mar del Plata, alcanzando unos 340 kilómetros de largo y aproximadamente 60 kilómetros en su corte más ancho. Posee una composición de rocas precámbricas, principalmente granitos, dioritas y gneis, y paleozoicas como cuarcitas y calizas. Los procesos erosivos han sido heterogéneos en la formación, dando formas características de acuerdo a la región y a las rocas predominantes (Rolleri, 1975).

A medida que nos alejamos de esta formación el relieve se torna ondulado hasta llegar a una situación de llanura, por lo que los tipos y usos de suelo son de gran variedad dentro del partido. La principal fuerza erosiva presente es la hídrica y eólica que depositan los detritos característicos de los suelos del partido (Nogar *et al.*, 2004).

Al respecto, Teruggi y Kilmurray, establecieron en 1975 la estructura geológica del basamento cristalino del sector de Tandil (Teruggi y Kilmurray, 1975). El trabajo caracterizó al sistema de Tandilia como un típico sistema de montañas de bloques, separados por fallas y alineados según ellas. Determinó una deposición sedimentaria de cuarcitas, caliza, arcillitas y dolomitas, que descansan sobre un basamento granítico (Formación La Tinta). La erosión hídrica y eólica fue la responsable del afloramiento rocoso del sistema y dependiendo de la caracterización litológica local, las geoformas tomadas por la serranía.

La formación de los suelos en superficie del partido se correlacionan con la situación de la pampa húmeda bonaerense, caracterizándose por ser de deposición de “limos loessoides

²⁰ <http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/baires/ind-clim.asp>

²¹ No se detalla en el trabajo el año de elaboración. La fuente se consultó en Diciembre de 2013.

pampeanos”, una deposición eólica de sedimentos cuaternarios, donde predomina una fracción granulométrica limosa y fracciones subordinadas de arena y arcilla.

En adición, Sánchez y Zulaica (2002) ha realizado una ordenación morfo edáfica del partido de Tandil, identificando tres dominios geomorfológicos claramente diferenciados en sus características topográficas e hidrológicas. A grandes rasgos, éstas son:

- *Serranías*: Concuerda con las sierras presentes en el partido, de relieve áspero y abrupto. Terrenos mayoritariamente superiores a los 200 m.s.n.m. con pendientes pronunciadas. Su rápido escurrimiento impide un desarrollo del suelo, en aquellas zonas donde no se da el afloramiento rocoso.
- *Llanura peri-serrana*: Constituyen una región caracterizada por un paisaje ondulado, con pendientes variables (de 1 a 5%) y presencia de valles interserranos. Se da un escurrimiento moderado, evitando la colmatación hídrica del suelo. Presentan perfiles de suelos altamente desarrollados. En los sectores de lomadas, suele encontrarse afloramiento rocoso o pedregosidad, en particular aquellas zonas próximas a dominio serrano.
- *Llanura distal*: Paisaje de llanura, con pendientes que no superan el 0,2%. La poca esorrentía produce la presencia de lagunas temporales de agua de aporte superficial, por lo que se da un régimen hídrico del suelo en estas zonas del tipo ácuico.

Los tambos en estudio, se ubican en una transición entre los dominios de Llanura peri-serrana y de Llanura o planicie Distal. Hacia el Suroeste del campo, el relieve es ondulado con pendientes del orden del 2 a 4%, de buen escurrimiento. Sin embargo a medida que nos desplazamos hacia el Noreste, el relieve tiende a suavizarse, bajan las pendientes, observándose una acumulación hídrica en superficie (Sánchez *et al.*, 1999).

Si bien no se poseen datos en el área sobre profundidad del basamento cristalino en el área de estudio, trabajos antecedentes en campos vecinos informan valores que rondan entre los 50 y 60 metros (Miguel, inédito).

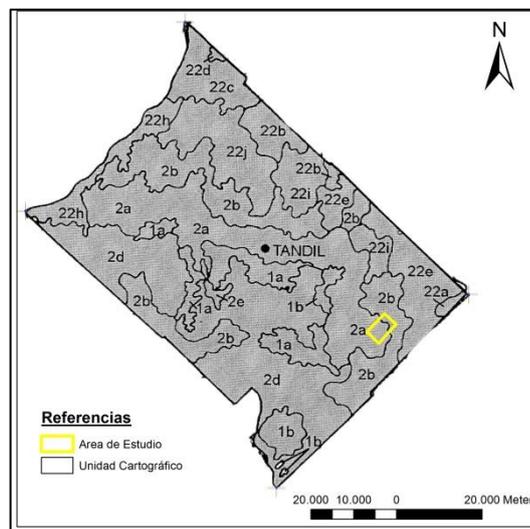
4.1.2.3 Tipo y Usos de Suelo

A partir del estudio realizado por el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) Castelar en el año 1989, se identificaron 14 unidades taxonómicas de suelo dentro del partido de Tandil (Falasca *et al.*, 2002). Dentro del área de estudio (Figura 10), sólo se identifican dos de ellas que se detallan a continuación:

Tabla 4: Tipos de suelo en el área de estudio

Unidad Cartográfica	Tipo de Unidad	Composición	% dentro de la unidad
2 a	Asociación	Argiudol típico Som. E inclinado	50
		Argiudol típico	30
		Hapludolpetrocálcico	20
2 b	Asociación	Argiudol típico Somero	50
		Argiudolácuico	30
		Natracuol típico	20

Figura 10: Tipo de suelo en el área de estudio



Fuente: Elaboración personal en base a INTA 1998.

Según la clasificación de suelo de la Soil Taxonomy, los suelos de tipo Argiudol presentan un epipedón mólico. Esto es un horizonte que luego de ser mezclado presenta un porcentaje de materia orgánica mayor al 1% y una saturación con bases mayor al 50%. Es de color oscuro por la presencia de humus y su estructura es no masiva. A su vez presenta un horizonte subsuperficial denominado Argílico (arcilla), un horizonte B con 1,2 veces mayor concentración de arcilla que el horizonte superior. Al poseer arcillas se observan frecuentemente la presencia

de cutanes. En el área de estudio, y según los estudios realizados por el INTA Castelar, encontramos Argiudoles típicos, típicos someros (en formación) y someros e inclinados, y ácuicos, que se refiere a un régimen de humedad del suelo muy húmedo, con presencia de lagunas temporales de aporte superficial, donde el suelo permanece saturado de agua durante períodos de tiempo prolongados.

El Hapludol petrocálcico se asocia con suelos sin desarrollo y someros. Son suelos donde la roca y toscas están inmediatamente después de la superficie. Generalmente se los localiza en las lomas, donde se da un afloramiento rocoso.

El Natracuol, presenta un epipedón mólico, similar al mencionado anteriormente para el argiudol, pero presenta un horizonte subsuperficial Nátrico (de Sodio), el cual posee características similares al horizonte argílico, pero con una saturación en sodio (más del 15% de la capacidad de intercambio catiónico), lo que le da a su vez una estructura prismática o columnar.

4.1.2.4 Hidrografía

En concordancia con la pendiente general del área, la escorrentía superficial se da hacia el Noreste. Al ser el terreno de forma ondulada, tornándose en llanura distal a medida que nos alejamos de las serranías y considerando los tipos de suelos presentes en el área, el terreno presenta lagunas temporarias de aporte superficial.

Próximo al área de estudio, se presentan dos arroyos de nacimiento serrana. Por un lado, 5,5 km al noroeste de los tambos se encuentra el arroyo “Las Chilcas”, y 10 kilómetros hacia el sureste el arroyo “Napaleofú Chico”, que marca el límite del partido de Tandil con el de Balcarce.

A partir de un trabajo en gabinete con las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar escala 1:50.000 y mediante modelos de elevación digitales (MED) editados con el software Qsig 2.4.0, se determinaron los límites de las cuencas hidrográficas presentes en la región del área de estudio (Figuras 11 y 12), así como la dirección de flujo y acumulación superficial.

Los tambos se ubican en una zona de divisorias de agua, abarcando parte de las cuencas de los arroyos “Las chilcas” y “Napaleofú Chico”. Sin embargo se aprecia la existencia de una sub-cuenca que cruzaría transversalmente el campo, aunque sin la formación de un cuerpo de agua superficial, excepto en épocas de intensas lluvias.

Figura 11: Topografía Área de Estudio

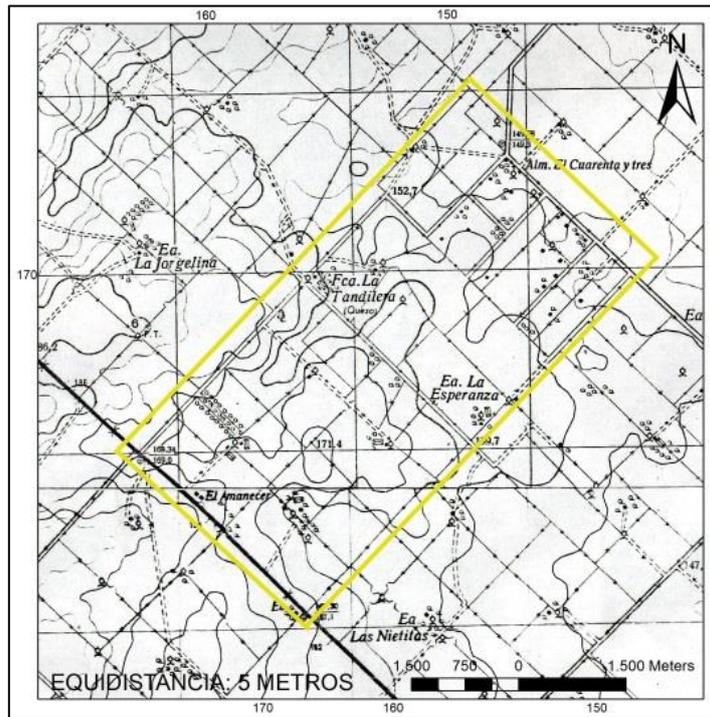
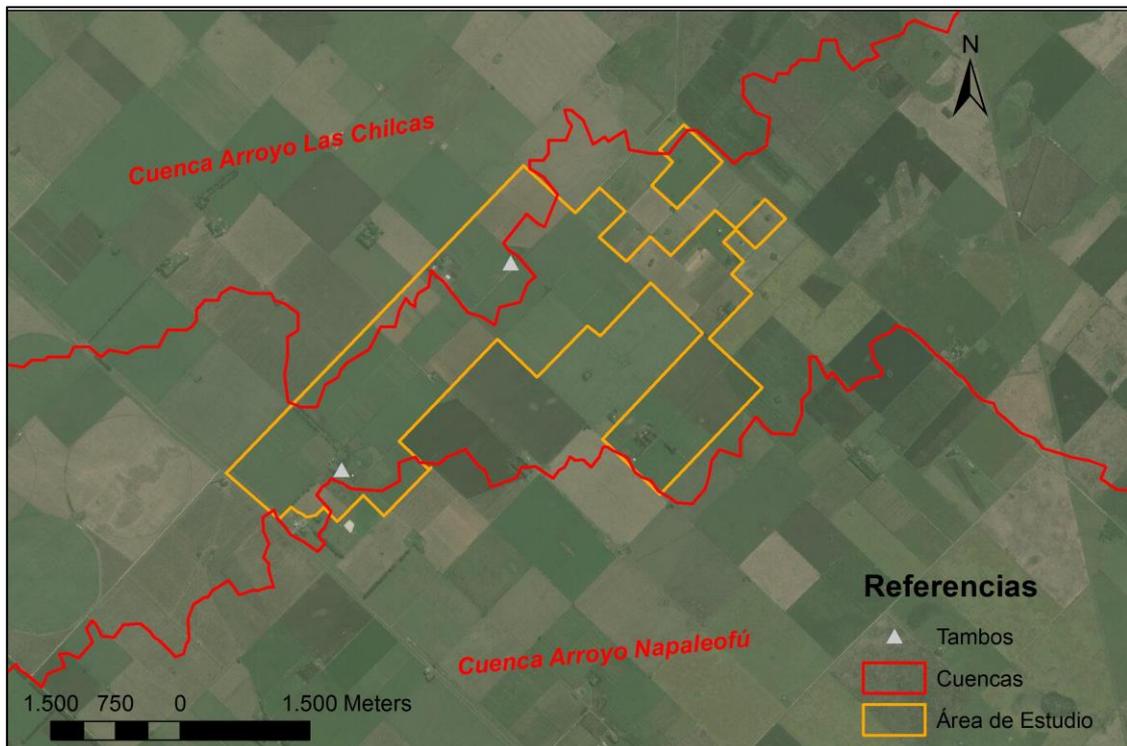


Figura 12: Cuencas Hídricas



4.1.2.5 Hidrodinámica subterránea

Luego del análisis y búsqueda bibliográfica de trabajos antecedentes del área de estudio, se desconoce la dinámica y profundidad del recurso hídrico subterráneo a nivel local. A nivel regional se da un flujo en dirección Suroeste-Noreste en concordancia con el escurrimiento superficial (Ruiz de Galarreta *et al.*, 2007). El acuífero freático se desarrolla sobre un medio poroso clástico, donde predominan materiales gruesos en profundidad, excepto en superficie donde se presencian materiales finos arcillosos.

Con el objetivo de describir e identificar tanto la calidad como la dinámica del recurso, se realizó una medición regional, en pozos aledaños al área de estudio. A continuación se detallaran los materiales y métodos utilizados para dicho procedimiento.

Materiales y Métodos para determinación de profundidad del acuífero.

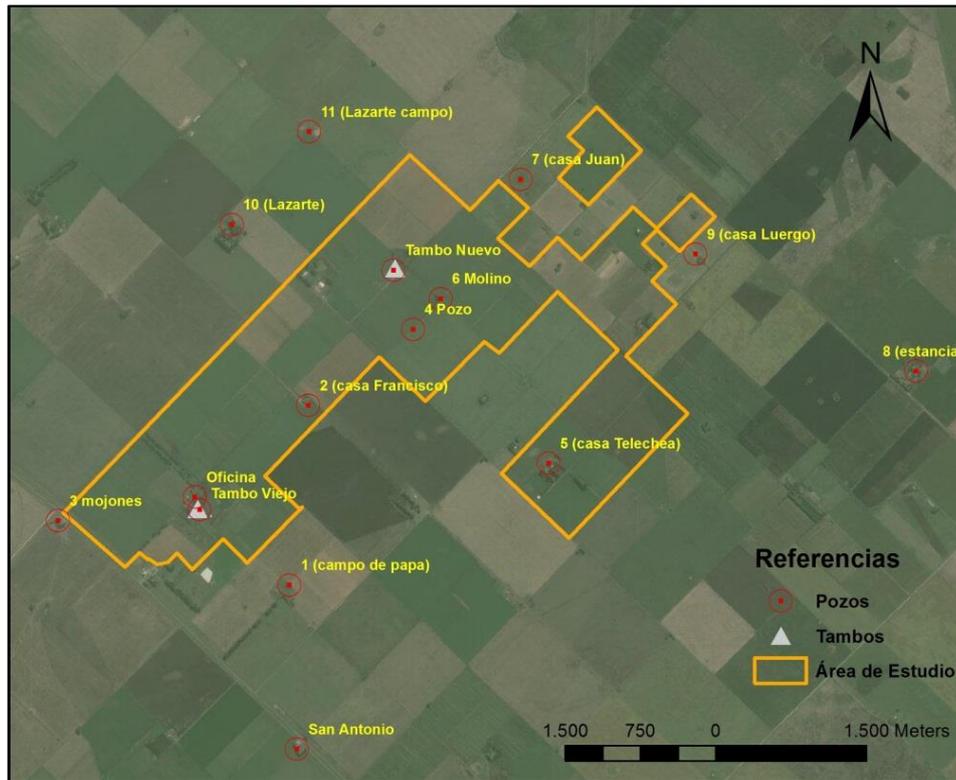
Para la selección de puntos de medición y muestreo, se consultó a la administración del campo el número y ubicación de pozos de agua dentro del campo. Mediante la utilización de imágenes satelitales del área, se identificaron pozos en campos aledaños que puedan ser de utilidad, por su ubicación y distancia al área de estudio. Se acompañó lo anterior con una visita y verificación visual, censando los pozos seleccionados e inspeccionando su utilidad de acuerdo al objetivo perseguido. En total se seleccionaron 15 pozos²² del campo y alrededores (Figura 13), de los cuales se consideraron 13 para la determinación de la hidrodinámica del recurso subterráneo.

Las mediciones se realizaron a lo largo de un ciclo hidrológico, caracterizando la dinámica a lo largo del año 2013 del agua subterránea, en intervalos de 3 meses, en concordancia con las estaciones climáticas: Abril, Julio, Octubre de 2013 y Febrero²³ de 2014.

²² Detallados en el ANEXO I

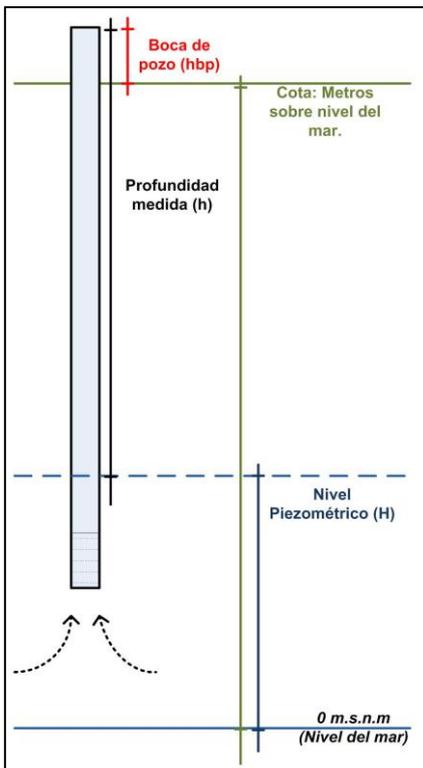
²³ Por motivos institucionales, la medición de Enero se realizó en Febrero debido a encontrarse en período de receso de verano.

Figura 13: Pozos Seleccionados



Fuente: Elaboración personal.

Figura 14: Esquema para la medición del Nivel Piezométrico (H)



De cada pozo se relevó la siguiente información:

- Coordenadas geográficas mediante la utilización de un GPS de marca Garmin;
- Altitud del punto, mediante cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) N° 3760-30-1, "Fulton" y carta IGM N° 3760-30-3 "Fábrica la Esperanza", ambas escala 1:50.000.
- La altura de la boca de pozo (en caso de que fuera necesario). Se utiliza una cinta métrica para medir desde la superficie del terreno hasta la boca de pozo;
- Profundidad del recurso hídrico subterráneo, para lo cual se utilizó una sonda eléctrica graduada. Este dato representa la profundidad del nivel freático.

El nivel piezométrico para un pozo en particular se obtiene a partir de:

$$H = \text{Cota} - (h - h_{bp}),$$

Dónde:

- **H** es el Nivel piezométrico, medido en metros sobre nivel del mar.
- **Cota**, representa altitud del pozo, metros sobre nivel del mar.
- **h**, profundidad medida desde la boca de pozo hasta el nivel freático.
- **h_{bp}**, altura boca de pozo.

Luego de la medición y cálculo para cada pozo en particular, se obtiene el valor del nivel piezométrico. Se realiza una interpolación entre los distintos pozos, dando como resultado la elaboración de un mapa equipotencial a partir del cual se puede interpretar la dirección de flujo del agua subterránea, así como posibles zonas de recarga y/o de descarga del acuífero en un área determinada (Ruiz de Galarreta y Rodríguez, 2014). Este paso se realizó mediante la utilización de un software QSig 2.4.0.

Resultados

Luego del análisis e interpretación de los datos, se concluye que a nivel local, se observa una dinámica del recurso en dirección Este-Sureste (ESE) a Oeste-Noreste (ONO), en concordancia con el escurrimiento superficial presente en el terreno (Figura 15). La profundidad media del nivel freático es de 8,77 metros (Tabla 5).

Más allá de esto, no se evidencian zonas de aporte o descarga del acuífero a nivel local, aunque debido a las condiciones geomorfológicas de la región, se puede localizar la recarga hacia el Este y sureste del área de estudio donde se ubica la zona serrana.

Tabla 5: Profundidad del NP en pozos

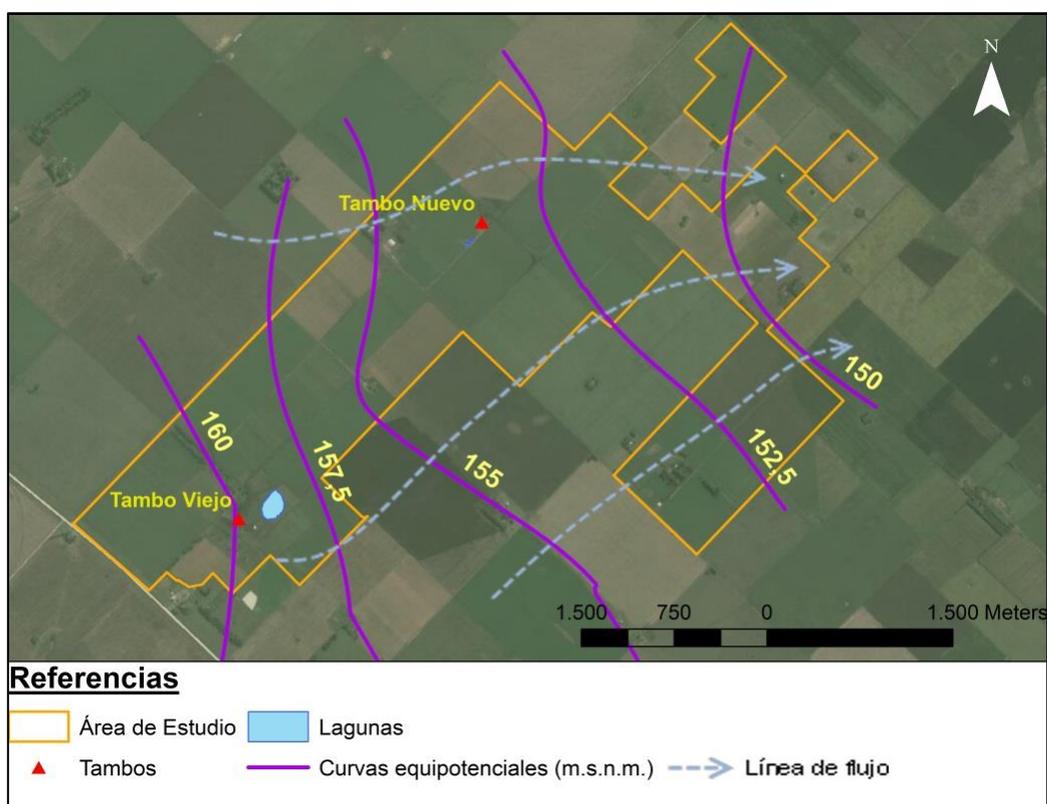
Pozo N°	Cota (m.s.n.m)	Profundidad Nivel Piezométrico (metros)				Observaciones
		Abril	Julio	Octubre	Febrero	
Oficina	170	10,0	9,3	8,96	9,79	
3 mojones	172	9,52	9,25	9,17	9,3	
San Antonio	171	12,87	12,92	13,27	13,15	

1	169	11,52	11,24	11,56	11,5	
2	168	13,59	13,37	13,3	13	
Tambo Nuevo	161	9,04	s/d	s/d	s/d	Pozo inundado desde Julio.
4	163	9,7	9,67	12,1	10,53	
5	164	10,55	10,33	5,62*	s/d	Desmoronado en Diciembre.
7	156	3,7	3,85	3,97	4,7	
8	154	5,22	5,59	5,85	5,7	
9	150	3,3	3	2,82	3,1	
10	168	10,23	8,92	10,25	9,59	
11	160	6,88	6,94	8,1	7,58	

*No se consideró esta medición

Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Mapa equipotencial



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.6 Hidroquímica subterránea

A partir de algunos de los pozos censados y consultados para el paso anterior, se realizó análisis de la calidad del agua en pos de caracterizarla químicamente. Para tal fin se realizó una determinación de Nitrato y Cloruro, pH y Conductividad. Tales elementos sirven de indicadores

sobre la presencia de contaminación antropogénica en agua, en particular de aquellos elementos que le proporcionan salinidad al agua. Se eligieron los iones como los más significativos e indicadores de una posible afectación orgánica del recurso hídrico subterráneo por heces y/o fertilizantes, considerando el proceso productivo de los tambos.

Los análisis mencionados se realizaron por el autor en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Minerales (LAByM) de la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV), de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), y se basaron en Métodos Normalizados (APHA, AWWA, WPCF, 1992).

Para cada pozo considerado se tomó una muestra de agua directamente de la canilla o cañería de donde sale el agua bombeada desde el acuífero. Para ello se utilizaron botellas plásticas de 500 cc. Se dejó correr el agua durante unos minutos para evitar la toma de agua estancada dentro de la cañería y luego se llenó la botella hasta el tope, cerrándola herméticamente. Cada botella se rotuló con el nombre del pozo correspondiente de donde se tomó la muestra. Cabe aclarar que debido a ciertas características de los pozos seleccionados, algunos varían a los utilizados para la determinación de la hidrodinámica. Las muestras una vez tomadas se conservaron en heladera hasta su análisis.

La determinación de la **Conductividad eléctrica y pH**, se lleva a cabo mediante la utilización de un medidor multiparamétrico Hanna modelo HI 9811-5, instrumento portátil que permite la medición en campo de pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y sólidos disueltos totales (mg/L). La medición se realiza sumergiendo el sensor en 50 ml de agua de muestra y se aguarda hasta que se realice la correspondiente medición. Si bien se recomienda realizarlo en campo, por motivos de tiempo y traslado, se realizaron las mediciones en gabinete, el mismo día de su extracción.

La medición de la conductividad establece una concentración de sales disueltas en el acuífero, indicando la presencia de iones en disolución (sales principalmente), y está relacionado al parámetro de residuo seco (sólido permanente a 105°C). Por lo tanto, valores anómalos en las muestras indican posibles focos de contaminación del recurso hídrico.

La determinación de los **Cloruros** se lleva a cabo mediante titulación de Nitrato de Plata en la muestra, previamente mezclada con Cromato de Potasio (CrO_4K_2). Para ello, previo al comienzo de la determinación, se deben preparar los reactivos correspondientes. Se coloca la

cantidad suficiente para la determinación en vasos de precipitado (evitando la contaminación de los reactivos en caso de cometer un error).

Se colocan 50 ml de la muestra en un vaso de precipitado. Se le agrega 0,5 ml de CrO_4K_2 y se lo mezcla mediante un agitador magnético, lo que le da a la muestra un tono amarillento. Aún con el agitador prendido comienza la titulación. En una bureta, se colocaron previamente 25 ml de NO_3Ag . Se deja gotear el reactivo sobre la muestra, hasta que se produce un viraje de color, de amarillo a rojo. Se anota en una planilla los ml utilizados del reactivo. Esta operación se realizó por duplicado. A partir de ambos resultados, se calcula el promedio y con este valor se utiliza una fórmula que determina los mg/l de cloruros presentes en la muestra.

La determinación de **Nitrato**, se lleva a cabo mediante la utilización de un espectrofotómetro. El equipo mide la absorbancia de las muestras a un haz de luz de una lámpara de deuterium, de 220 nm. Se realizan determinaciones de estándares y posteriormente el de las muestras. Estos datos son llevados a una planilla Excel para su tratamiento. Una vez finalizado, cambiamos la longitud de onda de 220 a 275 nm. De esta manera medimos la presencia de materia orgánica presente en el agua que se debe restar a la medición anterior.

Con los datos de absorbancia y concentración de los estándares, armamos una función matemática en base a la curva de referencia. Para ellos podemos usar la misma planilla Excel o el software ORIGIN. Calculamos la pendiente de la curva.

Para cada muestra se divide el valor de absorbancia por el de la pendiente obtenida por los estándares y nos da una concentración en mg/l de nitrato, pero en disolución. Por lo tanto lo multiplicamos por la cantidad de veces que fue diluido, resultando la concentración final de nitratos por muestra. Se realiza un promedio por muestra (ya se realizó por duplicado), siendo éste el resultado final.

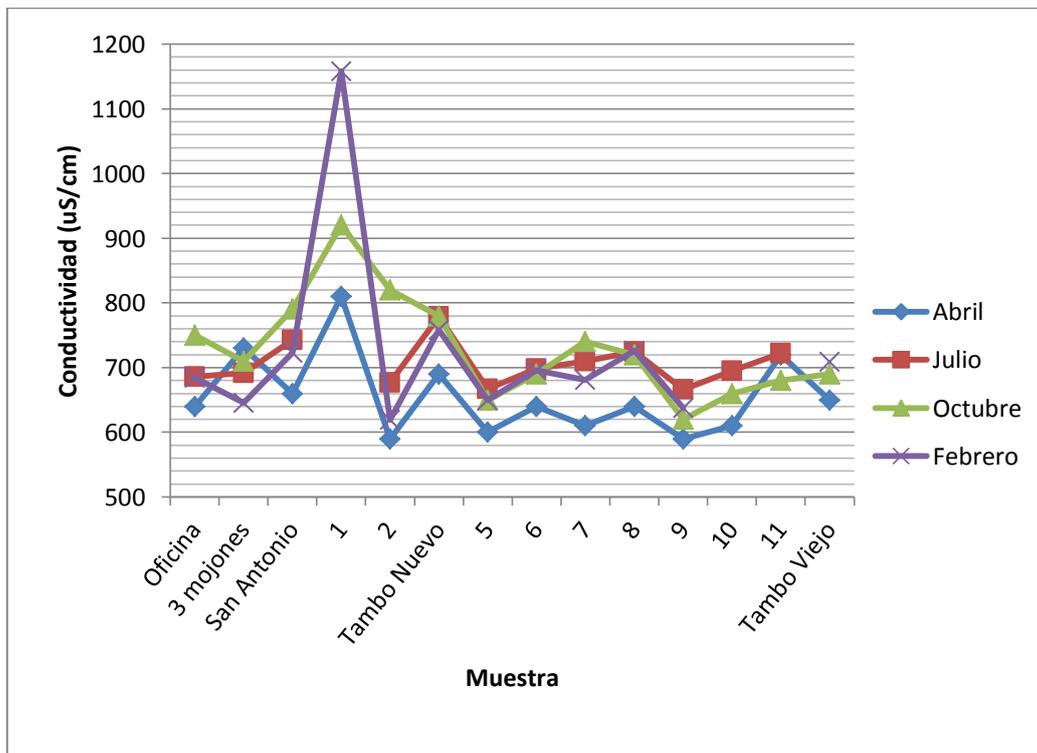
Resultados

Los valores de **Conductividad** determinados para los pozos a lo largo de un año se exponen en la Tabla 6 y son graficados en la Figura 16.

Tabla 6: Determinación de Conductividad

Pozo N°	uS/cm			
	Abril	Julio	Octubre	Febrero
Oficina	640	686	750	684
3 mojones	730	692	710	646
San Antonio	660	743	790	723
1	810	s/d	920	1158
2	590	677	820	619
Tambo Nuevo	690	779	780	758
5	600	667	650	650
6	640	698	690	696
7	610	710	740	681
8	640	725	720	726
9	590	666	620	637
10	610	695	660	s/d
11	720	722	680	s/d
Tambo Viejo	650	s/d	690	709

Figura 16: Gráfico de Conductividad



Fuente: Elaboración propia

Las determinaciones mantuvieron una correlatividad durante el período censado. El valor promedio del recurso es 704 uS/cm.

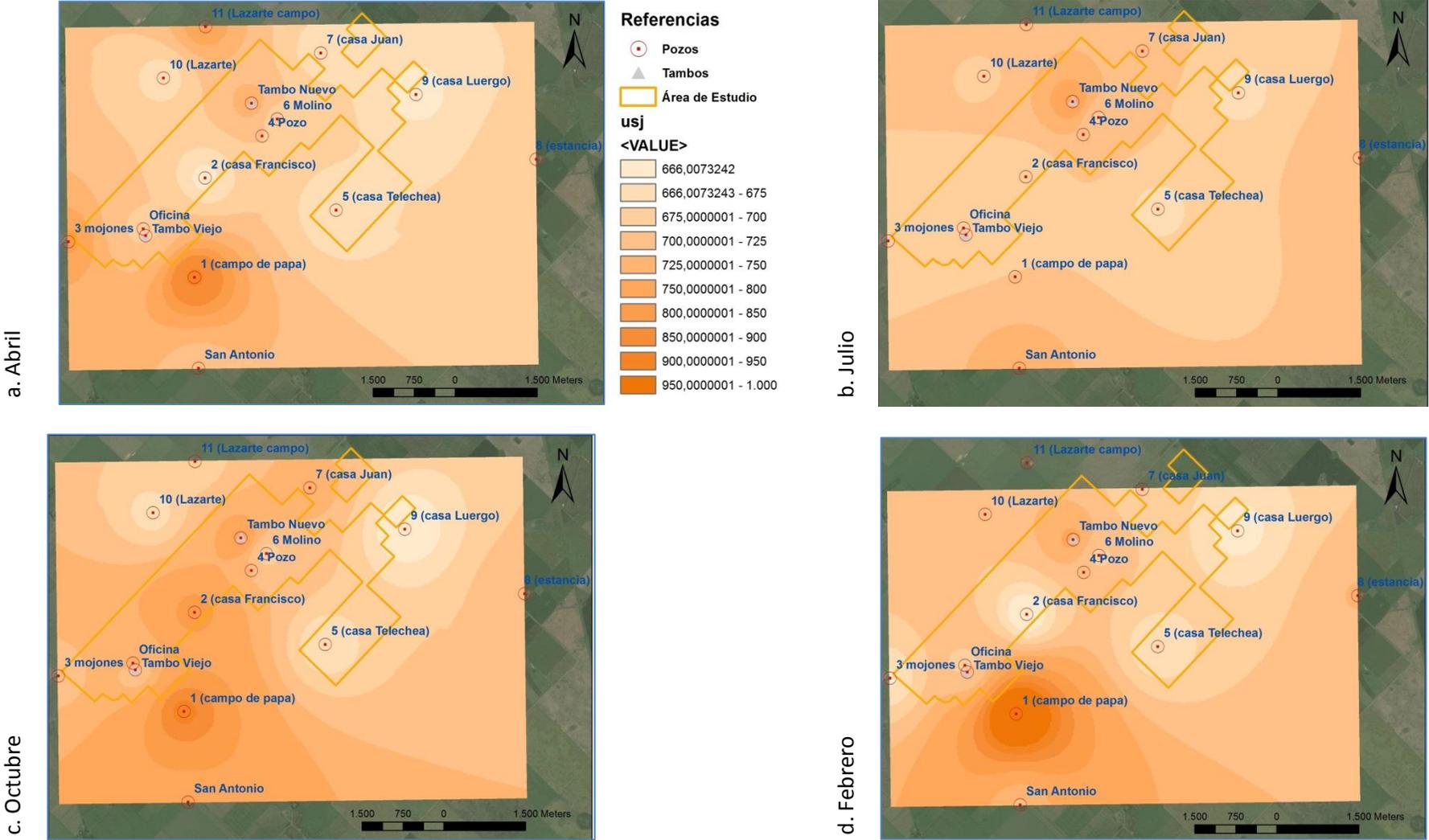
El “Pozo 1” ubicado en un campo de actividad papera, al Sur del área de estudio, presentó valores mayores al promedio durante todas las campañas realizadas. Se observa en particular un incremento considerable durante el mes de Febrero de 2014 para este pozo, donde se alcanzó un valor de 1158 uS/cm. Se sospecha que esto se debe a la aplicación de agroquímicos y riego realizado por la actividad, coincidente al mes de muestreo.

El pozo perteneciente al “Tambo Nuevo” (Pozo TN) presentó también un aumento de la conductividad en sus determinaciones en el mes de Julio/Octubre. Debido a su ubicación aguas abajo de la laguna de tratamiento de efluente, se evidencia un posible foco de contaminación en este punto debido a la infiltración de lixiviados.

El “Pozo TV” relacionado con el “Tambo viejo”, parece no estar afectado sustancialmente por la actividad, aunque cabe aclarar que se encuentra aguas arriba de la laguna de estabilización y pozos aguas abajo no presentan una concentración de sales de importancia.

La Figura 17 representa un mapa de isoconductividad para cada mes, mediante la interpolación de puntos con igual concentración, la distribución en el terreno de las concentraciones de sales medidas y su evolución a lo largo de las campañas realizadas. Se observa que las mayores concentraciones se ubican al Norte y Sur, aguas arriba del área de estudio, pero en los laterales considerando la dinámica del recurso subterráneo. Como se mencionó, se aprecia una máxima concentración sobre el “Pozo 1” derivados de la actividad papera, y en el pozo “Tambo Nuevo” dentro del área de estudio.

Figura 17: Mapas de Isoconductividad



La medición de **pH** en las muestras determina el nivel de acidez o alcalinidad del agua de pozo. Es una característica de importancia, no sólo para lo relacionado sino que influye sobre procesos biológicos y químicos, como por ejemplo, su potencial redox, el poder desinfectante del cloro, entre otros. Buen indicador general de la calidad del agua. La Tabla 7 resume los resultados obtenidos para cada pozo. El agua natural posee valores de pH en el rango de 6,5 – 8,5 (Orozco Barrenetxea *et al.*, 2002).

Tabla 7: Valores de pH

Pozo N°	pH			
	Abril	Julio	Octubre	Febrero
Oficina	7,3	7,4	7,9	7,1
3 mojones	7,2	7,2	7,2	7,1
San Antonio	7,3	7,4	7,3	7,4
1	7,5	7,5	7,7	6,9
2	7,5	7,7	7,8	7,7
Tambo Nuevo	7,0	7,3	7,2	7,2
5	7,3	7,3	7,5	7,1
6	7,2	7,1	7,1	7,0
7	7,1	7,1	7,1	7,1
8	7,2	7,3	7,4	6,7
9	7,4	7,7	7,8	7,2
10	7,2	7,6	7,5	s/d
11	6,9	7,4	7,3	s/d
Tambo Viejo	7,2	7,7	7,5	7,0

Valores guía según C.A.A.: pH: 6,5-8,5

En general, las muestras analizadas poseen un pH ligeramente alcalino o neutro, siendo los meses invernales los que poseen un valor más elevado.

En lo referente a los pozos ubicados en los Tambos “Viejo” y “Nuevo”, no presentaron variaciones manteniendo valores característicos del agua. Tampoco se observa una relación entre los pozos ubicados agua arriba y aguas abajo respecto al cambio de pH.

Paralelamente se realizó una determinación de los Aniones de **Nitrato y Cloruro** de las muestras tomadas.

Los resultados de la concentración de **Cloruros** se presentan en la Tabla 8. En general se mantuvo en valores próximos a los 46,8 mg/L, siendo los meses invernales (Julio - Octubre) los de menor concentración.

Tabla 8: Concentración de Cloruros

Muestra	<i>mg Cl⁻/l</i>			
	Abril	Julio	Octubre	Febrero
Oficina	50	51	43	48
3 Mojones	49	51	51	65
San Antonio	46	49	47	49
Pozo 1	56	s/d	51	112
Pozo 2	46	42	47	53
TN	42	46	43	50
Pozo 5	33	37	28	36
Pozo 6	39	44	36	43
Pozo 7	44	41	40	44
Pozo 8	53	43	40	68
Pozo 9	41	40	36	43
Pozo 10	37	39	32	s/d
Pozo 11	48	49	46	s/d
TV	53	s/d	46	59

Valor máximo permisible de Cl⁻ según C.A.A.: 350 mg/lts

Los valores parecen descender aguas abajo del área de estudio como se ilustra en la Figura 18 de isoconcentraciones de cloruro. Parece haber un aporte proveniente del “Tambo Viejo” y del “Tambo Nuevo”, aunque no revisten mayor importancia. Los principales aportes se dan en campos vecinos al tambo.

El “Pozo 1” presenta elevados contenidos de cloruros en el mes de Febrero, alcanzando un valor de 112mg/L, coincidente con el aumento de la conductividad y disminución del pH. Caso similar se observa con el “Pozo 8” para el mes de Febrero, aunque no representa un caso tan marcado como el anterior.

Los **Nitratos**, se los considera en la bibliografía como un anión no mayoritario. Sin embargo como resultado de las actividades humanas, el recurso subterráneo regional cuenta con este elemento en altas concentraciones, en particular debido a contaminación orgánica.

Los resultados de los muestreos se presentan en la tabla 9.

Tabla 9: Concentración de Nitratos en muestras

Muestras	mg NO₃⁻/L			
	Abril	Junio	Octubre	Febrero
Oficina	28	32	36	27
3 Mojones	34	34	40	34
San Antonio	25	26	30	28
Pozo 1	12	s/d	12	94
Pozo 2	38	44	56	43
Tambo Nuevo	40	39	29	36
Pozo 5	36	36	36	26
Pozo 6	34	34	37	24
Pozo 7	35	45	67	32
Pozo 8	62	64	64	57
Pozo 9	17	18	18	16
Pozo 10	32	33	31	s/d
Pozo 11	73	53	56	s/d
Tambo Viejo	36	s/d	38	36

Valor máximo permisible de NO₃⁻ según C.A.A.: 45 mg/L

Los valores advierten la presencia de nitratos en el recurso como ion mayoritario superando incluso el máximo permisible para agua potable dispuesto por el Código Alimentario Argentino de 45 mg/L en parte de las muestras (indicado en color rojo), situación que se advierte en otras áreas rurales de la región (Rodríguez *et al.*, 2011).

Los Pozos 8 y 11 presentaron valores de nitratos superiores al C.A.A. durante todo el año, aunque el “Pozo 1” presentó el valor más elevado de los censos en el mes de Febrero de 2014. Tanto el éste pozo como el “11”, pertenecen a un campo donde se desarrolla un cultivo de papa, siendo esto un posible causante de la contaminación.

La Figura 19 representa la isoconcentración de nitratos en el terreno. Puede apreciarse un aporte por parte de campos vecinos, generalmente aumentando hacia aguas abajo del área de estudio, en particular en el mes de Julio y Octubre.

A modo de conclusión de este apartado, se deben destacar los siguientes puntos de importancia:

- Por un lado, ninguna de las muestras tomadas dentro del área de estudio mostraron valores de Cl^- por encima del máximo para agua potable establecido por el Código Alimentario Argentino, mas si sucede con las concentraciones de NO_3^- , en particular en pozos aledaños al área de estudio, que puedan producir un efecto sinérgico o de adición con cargas presentes en el recurso.

- En general, los resultados mantienen cierta correlación entre sí. Al respecto, la los cloruros y de nitratos mantiene una relación directa y proporcional, observándose picos de concentración en los mismos pozos y en las mismas épocas. A su vez, se aprecia una relación con los de conductividad eléctrica de tipo directa, aunque de manera no tan marcada como los anteriores. Los valores de pH no representan variaciones significativas a considerar.

- Por último, remarcar lo acontecido con los campos de papa: Luego del análisis de los datos recopilados durante un año, se evidencia un claro aporte proveniente de estos campos identificados en las inmediaciones del área de estudio, en particular acentuados en los meses de Febrero y Abril.

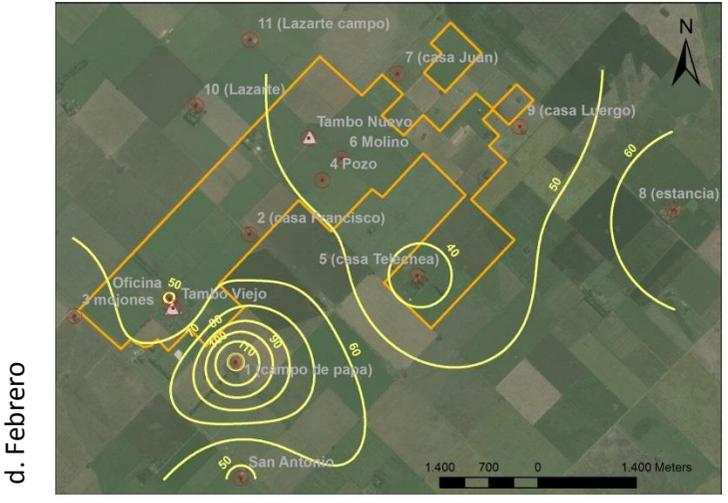
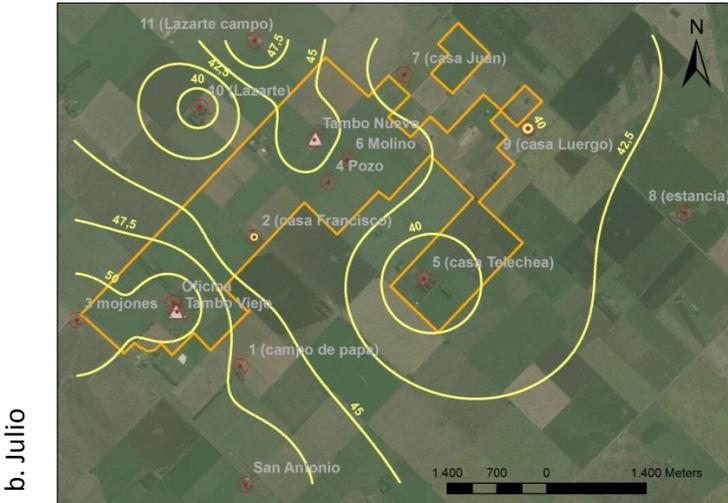
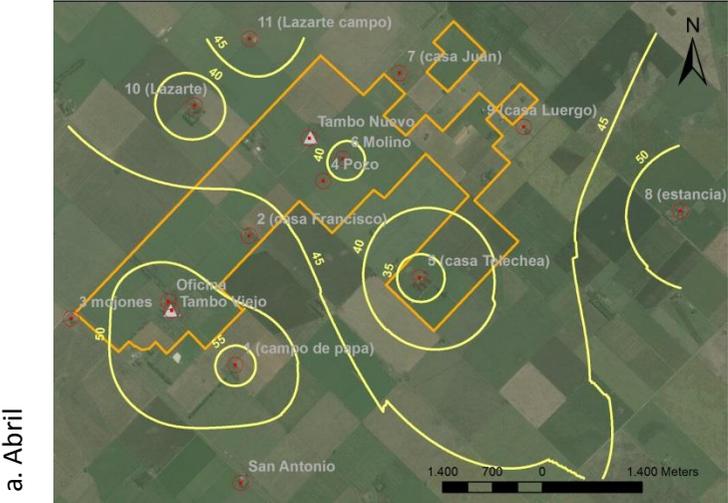
Esta afirmación se justifica a partir de publicaciones realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en 2013 sobre el cultivo de papa (Huarte y Capezio, 2013). La plantación de papa en la zona del Sureste bonaerense es “semi-tardío”, en Octubre- Noviembre, por lo que el brote de los tubérculos se da en los meses de verano donde la temperatura es mayor. Es en este período donde se deben realizar los mayores cuidados del cultivo, por lo que se aplican fertilizantes y riego constante en estos campos. La planta es poco eficiente en la retención de Nitrógeno, por lo que los agricultores aplican mayores concentraciones de este fertilizante en sus campos para poder equilibrar esta situación.

Si bien este tema escapa de los fines del presente trabajo, queda como posible línea de investigación para futuros trabajos, la afección del recurso hídrico subterráneo a raíz de la actividad papera en el terreno bonaerense.

La realización de los mapas de isoconductividad e isoconcentraciones de Nitratos y Cloruros, se realizaron mediante la utilización de un software de sistemas de información geográfica (SIG), Qsig 2.4.0, con el objeto de representar gráficamente los resultados de los análisis de laboratorio. No representan una situación real, ya que se debe considerar una serie de factores relacionados a la hidrodinámica del recurso subterráneo.

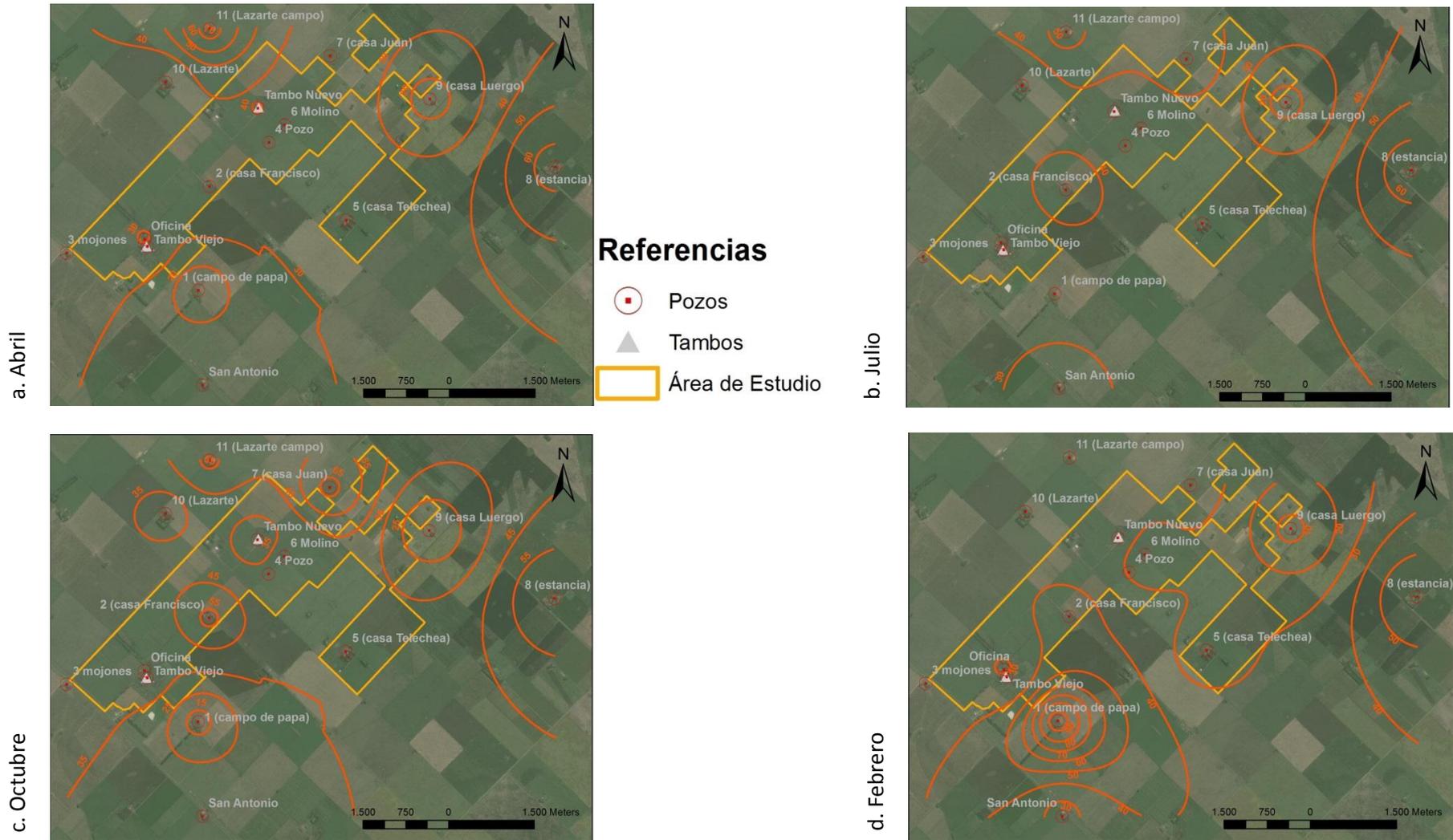
De acuerdo a lo concluido por Villatoro *et al.* (2007), debido a la difusión y distanciamiento de los puntos en el terrero, se optó por una técnica de interpolación denominada “InverseDistanceWeighted – IDW” (Distancia Inversa Ponderada). A diferencia de la interpolación por Kriging, que considera una transición gradual entre los puntos, esta técnica asume que los valores de los puntos próximos espacialmente son más parecidos entre sí que los que están más alejados. De esta manera se lograron resultados armónicos y precisos, utilizando puntos difusos en el espacio.

Figura 18: Mapas Isoconcentración de Cloruro



Referencias
 ● Pozos
 ▲ Tambos
 □ Área de Estudio

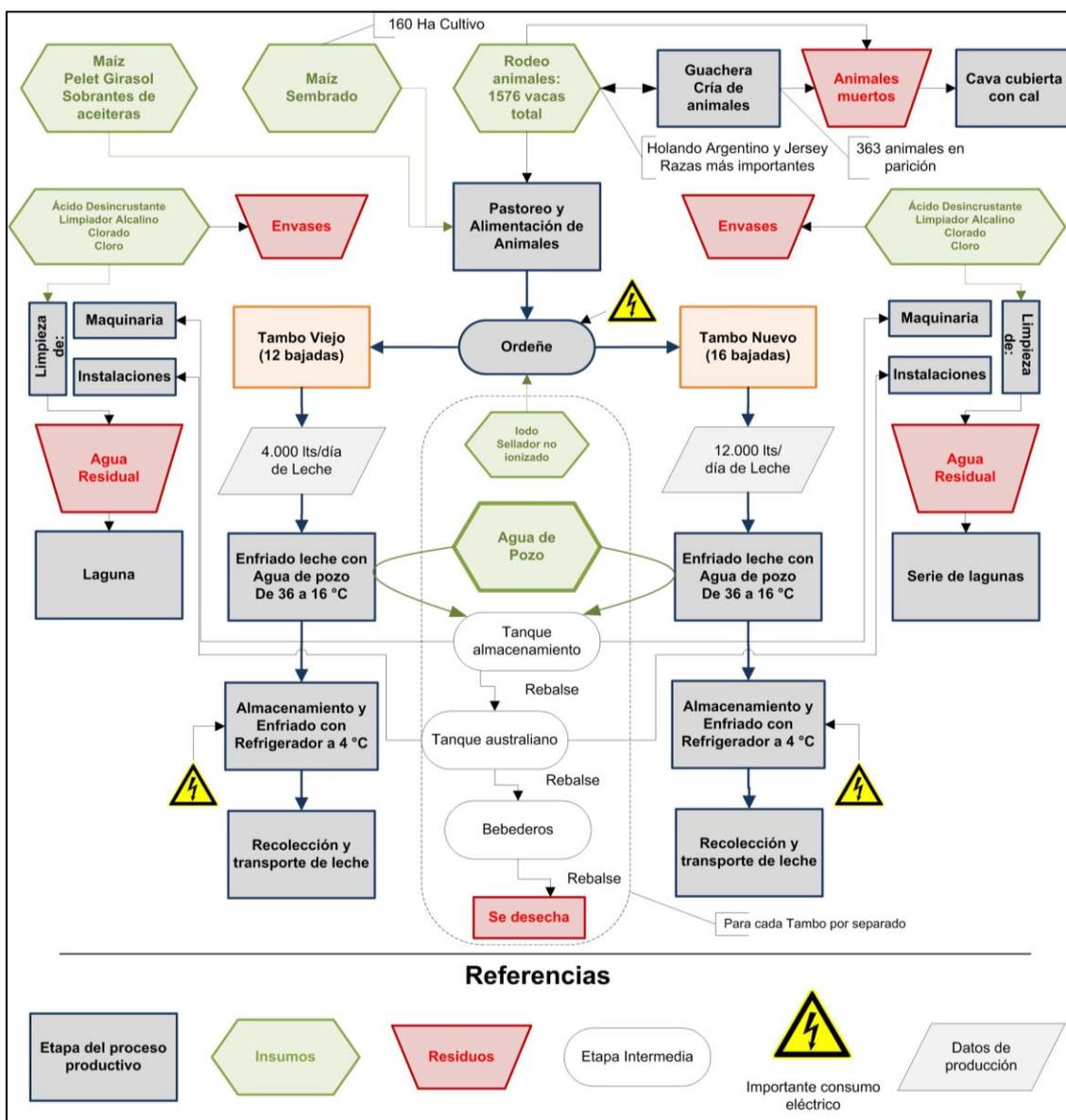
Figura 19: Mapas de Isoconcentración de Nitrato



4.2 Diagnóstico de funcionamiento del Tambo

Como se expresó en capítulos anteriores, ambos establecimientos pertenecen a una misma gerencia, lo cual significa que la gestión y los procedimientos utilizados son semejantes, diferenciándose en cuanto a la tecnología presente en los establecimientos. En adición, se comparten varios recursos e insumos, por lo que el diagnóstico de su funcionamiento se realizará en base al establecimiento en general, diferenciando oportunamente en los puntos discordantes.

Figura 20: Diagrama de Flujo de Tambo



Fuente: Elaboración personal

En la Figura 20 se presenta un diagrama de flujo de materia y energía, agua, producción, efluentes y residuos presentes durante el proceso productivo del tambo seleccionado. Constituye la base para el diagnóstico, ya que representa y expone los puntos críticos a tratar.

A continuación se detallará la actividad según las diversas etapas que se llevan a cabo.

Comienzo de actividades

La actual gerencia de los tambos comenzó sus actividades en el año 1994. Se reacomodaron las instalaciones de un tambo en desuso presente en el lugar (denominado en el presente trabajo como “Tambo Viejo”), el cual ya contaba con un pozo de extracción de agua e indicios de lo que posteriormente sería la laguna de estabilización.

En el año 2001, se construyó un segundo Tambo (aquí llamado “Nuevo”), a poco menos de 2 kilómetros de distancia hacia el noreste del tambo anteriormente mencionado, en un lugar donde no se contaba con actividades previas, ni con pozos de agua.

Rodeo animales

El punto de partida de esta actividad es el recurso biológico (el ganado bovino principalmente), utilizado exclusivamente para la extracción de leche y cría. Luego del relevamiento y las entrevistas realizadas a la veterinaria a cargo, para septiembre de 2013 se contabilizaron un total de 950 animales en producción, 363 vacas por parir, de las cuales 119 de ellas eran vaquillonas (vacas en primera parición). Los biotipos utilizados son las razas más utilizadas a nivel nacional y regional, destacándose la Holando Argentina (Holstein) (Figura 21 a) y la Jersey. La primera se caracteriza por alcanzar los 675 kg Peso Vivo. Poseen manchas características de color negro sobre un manto blanco (Bavera, 2005).

Por otro lado, la Jersey es un animal de menor tamaño, de peso entre los 450-500 kg de peso vivo. Presenta un color marrón claro. Produce una leche de alto contenido proteínico y de grasa butirosa, aunque en menor volumen (Figura 21 b).

Respecto a la producción, la raza Holstein alcanza un promedio de 21 litros por día con un 3,9% de grasa butirosa (grasa de la leche) y 3,7% de proteína, mientras que la Jersey produce 15, 33 litros/día con 4,7% de grasa y 3,3% de proteína (Vargas-Leitón *et al.*, 2012). Esta diferencia en cuanto al porcentaje de grasa por litro implica que si bien la raza Jersey produce menor cantidad, es de mejor aptitud para la producción de sólidos derivados lácteos.

Figura 21: Biotipos

21.a Holando Argentino



21.b Jersey



Fuentes: a) "Raza Holando". (2010). Recuperado de <http://www.la-lilia.com.ar/> -
b) "Raza Jersey". (2012). Recuperado de <http://www.agromeat.com/>.

Los animales son repartidos entre los tambos de forma inequitativa, acentuando la producción en el tambo "Nuevo" que posee mejor tecnología de ordeño. Diariamente, luego de la extracción diurna, se realiza una inseminación artificial a distintos animales seleccionados y separados del rebaño con anterioridad de acuerdo al peso y al tiempo transcurrido de la última parición (se suele inseminar al segundo o tercer mes luego del parto). Cada día se inseminan animales diferentes, alcanzando un 50% de efectividad aproximadamente.

El ternero nace vulnerable al medio, por lo que es de vital importancia el suministro del calostro durante las primeras 12 horas de su vida, proveniente de la leche materna. El calostro es una segregación de las glándulas mamarias, generadas durante las primeras horas de vida de la cría, compuesto por inmunoglobulinas, proteínas, grasas, carbohidratos y agua. Resulta de vital importancia para las primeras horas del neonato, ya que le aporta alimento y la primera barrera inmunológica. Los terneros son criados de manera artificial con el objetivo de lograr el destete a los 45 y 60 días de vida, mediante el suministro de leche de consumo, leche sintética económica o la leche de descarte. La guachera (lugar donde se encuentran las crías) utilizada es de estilo "Corredero", impidiendo el contacto entre los animales para eliminar posible contagio de enfermedades. Se posee una segunda guachera de tipo "jaula" para aquellos animales con alguna enfermedad. En este último existe una calefacción eléctrica para el bienestar de los terneros. Dependiendo el sexo de la cría, el ternero es vendido para producción de carne, mientras que las terneras se utilizan para el recambio de animales.

Según lo relevado por entrevistas, el porcentaje de mortandad en adultos es del orden de los 2-3%, mientras que en las guacheras es del 10% aproximadamente. Las osamentas son

enterradas en el vértice de un potrero y cubiertas de cal para evitar el contagio de enfermedades.

Alimentación

La alimentación de los animales se realiza mediante un pastoreo extensivo a lo largo del campo. Para ello se realiza una rotación diaria entre las parcelas del terreno permitiendo su recuperación sin llegar a la degradación del recurso forrajero. Adicionalmente, se cultivan 160 ha de maíz para grano, almacenados en silos y se complementan con un concentrado de maíz, pellets de girasol y sobrantes de aceiteras, utilizados principalmente durante el momento de ordeño.

Si bien en esta etapa se utilizan fertilizantes y otros agroquímicos, son excluidos del diagnóstico ya que escapa al objetivo del presente trabajo, aunque sí son considerados los envases desechados durante su aplicación por la disposición final que se realizan tema que se retomará más adelante.

Durante el ordeño se suministra al animal con alimento balanceado, con el objetivo de tranquilizarlas, evitando el estrés que pueda generar la operativa de la extracción. El grano balanceado se suministra mediante un comedero dispuesto a lo largo de la sala de ordeño alimentado por un silo ubicado en el exterior de la instalación.

Ordeño

La gestión y manejo del rodeo animal no se diferencia según cuál sea el tambo. Todos los animales se manejan de la misma forma, y sólo se separan por una cuestión de control. Sin embargo, al momento del ordeño y extracción de la leche, las operaciones son distintas según sea el tambo “Nuevo” o “Viejo”. Si bien a grandes rasgos es similar, las diferencias tecnológicas y cantidad de animales varían, debido a lo cual la producción de leche es distinta así como la generación de efluentes y residuos. En total trabajan 8 operarios, 4 por cada tambo, que se encargan del rodeo y ordeño de los animales en ambos turnos. A ellos se les suma personal de oficina, profesionales de medicina veterinaria y familias que viven en el campo.

La producción se acentúa en el “Tambo Nuevo” durante las estaciones de otoño e invierno, mientras que el “Tambo Viejo” en Primavera y Verano. Aun así, la producción de leche es mayor en el “Nuevo” que en el “Viejo” durante todo el año, como consecuencia de la eficiencia en las maquinarias utilizadas.

Se realizan dos extracciones diarias, a las 2hs y 14hs en forma simultánea en ambos tambos. Los animales son arreados a los corrales de espera cementados, circulares y con pendiente para facilitar el drenaje del agua de lluvia y de limpieza. Poseen, además una barrera móvil para facilitar el ingreso de los animales de forma tranquila y pausada a la sala de ordeño.

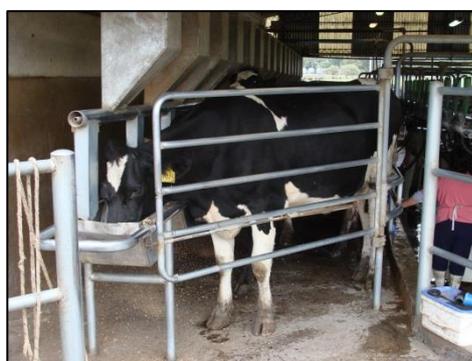
Para mantener al ganado tranquilo y sin stress, se lo alimenta durante el tiempo de trabajo con una mezcla de maíz y concentrado, mediante un comedero que acompaña el pasillo (Figura 23).

El procedimiento de ordeño se coincide con el realizado en el resto de los tambos de la región y se basa en lo detallado en el *Capítulo III* del presente trabajo. Los animales se encuentra en el corral de espera y entra la primer tanda de animales a la sala de ordeño. Primeramente se deben realizar una serie de pasos para garantizar la sanidad del animal, comenzando por el lavado e higienización de las ubres. Habitualmente este paso requiere la aplicación de ciertos productos de higiene de pezones, pero en aquellos días de lluvia, donde se genera gran cantidad de barro en los potreros, se recomienda el lavado a mano y con agua de cada pezón. Si bien esto puede implicar un punto de consumo importante de agua, se utilizan dispositivos que regulan la cantidad del recurso, evitando pérdidas y reduciendo al mínimo su consumo. Durante este lavado, se evita la ubre, ya que el escurrir del agua puede arrastrar suciedad hacia los pezones.

Figura 22: Animales en corral de espera



Figura 23: Alimentación durante ordeño



Fuente: Fotografía realizada por el autor

Posteriormente se realiza el denominado “despunte” con el objetivo de detectar casos de mastitis clínicas. En caso de presencia de esta enfermedad, se identifica el animal y se lo

separa del grupo para su tratamiento. Se desinfectan los pezones con Yodopovidona y se colocan las pezoneras de la máquina de ordeño para comenzar con la extracción de la leche. En promedio, esta operación tarda alrededor de 3 o 4 minutos por animal.

Una vez finalizada, se aplica a cada pezón un pre-sellador y un sellador no yodado, evitando el ingreso de microorganismos patógenos a las ubres de los animales. Esto se realiza mediante un instrumento llamado "Dip Cup" o "taza de inmersión", un recipiente plástico con el producto sellador. Posee en su parte superior una sección cónica, en donde se introduce cada pezón de la vaca, para que entre en contacto con el producto. Sin embargo, en ocasiones este se rebalsa o cae, volcando parte de su contenido al suelo (Figura 24).

Figura 24: "Dip Cup".

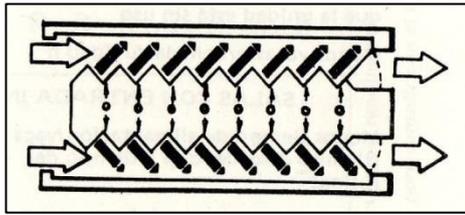


Fuente: Fotografía realizada por el autor.

Una vez finalizado el trabajo con el animal, se procede a su traslado hacia afuera, a un segundo corral de espera, permitiendo el ingreso de una segunda camada de animales para su ordeño.

El diseño seleccionado para las salas de ordeño es el de "espina de pescado" (Figura 25). Dos corredores a los costados admiten el acceso de los animales, los cuales se colocan uno al lado del otro, ahorrando espacio. Una fosa central (Figura 27) permite al trabajador maniobrar y controlar la actividad así como realizar los procedimientos necesarios para una correcta rutina de ordeño, incluyendo el control sanitario de las vacas. Por encima de la fosa, la máquina de vacío succiona y recolecta la leche de los animales, enviándola mediante tuberías a la sala de leche.

Figura 25: Diagrama de sala de ordeño de tipo "Espina de pescado", dos bretes por unidad.



Fuente: Pinto (2011)

La cantidad de animales que pueden ser ordeñados simultáneamente depende de la eficiencia de la máquina y de la cantidad de pares de bajadas que posee. Mientras el "Tambo Viejo" posee una máquina de 12 pares, el "Tambo Nuevo" posee 16.

Una vez finalizado, se realizan procedimientos sanitarios de control de animales (no relacionados con la leche, como por ejemplo, el estado de las pezuñas), como así también la inseminación del ganado seleccionado para tal fin (se seleccionan dos o tres animales), y se les permite regresar a las parcela correspondiente para continuar con su pastoreo.

Figura 26: Pezoneras



Figura 27: Fosa y máquina de ordeño



Fuente: Fotografía realizada por el autor.

La leche recién extraída pasa inmediatamente a la "Sala de Leche". Se debe bajar la temperatura lo antes posible para evitar la proliferación de colonias bacterianas, de los 36°C (Temperatura del animal) a unos 4°C. Esto se realiza en dos pasos: Primeramente se utiliza agua de pozo, que mediante la utilización de placas de intercambio calórico enfría la leche hasta los 14°C (temperatura promedio del agua). Posteriormente se utiliza una refrigeradora

que reduce la temperatura de la leche hasta los 4°C necesarios. Es allí también donde se la almacena y se conserva hasta su retiro por parte de un camión lechero.

Periódicamente se le realiza al producto un análisis físico químico y bacteriológico, para determinar su calidad. Esta información es necesaria y requerida por la empresa compradora del producto. Este estudio se realiza de forma terciarizado. No se cuenta en el campo con un laboratorio para tal fin.

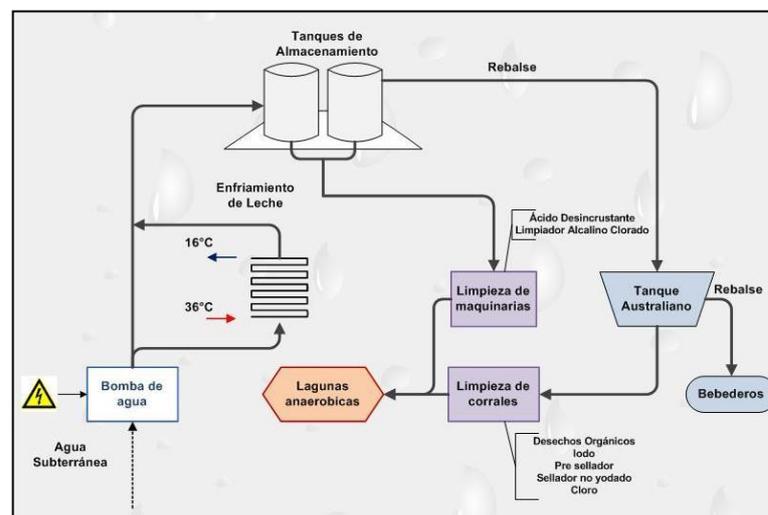
Es de importancia puntualizar ciertos productos químicos utilizados como insumos en la producción, relacionados a la sanidad animal. Posteriormente en el *capítulo V*, se retomarán estos aspectos como generadores de diversos tipos de Residuos. Básicamente, se contabilizaron 3 productos de importancia:

- Primeramente la utilización de Yodopovidona, como antiséptico antes de la colocación de las pezoneras;
- Pre sellador no yodado “OxyCide-Pre” utilizado para matar bacterias causantes de las mastitis y eliminar materia orgánica presente en la ubre, aplicado post extracción de leche;
- Sellador de barrera no yodado “SalvoDip B”, protege los pezones del ingreso de agentes patógenos al pezón.

4.2.1 Extracción y uso de agua de pozo.

La Figura 28, muestra un esquema de la extracción y uso de agua en los tambos

Figura 28: Gestión del agua en el Tambo

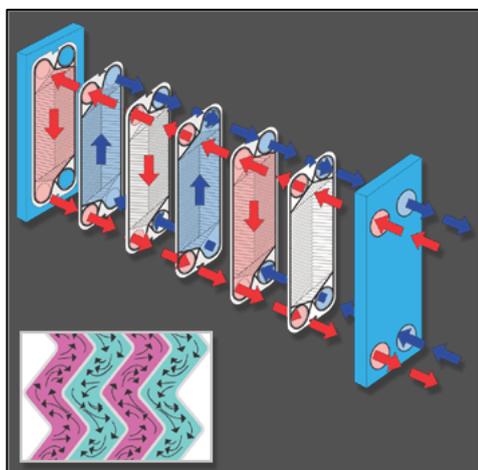


Fuente: Elaboración propia

Debido a la gran cantidad de agua utilizada y a la necesidad de que mantenga la temperatura poseída en el acuífero para el correcto enfriamiento de la leche, cada tambo posee su propio pozo de extracción de agua próximo a las instalaciones. En ambos lugares se realiza el mismo uso, variando detalles relacionados a ubicación espacial de los elementos. Sin embargo, en ninguno de los casos se ha podido determinar un caudal de agua aproximado de consumo por día.

El agua es extraída mediante una bomba sumergible en un pozo aledaño a los tambos, los cuales se prenden al momento de arriar los animales al corral de espera. Mientras no se realice la extracción de leche, el agua es almacenada en dos tanques ubicados en altura. Durante el ordeño, el agua se utiliza para alimentar el intercambiador, el agua utilizada vuelve al sistema de cañerías internas.

Figura 29: Placa de intercambio calórico



Fuente: Recuperado de <http://adningegneria.com.ar/>

Si bien, como se dijo anteriormente, el tambo no ha realizado mediciones de caudal utilizado, a partir de las características de los equipos de enfriamiento, se estima un caudal máximo de velocidad de flujo de 189,25 litros por minuto²⁴. De acuerdo con la empresa distribuidora de las máquinas de enfriamiento, se utilizan 3 litros de agua por cada litro de leche a enfriar.

Los tanques de almacenamiento suministran al tambo de agua para las actividades cotidianas, consumo de personal y termo-tanque para agua caliente, entre ellos el agua necesaria para la limpieza de la maquinaria y refrigeradores. El excedente, o rebalse de los

²⁴ Dato extraído de maquinarias Mueller. Disponible en la web: <http://www.muel.com/pdfs/Literature/MC-255-SMilkCoolingSystemsSpecialists.pdf>

tanques, es utilizado para el llenado de un tanque australiano en el exterior del tambo, la cual se utilizará para la limpieza de los corrales de espera y de la sala de ordeño. El rebalse del tanque se utiliza para el abastecimiento de los bebederos de los animales, o es volcado y desechado al suelo.

4.2.2 Limpieza de corral y maquinaria

La limpieza de las instalaciones y de la máquina de ordeño es una etapa del proceso de importancia en los tambos, ya que influye directamente sobre la calidad del producto, sobre todo considerando los criterios de calidad establecidos por las empresas recolectoras de la leche. Se incluyen tanto maquinarias como tuberías utilizadas donde pasa la leche recién extraída, y los refrigeradores y placas de intercambio calórico.

Por otro lado, existen otras ventajas de tener un correcto saneamiento de las instalaciones y de los instrumentos, como el de mejorar la rentabilidad del tambo, mantenimiento del equipo y control sobre agentes patógenos que puedan generarse por la descomposición de restos lácteos, almacenados en las maquinarias.

La desinfección de la máquina se realiza inmediatamente antes del ordeño, ya que de lo contrario podrían proliferar microorganismos que contaminen la leche extraída. Para ello se puede utilizar Cloro (Hipoclorito de Sodio).

La limpieza general de las maquinarias una vez finalizado el ordeño se realiza aún con las máquinas encendidas, cuando se mantiene el vacío dentro de las tuberías evitando que restos lácteos queden atrapados en las uniones y beneficiando la circulación de los productos y del agua dentro de la totalidad de las tuberías del equipo. Para el lavado se realiza un primer enjuague del equipo con agua tibia. Diariamente, se realiza un lavado con detergente alcalino para remover suciedad y restos grasos y proteínicos de las tuberías, para lo cual utilizan agua caliente (70°C aproximadamente) durante 10 minutos, seguido con un enjuague con detergente ácido, y un enjuague final con agua potable y tibia. Adicionalmente, dos o tres días a la semana se complementa un lavado con detergente ácido (de mayor concentración que el enjuague) para remover depósitos minerales y piedras de leche.

En el caso particular de los tambos en estudio, se utilizan una serie de químicos para ayudar a mantener la higiene del sistema. Por un lado, la utilización de Hipoclorito de Sodio (conocido como Lavandina) para el lavado y desinfección de maquinaria, tanto interno como externo. Por otro lado, la utilización de “Dac-P”: Detergente alcalino clorado en polvo, de baja

espuma y soluble según especificaciones del producto, de pH 10,7 (5gr en 25 lts), y “LAC”: Limpiador ácido concentrado de baja espuma, que elimina restos minerales, y neutraliza residuos de detergentes, fosfóricos y, de carácter biodegradable y no corrosivo de pH 2 (solución 1% v/v).

Los envases de estos productos, junto con los de sanidad animal, en el “Tambo Nuevo” se almacenan y acopian dentro de las instalaciones de ordeño, en la sala de leche, bajo techo, aunque en el “Tambo Viejo”, se observaron envases en el exterior y sin protección de la intemperie.

Según lo informado, no se contaba con las hojas de seguridad de los productos para corroborar las indicaciones de los fabricantes respecto a su almacenamiento, manipulación y primeros auxilios en caso de accidentes.

Figura 30: Limpieza de corral

30.a En “Tambo Viejo”



30.b En “Tambo Nuevo”



Fuente: Fotografía realizada por el autor.

4.2.3 Tratamiento de efluentes

Este es uno de los puntos donde mayor diferencia se observa entre los tambos, por ello se realizará una descripción por separado de los tratamientos llevados a cabo en cada uno de ellos. La descripción pormenorizada de los efluentes y eficiencia en los tratamientos se trabajará en el próximo capítulo. En esta sección sólo se detallará la disposición y gestión de los efluentes. Cabe mencionar que la gerencia no realiza análisis de tipo físico químico o bacteriológico de los efluentes, por lo cual no se cuenta con valores de base antecedentes para este establecimiento en particular.

Figura 31: Laguna de estabilización "Tambo Viejo"

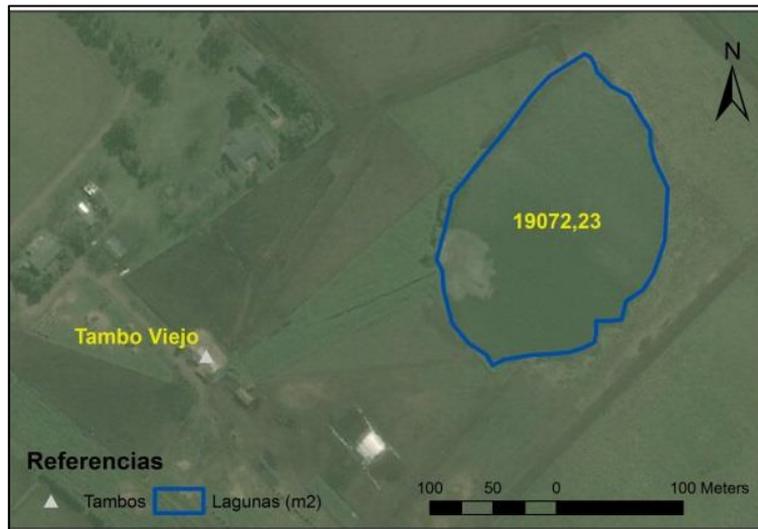


Figura 32: Secuencia de la gestión del efluente en el "Tambo Viejo"



El **"Tambo Viejo"**, al sur del área de estudio, presenta una única "laguna" como tratamiento (Figura 31). Los efluentes de proceso, así como el agua utilizada para limpieza de máquina y corral, junto con derrame de leche, químicos y detergentes, son canalizados hacia una rejilla, y de ahí hacia un pozo ubicado a 2 metros del tambo, desde donde por medio de una bomba, es succionada y depositada en un bajo distante 170 metros al Noreste del Tambo (Figura 32) que funciona como una "laguna de estabilización". La bomba sólo se enciende cada cierto tiempo, lo que suele generar una saturación y colmatación de la rejilla, anegando con el

efluente toda el área de trabajo. Esto implica un foco de contaminación e infección para los animales y operarios. Por ejemplo, uno de las posibles causas de mastitis es la contaminación de las ubres con materia fecal.

La acumulación de efluentes en el bajo produjo la formación de una única laguna de forma circular que alcanza un área de aproximadamente 1,9 ha y posee en promedio una profundidad de 0,5 m. En el lugar se observó la presencia de aves y mamíferos que habitaban la laguna y proliferación de pajonales alrededor de la costa. Según informantes del lugar, se han presentado problemas durante períodos de extensas lluvia ya que se produce un rebalse de otra laguna, proveniente de una empresa láctea vecina, que termina por “conectarse” con la primera. Actualmente, no existe ningún proyecto a corto plazo de mejora o reforma de este tratamiento.

Por otro lado, el “**tambo Nuevo**” presenta un sistema de tratamiento con 4 lagunas de estabilización conectadas en serie. Primeramente, la recolección del efluente se da mediante una canalización realizada en suelo (sin utilización de materiales de construcción), alimentada por una canaleta del corral de espera, donde desagota el agua utilizada durante el proceso de limpieza y enfriamiento, y una canalización que bordea la sala de leche que aporta tanto el agua utilizada para limpieza externa de la maquinaria como así también leche cruda derramada. Ambos son drenados mediante un canal en el suelo (que funciona de forma similar a la de un río meandroso) hasta alcanzar la primera laguna de estabilización.

Originalmente, según el comentario de la gerencia, el diseño incluía dos lagunas. La primera aeróbica, rectangular, de poca profundidad y una superficie de 376 m² y la segunda anaeróbica o facultativa, de mayor profundidad, con una superficie de 200 m² aproximadamente (Figura 34). Ambas se conectan entre sí mediante rebalse, a través de un canal en el suelo. Sin embargo al momento de las visitas, las lagunas no funcionaban en tal sentido, sino como dos lagunas de estabilización anaeróbicas ya que se observaba actividad metanogénica. Durante el desarrollo de este trabajo se realizaron dos nuevas lagunas. La primera rectangular de 20 x 10 m (200 m² se superficie), con piso en declive cuya profundidad máxima de 2 metros. La segunda rectangular y alargada, de aproximadamente 70 x 5 m (sup. 350 m²) y 2 de profundidad (Figura 35). Sin embargo, rápidamente comenzaron a presentar problemas de colmatación y rebalse similares a los que se presentaban en las lagunas anteriores.

Figura 33: Serie de Lagunas "Tambo Nuevo"



Figura 34: Lagunas originales "Tambo Nuevo"

a. 1er Laguna "Aeróbica"



b. 2da Laguna "Anaeróbica"



Figura 35: Lagunas nuevas "Tambo Nuevo"

a. 3er Laguna



b. 4ta Laguna



Fuente: Fotografía realizadas por el autor.

Según se pudo constatar por entrevistas a operarios, se contaba con una bomba para dispersar en forma de riego al efluente de la segunda laguna de tratamiento sobre las parcelas vecinas. Sin embargo, debido a las constantes roturas del equipo, se optó por dejarlo de hacer.

4.2.4 Generación y Disposición de Residuos Sólidos

Durante el proceso de ordeño se generan diversos tipos de residuos, de diversas características. Desde osamentas, jeringas, guantes, sangre y medicamentos, residuos provenientes de envases descartados de productos químicos de limpieza, detergentes alcalinos y ácidos, y cloro, hasta residuos que se consideran asimilables a los sólidos urbanos, tales como envases plásticos de alimentos, bolsas, papel, cartón, yerba, entre otros. Esta situación da cuenta de la existencia de residuos Patogénicos, potencialmente Especiales (según le Ley Provincial 11.720 de Residuos Especiales) y Domiciliarios.

Todo residuo sin importar su origen, característica o tipo, es depositado en diversas cavas, distribuidas a lo largo del campo (Figura 36). Estas cavas, según información recopilada vía entrevista, no fueron realizadas para tal fin, sino que se utilizó la tierra para otras actividades, aprovechando la depresión para la deposición transitoria de los residuos. Así mismo se comentó que una vez que se acumula una cantidad importante, son quemados para reducir su volumen generando cenizas

Figura 36: Cava con residuos



Fuente: Fotografía realizada por el autor

4.2.5 Otros servicios

El servicio eléctrico es suministrado por la Cooperativa Rural Eléctrica Tandil Azul Ltda. (CRETAL). Cada sección dentro del campo, incluyendo los tambos, hogares y oficinas posee su propio transformador que abastece de luz a las distintas actividades. Se abona de acuerdo al consumo. No se pudo acceder a un consumo promedio del tambo. Sin embargo se pueden identificar puntos clave de importancia, siendo el sistema de enfriamiento y almacenaje de la leche el que represente el consumo eléctrico más importante.

Otro usos a considerar incluyen las bombas de agua, que permanecen encendidas durante todo el proceso de ordeño y para el posterior lavado de maquinarias y corrales. Como se mencionó, el campo posee una guachera con calefacción para aquellos animales enfermos en recuperación; el consumo de las casas y hogares de los trabajadores del campo, y las operaciones diarias de mantenimiento.

Igualmente se posee en el lugar con un sistema de generadores de emergencia que funcionan a base de combustible fósil, mediante motores diesel.

Por otro lado, el abastecimiento de Gas Natural, se realiza mediante tanques de almacenaje provistos por empresas. En este caso en particular, el servicio se utiliza sólo para uso doméstico de calefacción y cocina, por lo que su consumo no es elevado. Cada hogar posee su propio tanque de 4 m³. Según lo comentado por los trabajadores, se recarga el tanque cada cuatro o cinco meses aproximadamente, siendo en invierno el período de mayor consumo.

4.2.6 Síntesis de las Principales diferencias entre tambos

Los tambos presentan ciertas diferencias en infraestructura, tecnología y capacidad de extracción que influirá en el volumen y tipo de residuos y efluentes generados, así como en la eficiencia del uso de agua. La Tabla 10 presenta un resumen de estas diferencias.

Tabla 10: Diferencias entre Tambos

Características	Tambo Viejo	Tambo Nuevo
Comienzo de actividad	Re-abierto 1994	2001
Pares de Bajadas	12	16

Producción de leche	4.000 lts/día	12.000 lts/día
Meses de mayor extracción	Primavera/Verano	Otoño/Invierno
Tratamiento de efluentes	1 Laguna	4 Lagunas anaeróbicas
Caudal de agua utilizado para enfriamiento ²⁵	11,35 m ³ /día	42,58 m ³ /día

Fuente: Elaboración propia

En relación a la infraestructura y en particular a la maquinaria de ordeño instalada, el “Tambo Nuevo” cuenta con una máquina que posee 16 pares de bajadas. Esto significa que puede trabajar con 32 animales simultáneamente, extrayendo la leche, mejorando la eficiencia y el tiempo que se tarda en completar el trabajo, y reduciendo el caudal de agua necesario para el enfriamiento de la leche. El “Tambo Viejo” por otro lado, cuando sólo con 12 pares.

El mejorar la eficiencia se traduce en un aumento en cuanto la producción de leche por día. Mientras en el “Tambo Viejo” se producen aproximadamente 4.000 litros por día, el “Nuevo” produce 12.000 litros²⁶. Es importante aclarar que cuando mayor es la producción, mayor debe ser el tanque de almacenamiento, así como el consumo eléctrico para refrigerar esa cantidad leche. Es por ello que el “Tambo Nuevo” cuenta con 2 tanques, de capacidad aproximada de 6.000 litros cada uno, mientras que el “Viejo” posee sólo uno.

El total de animales del campo se divide de forma inequitativa entre los tambos. Debido al mayor número de bajadas y poseer una tecnología más eficiente, se trabajan en el “Tambo Nuevo” con mayor número de animales. Sin embargo, de acuerdo a la estación del año en la que nos encontremos, se acentúa la producción en uno u otro tambo. En Otoño-Invierno el “Nuevo” y en Primavera-Verano en el “Viejo”. En adición, esta decisión modifica el caudal de agua utilizado para la producción, en especial sobre el total de agua utilizada para enfriamiento, ya que mayor número de animales significa un aumento en los litros de leche extraídos y por lo tanto un mayor consumo de agua para su enfriamiento. A partir del tiempo

²⁵ Cabe aclarar que el Caudal de agua utilizado para enfriamiento es un cálculo aproximado a partir de horas de uso de la máquina destinada a tal fin. No representa el caudal total ya que se le debe sumar el caudal para limpieza de maquinaria así como también de corral y consumo de personal.

²⁶ Valores estimativos, aportados por entrevistas a los tamberos, profesionales y gerentes a cargo de los tambos, con número de animales de 2013.

aproximado de funcionamiento y según especificaciones de los equipos, se calculó un caudal de 11,35 m³ /día de agua en el “Tambo Viejo” y 42,58 m³/día en el “Tambo Nuevo”, manteniendo una concordancia con datos bibliográfico que establecen una relación de 3 litros de agua por cada litro de leche producido. Sin embargo esto no representa el total de agua utilizada, sino una aproximación, y que sólo se considera el tiempo de trabajo o los litros de leche enfriados, cuando la bomba se encuentra funcionando desde antes y se apaga una vez finalizada la limpieza.

Por último, los tambos difieren en cuanto al tratamiento de los efluentes que llevan a cabo. Mientras el “Tambo Viejo” opta por una única laguna de estabilización, a donde envía todos los efluentes, el “Tambo Nuevo” presenta una serie de lagunas de estabilización conectadas en serie para su tratamiento.

CAPITULO V

5.1 Puntos críticos considerados de la actividad en los Tambos.

A partir del diagnóstico y de datos recopilados de información bibliográfica, se identifican tres puntos críticos en la gestión ambiental. Aspectos como contaminación específica a partir del uso de fertilizantes y gestión de recurso forrajero, o contaminación atmosférica, quedan excluidos ya que pertenecen a etapas productivas que escapan al objetivo de esta tesis. Sin embargo puede trabajarse a futuro como un nuevo tema de investigación.

Los puntos críticos identificados y desarrollados en la presente son 3:

- Uso y gestión del agua en el tambo.
- Gestión de efluentes
- Gestión de residuos solidos

5.1.1 Uso y gestión del agua en tambo

La actividad tampera no escapa a la necesidad del uso en cantidades elevadas de agua para poder llevarse a cabo. En estos casos, no sólo se utiliza para consumo animal y humano, sino también para el correcto enfriamiento de la leche recién extraída, y para la limpieza de las instalaciones y maquinarias, vital para que el producto no se contamine y mantenga un nivel de higiene y calidad óptima.

Según Glessi y Gonzáles (2013), el consumo promedio de agua en tambos de la Provincia de Buenos Aires alcanza valores de aproximadamente 32 m³/día/tambo. Estos valores son estimativos y dependen de varios factores, tales como el tamaño del establecimiento, número de animales en extracción, así como de las maquinarias que presentan y su eficiencia en litros de leche extraídos por minuto.

El principal uso dado al agua en los tambos varía de acuerdo a las condiciones medio ambientales naturales y socio económicos que enmarca la producción. En este sentido, las condiciones climáticas, por ejemplo, determinarán la cantidad de agua utilizada para consumo animal. Ejemplo de lo anterior se observa en publicaciones relacionadas, como Baldovino *et al.* (2011), reconocen a nivel local que el principal uso del agua en tambos pertenecientes al

partido de Tandil es para limpieza del tambo, corrales, bebida para animales y consumo de personal. Sin embargo, el Consejo de Desarrollo de Agricultura y Horticultura de Gran Bretaña²⁷ considera que el principal uso es para bebida de los animales, representando del 50% al 75%, mientras que el enfriamiento de la leche utiliza sólo un 25%.

Al respecto, Nosetti *et al.*, (2002), durante la evaluación del manejo de agua en los tambos, los divide en dos categorías que varían de acuerdo al destino final del agua utilizada en las placas de enfriamiento. El primer grupo (denominado “G1”) reúne aquellos en los que el agua se reutiliza para otros procesos (limpieza, bebedero, termotanque, etc.). El segundo (“G2”), aquellos en los que el agua es volcada directamente a las lagunas junto con los efluentes.

Según Colombo (2005), en promedio, se requieren aproximadamente de 2,5 a 3 litros de agua por cada litro de leche producido. Las maquinarias instaladas en el campo, según una entrevista realizada a la empresa encargada de su distribución²⁸, concuerdan con este dato, ya que utilizan un caudal promedio de 3 litros de agua por cada litro de leche extraído, aunque no significa el total de agua utilizada ya que no contabiliza el agua extraída para limpieza de corral y maquinaria.

Si bien este punto varía de acuerdo a las condiciones climáticas de la región e incluso a la época del año, el principal uso que se realiza del agua de pozo es para alimentar el sistema de refrigeración por placas, aunque luego ésta es reutilizada para otras actividades, tales como limpieza de maquinaria, termotanque e higiene de operarios. Se considera este proceso como crítico en la gestión del agua, debido a los requerimientos en las características de calidad del recurso (potable y de 14°C o menos), lo que impide la utilización de otras fuentes potenciales. Mientras que, por otro lado, el resto de las actividades puede reutilizar el recurso utilizado para el pre enfriamiento, ya que sus requisitos y volúmenes necesarios son iguales o menores.

Los datos relevados de las entrevistas identifican ambos establecimientos dentro del “G1” según la clasificación de Nosetti (*op. cit.*), lo que implica un manejo de “minimización del consumo” al reutilizar el agua para otras actividades. Se cuenta con la infraestructura y las llaves para cortar la bomba de agua en los momentos adecuados. Sin embargo, durante los ordeños en los cuales se estuvo presente, la bomba se dejaba encendida durante todo el

²⁷ A través de la publicación del Booklet: “Uso efectivo del agua en granjas lecheras” (“Effective use of water in dairy farms”). Julio 2009. Gran Bretaña (UK).

²⁸ “FRIOTOTAL”-Sistema de Refrigeración Industrial en Tandil.

trabajo. Incluso en días de extremo calor, los operarios manifestaban que la bomba no se había apagado desde el ordeño anterior.

Ya que el consumo total de agua es un dato de importancia para la gestión del recurso y caracterizar el impacto en su uso, se prosiguió en calcular el caudal por aforo volumétrico. Con un recipiente de 20 litros, se cronometró el tiempo necesario para su llenado a partir del agua bombeada²⁹. De esta manera se calcula el caudal al considerar el tiempo total de bombeo para cada tambo.

Para el “tambo Nuevo”, este procedimiento dio un total de 13.280 litros de agua por ordeño, lo cual significaría aproximadamente cerca de 27 m³. Por otro lado, el “Tambo Viejo” da un aproximado de 9.210,6 litros por ordeño, dando un total de 18,42 m³ al día.

Se debe resaltar la dificultad que implicó esta determinación, no por lo técnico, sino por lo operativo de cada establecimiento. Como se mencionó, debido a que la bomba de agua funcionaba constantemente, para que la medición sea representativa se basó en tiempos de ordeño y posterior lavado de corrales.

Las diferencias con mediciones anteriores se deben a que el cálculo previo era una estimación basada en la relación del consumo de agua con la producción de leche por establecimiento, y no consideraba otros usos o vuelcos del recurso.

Valor vs Costo del Agua subterránea

En este punto, parece preciso entrar en una breve discusión respecto a la dicotomía entre el valor y el costo del agua. En los manuales consultados como bibliografía respecto al enfriamiento de la leche recién extraída del animal, es clara la importancia de refrigerarla de manera inmediata para evitar el crecimiento de colonias bacteriológicas mesófilas. En adición, es de vital importancia para la limpieza de cañerías y maquinaria, elementos que están en contacto directo con la leche ordeñada. El art 43 del Capítulo II: “Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos” del Código Alimentario Argentino, establece que los tambos deben poseer de abastecimiento de agua potable para la limpieza de las maquinarias. La falta de higiene condicionará la calidad del producto extraído y por ende su posterior comercialización.

²⁹ Procedimiento realizado por última vez en Noviembre de 2014.

Al respecto, la bibliografía y los manuales de producción tampera recomiendan el uso de agua (potable) de pozo como principal elemento para reducir la temperatura de la leche, ya que resulta de relativo fácil acceso y **gratuito** (más allá del costo de perforación y bombeado), en comparación con el costo de un refrigerador constantemente encendido. Paralelamente, se considera que el recurso no sufre modificaciones significativas como para “contaminarla”.

Sin embargo, el agua potable es un recurso cada vez más escaso, al que se le debe reconocer un costo por el altísimo valor que posee para el desarrollo de la vida. Y en este caso particular, para las actividades productivas del tambo.

Desde un enfoque de la Economía Ambiental, se han desarrollado y aplicado metodologías para calcular el Valor Económico Total (V.E.T.) de un recurso natural o de externalidades (tanto positivas como negativas) del mercado, entre ellos el valor del agua potable subterránea. Ejemplo de esto, son los trabajos realizados como los de Sauad *et al.* (2001) y de Saavedra Cruz, “*Valoración económica de los usos de agua en Chile*”³⁰ (2007).

Saavedra Cruz (2007), llega a la conclusión de que dentro del abanico de herramientas legales y económicas, la mejor opción para conservar el agua y velar por su uso racional y sustentable es establecer un impuesto a “la tenencia” del derecho de aprovechamiento. Esto impulsará el uso racional del recurso por parte de industrias y población en general, así como la implementación de nuevas técnicas y tecnologías de ahorro de agua, evitando así un aumento en la tarifa de uso de agua.

En efecto, hoy en día varios países europeos han optado incluso por la privatización de servicios públicos y básicos como el abastecimiento de agua potable (Terhost, 2009). Si bien es un tema de debate y controversia, no es un caso aislado. Países como Inglaterra, Gales e Irlanda son ejemplo de ello, e incluso cuentan con una “tarifa” del recurso que es considerada en los procesos productivos llevados a cabo en sus territorios, entre ellos la actividad tampera. El Consejo de Desarrollo de la Agricultura y Horticultura (AHDB) del Reino Unido³¹, es su publicación “Uso efectivo del agua en Tambo”, estima que en promedio se gasta £31 (libras esterlinas) por vaca por año, algo así como \$418 argentinos por vaca en producción por año³².

³⁰ Disponible en línea: <http://www.achidam.cl>

³¹ AHDB: Se definen como “Consejo de gravamen legal, financiado por los agricultores, productores y otros en la cadena de suministro y gestionado como una organización independiente (independiente tanto de la industria comercial y de Gobierno)”. Disponible en línea: <http://www.ahdb.org.uk/>.

³² Valor a Lunes, 12 de mayo de 2014.

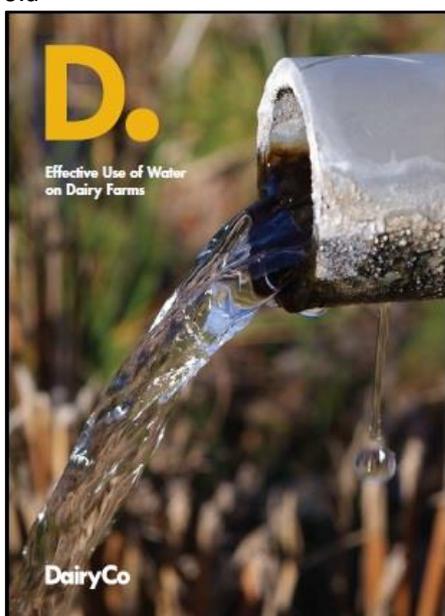
Por otro lado, cabe recalcar que este valor está sujeto a las variaciones del mercado y a los efectos inflacionarios que el país europeo sufra a lo largo del tiempo.

Si bien este no es el caso de Argentina, es un interesante caso de comparación y de evaluación respecto a los costos potenciales que significaría considerar el valor real del agua extraída de pozo y su impacto sobre el precio de los productos derivados, ya que de ser así, el precio por litro de leche cruda sería mucho mayor y por ende el incremento a lo largo de la cadena productiva.

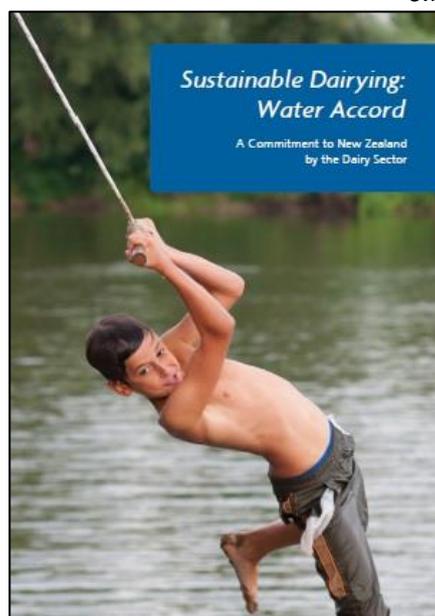
Otro caso de interés es lo que ocurre en Nueva Zelanda, donde constantemente se trabaja en pos de minimizar los efectos negativos del trabajo de extracción de leche. Finalizado el “Clean Streams Accord” (Acuerdo de ríos limpios), se firmó en 2013 un nuevo tratado denominado “Water Accord” (Acuerdo del Agua), llevado a cabo por el Grupo de Liderazgo Ambiental en Tambo que incluye dueños de tambo, operarios, gobiernos locales, concejo regional de productores y autoridades. Ambos tratados, buscan mejorar el rendimiento global de la producción lechera, limitando los posibles impactos o efectos negativos sobre agua dulce potable, trabajando sobre diversos ejes que incluyen, entre otros, el uso racional de agua, tratamiento de efluentes volcados a cuerpos receptores de agua, tambos ubicados en zonas de ribera, manejo de nutrientes. Estos acuerdos se basan en cronogramas de acción, estableciendo metas y objetivos a corto y mediano plazo, cual política ambiental se tratase.

Figura 37: Proyectos de cuidado de agua en Tambo

6.a



6.b



Fuente: Recuperados de a) <http://www.dairyco.org.uk/> y b) <http://dairynz.co.nz/>

Por último, en la legislación argentina no se hace hincapié en la preservación o uso racional del agua potable de manera directa. Sólo se establecen pautas de control y seguimiento, pero sin un organismo que funcione como ente de control in situ de cómo se gestiona el recurso (“policía ambiental”, si se quiere). La legislación se concentra más que nada en los parámetros de vuelco de efluentes que puedan afectar al recurso hídrico subterráneo o superficial.

Al respecto el Código de Agua establece ciertos parámetros relacionados al uso del agua, pero sin embargo son de tipo general, sin considerar volúmenes de extracción. En su artículo 33° de obligaciones implícitas, establece que el uso o estudio de agua impone la obligación de “aplicar técnicas eficientes que eviten el desperdicio y la degradación del agua, los suelos y el ambiente humano en general”³³. El artículo 59° especifica el uso agropecuario del recurso, limitándolo sólo al uso de riego que será objeto de concesión y establece los requisitos para obtenerlo, que incluye un estudio de aptitud de suelo para ser regado y de calidad de agua, que el caudal del aforo sea disponible y de calidad adecuada y la presentación ante autoridad de aplicación de datos técnicos del proyecto, en relación a obras de drenaje.

La Resolución ADA 336/03, en su anexo II, inciso k, establece que las instituciones o establecimientos que utilicen más de 50 m³ de agua por día, deberán llevar un registro de la cantidad y calidad de sus efluentes líquidos. Por lo tanto se controla lo que sale del sistema y no necesariamente la cantidad o caudal que entra al mismo, y menos su uso racional.

³³ Ley Nacional N° 12.257 Código de Agua de la Nación. Título III: Del aprovechamiento del agua y de los cauces públicos; Capítulo I: Disposición Generales; Artículo 33°: Obligaciones implícitas.

5.1.2 Gestión de efluentes de tambo

Un segundo aspecto de importancia relevado en la actividad es el de los efluentes generados durante el proceso de extracción. A raíz de las entrevistas con los operarios y con el gerente del establecimiento, se planteó la falta de acompañamiento por parte de instituciones públicas en los parámetros o guías para la construcción de los respectivos sistemas de tratamiento. Si bien se realizan controles provinciales por parte de la OPDS, son sólo de tipo evaluativo y no correctivo (se dice que está mal, pero no qué se podría hacer para mejorar), por lo que muchos operarios no conocen realmente cuales son las prácticas adecuadas para tal fin.

5.1.2.1 Caudales y composición del efluente.

La determinación de los caudales resultó de difícil aplicación, ya que no se contaba con una salida puntual de donde se pueda realizar la medición volumétrica correspondiente. El vuelco de los efluentes en el “Tambo Viejo”, por ejemplo, resultaba un anegamiento que abarcaba las rejillas y canalización de los mismos. Por otro lado, si bien el circuito de agua extraído de pozos incluye una utilización por rebalse para bebederos, en la práctica esto no ocurría, siendo que se utilizaba agua de otro pozo o se dejaba la bomba encendida a posteriori de la extracción de la leche para tal fin. Por lo tanto, se decidió considerar como caudal de efluente el volumen de agua extraído diariamente por tambo y por ordeño, que es volcado en su totalidad a los respectivos sistemas de lagunas. Estos valores son de 27 m³/día para el “Tambo Nuevo”, y 18 m³/día en el “Tambo Viejo”. De esta manera, además, se considera el peor de los escenarios que representa el vuelto total del agua extraída para la producción.

Por otro lado, para analizar los tratamientos realizados sobre los efluentes, es necesario caracterizarlos y detallar los compuestos que lo conforman. De esta manera se podrá determinar la mejor opción para su tratamiento.

- Mayoritariamente, el principal componente en este tipo de actividades, es el aportado por los desechos animales, que son canalizados desde el corral de espera. Estos se componen de, por un lado, los productos de desecho sólido, estiércol o heces, definidas por Bondi y Drori (1989) como el desecho eliminado del intestino grueso a través del ano del animal. Se compone de:

- Agua
- Restos no digeridos de alimentos

- Restos no absorbidos de secreciones gastrointestinales
- Células desprendidas del tracto gastrointestinal
- Sales inorgánicas
- Bacterias

En cuanto a las características organolépticas, el color de las heces se debe a pigmentos biliares, mientras que el olor procede de la descomposición bacteriana (indol y escatol) que se origina en el tracto intestinal.

Existe una fracción de los componentes que no procede directamente de los alimentos, denominados “componentes endógenos”, constituidos básicamente por enzimas digestivas no utilizadas o células de la mucosa gastrointestinal. En los rumiantes que consumen gran cantidad de forrajes se le suman componentes de las paredes celulares de estos elementos.

La cantidad de heces generados por animal es muy variable, y depende de la dieta suministrada al animal. Si bien la bibliografía aporta datos estadísticos (Tabla 11), se debe limitar a lo generado dentro de los corrales de espera. Sin embargo, debido al estrés que se genera, los animales suelen defecar y orinar en estos momentos con mayor frecuencia.

Tabla 11: Cantidad de excreta diaria promedio para una vaca.

Peso vivo (kg)	Heces excretadas diariamente (kg)	Contenido de agua (%)	pH*
550	15-45	75-86	6,8

**La cifra varía de acuerdo con la composición de la ración*

Fuente: Adaptado de Bondi y Drori, (1989).

El desecho líquido u orina proviene de la filtración sanguínea que se realiza en los riñones del animal, para mantener los niveles constantes del plasma sanguíneo, eliminando compuestos nitrogenados y azufrados, y electrolitos (Bondi y Drori, 1989). El producto final más importante, al igual que en otros mamíferos, es la urea. Este formaldehído nitrogenado, de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, también se encuentra en la materia fecal, pero principalmente se elimina mediante la orina. Entre otros, es el producto final del metabolismo proteínico en los

mamíferos (aminoácidos), y constituye el 80% del nitrógeno total de la orina. Su excreción dependerá del nitrógeno consumido por el animal.

Además, la orina es el medio de eliminación de sales minerales como el cloro, fósforo, potasio y sodio. El potasio presente en las forrajeras le da a la orina de los rumiantes un pH ligeramente básico (7,4 - 8,4) (Bondi y Drori, *op. cit.*). Bajo una dieta rica en proteínas debido a la presencia de ácido sulfúrico (HSO_4^-) y ácido fosfórico (HPO_4^{2-})

Las cantidad y composición de la orina excretada es muy variable, dependiendo de la cantidad de agua bebida, consumo de alimentos nitrogenados, e incluso de condiciones ambientales de temperatura, humedad, y corporales que afectan el ritmo respiratorio y el funcionamiento de los riñones del animal (Tabla 12).

El color amarillento de la orina se debe a una pigmentación biliar, en particular a un metabolito denominado urocromo.

Tabla 12: Orina de vaca: cantidad, composición química y pH.

		Composición (gr/litro)					
Litros diarios	pH	Materia Seca	Nitrógeno Total	Urea	Nitrógeno de Urea	Ácido hipúrico	N. del hipúrico
6-25	7,0-8,7	50-80	3-10	18,5	8,5	16,5	1,3

Fuente: Adaptado de Bondi y Drori (1989).

Tanto en la orina como en la materia fecal aparecen vestigios de medicamentos suministrados a los animales, cuyas concentraciones en exceso se eliminan por estos medios. Sin embargo, no alcanzan concentraciones importantes como para describirlos en este punto, ni tampoco presentan, en estos casos, un riesgo o peligro para la salud.

- El segundo aspecto de importancia, son los diversos productos químicos utilizados en la limpieza y mantenimiento de las maquinarias, como así también la sanidad animal. Los primeros al ser mezclados y enjuagados, terminan con los efluentes luego de ser volcados a los desagües, mientras que los segundos, se relacionan a vuelcos del producto al suelo y posterior

lavado. La descripción de estos compuestos se basa en lo expresado en las fichas de datos de seguridad respectivas a cada producto³⁴.

A continuación se explayará la composición e información sobre los ingredientes de los productos de sanidad relevados de mayor importancia:

- OxyCide-Pre: Sellador desinfectante

Ingredientes	Número de CAS	Porcentaje (P/P)	Fórmula química
Solución de Peróxido de Hidrógeno	7722-84-1	Menor de 5,0%	H ₂ O ₂

Fuente: Adaptado de Foja de Seguridad de producto OxyCide-Pre de GEA Farm Technologies Argentina

Según la foja de seguridad presentada por la empresa GEA Farm Technologies Argentina, no se han efectuado estudios respecto a su toxicidad ni a su potencial como contaminador del agua. Sin embargo aclara que puede causar irritación en ojos y piel, y ser nocivo si se ingiere o aspira.

- SalvoDip: Sellador no iodado en base de ácido láctico y ácido cáprico-caprílico:

Ingredientes	Número de CAS	Porcentaje (P/P)	Fórmula química
Ácido Caprílico Cáprico (C ₈ -C ₁₀)	68937-75-7	<5%	--
Sulfato de Alcohol graso C _{12/14} , sal de sodio	9004-82-4	<5%	---

Fuente: Adaptado de Foja de Seguridad de producto Salvo-Dip de GEA Farm Technologies Argentina

Se expone un riesgo de toxicidad por posible irritación de vías respiratorias, digestivas y al contacto con la piel. Según la foja de seguridad, no debe volcarse al agua superficial o al sistema de alcantarillado sanitario, ya que contamina “ligeramente” el agua. Puede resultar nocivo o fatal si se lo ingiere.

³⁴Ficha de datos de seguridad de productos: Oxy-Cide; SalvoDip; Dac-P y LAC. Compañía GEA Farm Technologies Argentina S.R.L.

- Yodopovidona. Es un producto compuesto por Iodo elemental y povidona con el que se combina para volverse soluble, empleado principalmente como desinfectante y como antiséptico en la sanidad animal y humana.

En cuanto a los productos utilizados para la limpieza de la maquinaria e instalaciones, son:

- Dac-P. Detergente alcalino clorado en polvo. Sus ingredientes más importantes se expresan en la siguiente tabla:

Ingredientes	Número de CAS	Porcentaje (P/P)	Fórmula química
Hidróxido de Sodio (99%)	1310-73-2	30%	Na(OH)
Carbonato de Sodio	497-19-8	42%	Na ₂ CO ₃
Tripolifosfato de Sodio	7758-29-4	14%	Na ₅ P ₃ O ₁₀
Metasilicato de Sodio	6834-92-0	7%	Na ₂ SiO ₃
Isocianurato de Sodio ³⁵	97-23-4	6%	--

Fuente: Adaptado de Foja de Seguridad de producto Dac-P de GEA Farm Technologies Argentina

Como es de esperarse, el pH de este producto es 11,5 (sc. En agua al 0,5%). No presenta datos relativos a información toxicológica o ecológica.

- LAC [Información no habilitada por la empresa]: Limpiador ácido concentrado de baja espuma para la limpieza en el sitio, utilizado en lavados y enjuagues ácidos
- Cloro o Hipoclorito de sodio (NaClO). Utilizado para la desinfección de las maquinarias, en particular por fuera de las mismas, por su fuerte poder de oxidación que destruye la pared celular de los microorganismos, manteniendo un nivel sanitario de las instalaciones. Si bien es estable este compuesto en solución con pH básico, puede reaccionar, liberando cloro libre, o en condiciones de levada temperatura, cloratos y cloruros.

³⁵Se encontró una incongruencia entre el ingrediente y el número CAS, ya que el aportado por la documentación es del Dichlorophen. Por otra parte, el Isocianurato de Sodio es clorado, pero no detalla si es dicloro o tricloro.

Por sus características y su uso, puede significar un riesgo ecológico en especial para peces y plantas en bajas concentraciones, ya que modifica el pH del medio.

- Por último, se observó en el campo la deposición y canalización de restos de leche derramados que terminan como efluentes. En este punto se incluye el derrame accidental durante actividades cotidianas de recolección y almacenamiento, vaciado de tanques refrigeradores para limpieza y vuelco de producto no comercializado (calostro, leche con antibiótico de vacas enfermas y despunte).

En el capítulo de Marco Teórico, se describieron las características del producto, en base a lo establecido por el Código Alimentario Argentino. Se rescata que presenta una materia grasa mínima de 3 gr/100 ml, una concentración de ácido láctico de 0,13 gr/100 ml, por lo que el pH de la leche es ligeramente ácido: 6,6 - 6,8³⁶. En adición, Páez *et al.* (2002), caracteriza porcentualmente la composición promedio de la leche vacuna en un 87% agua, 3,5% grasas, 4,9% lactosa, 3,5% proteínas y 0,7% minerales. Estos valores si bien estimativos, concuerdan con lo sucedido a nivel local (Anuario Lechería Argentina 2013, FunPEL).

Como se observa, este tipo de elementos realiza un aporte considerable de carga orgánica, en particular de grasas y aceites, suero, nata y minerales, lo que significa una elevada demanda biológica de oxígeno (DBO)₅ en el efluente, alcanzando los 120 gr O₂/L (Colombo, 2005).

En base a lo anterior, se diferencian dos situaciones. Por un lado si los derrames se mantienen limitado a los cotidianos, los cuales no se tratan de grandes volúmenes de desecho, no implica grandes modificaciones al efluente originado durante el proceso de extracción. Sin embargo, en caso de que se vuelquen grandes volúmenes, o incluso la totalidad de la leche extraída (como suele suceder durante protestas y manifestaciones como forma de reclamo, y aquella leche fuera de especificación), representa un riesgo para el medio, e inhibe el accionar de los sistemas de tratamientos ya que demora el proceso de biodegradación.

³⁶ **Código Alimentario Argentino:** La ley N° 18.284, Decreto N° 2.126 Anexo I y II. Art 533: "Alimento lácteo" y 534: "Leche".

Figura 38: Vuelco de leche a efluentes



Fuente: Fotografía realizadas por el autor

En el caso de estudio, se observó derrames voluntarios e involuntarios de leche, como parte de procesos periódicos de limpieza. Resulta prácticamente imposible de estimar el caudal promedio diario de leche que es volcado y llega al sistema de tratamiento, por no ser constante y depender de varios factores, aunque, sin embargo se aprecia que no es un volumen considerable, por lo que las implicancias sobre el efluente final son mínimas.

En adición, cabe aclarar que los elementos enunciados anteriormente, son acompañados de una gran cantidad de agua, reutilizada de las placas de enfriamiento, o del tanque australiano situado en el exterior, al realizar la limpieza diaria de maquinarias y corrales. Por lo tanto es de esperar también la presencia de residuos sólidos de pequeño tamaño, tales como pelo animal, tierra, restos vegetales, pellets de alimento balanceado, entre otros, pero en cantidades que no modifican la naturaleza del efluente, más que agregar el volumen de sólidos sedimentables.

5.1.2.2 *Análisis físico-químico del efluente:*

La caracterización físico-química el efluente se realizó en dos etapas. Primeramente, se realizó un muestro en campo, donde se tomaron 12 muestras, 3 para cada tambo (“TN”- Tambo Nuevo, “TV”-Tambo Viejo) por duplicado, diferenciados según distintas etapas de la actividad. La primera etapa, durante el ordeño (TN1 – TV1), donde el efluente se vuelca crudo y concentrado; la segunda durante el lavado de los corrales (TN2 – TV2), el efluente es similar al primero, pero diluido; y el tercero fue extraído de la salida de las lagunas de tratamiento (TNL – TVL). Esta serie de muestreo se utilizó para determinar los parámetros de conductividad

y pH del efluente mediante utilización de un medidor multiparamétrico Hanna modelo HI 9811-5.

Posteriormente se repitió el muestreo, aunque en esta ocasión se unificaron los dos primeros puntos de muestreo. De esta manera, se obtuvieron 2 muestras por tambo: la primera (TNE-TVE) correspondiente al efluente generado durante la etapa de ordeño y durante la etapa de lavado de corral, que ingresa al sistema de tratamiento, y una segunda muestra en las lagunas (TNL-TVL) Estas se enviaron al Laboratorio de Análisis Químicos del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) de la ciudad vecina de Azul para realizar análisis de sólidos, DBO, DQO y Bionutrientes.

En ambos casos, al no poseer una cámara de extracción de muestras, se procedió a una recolección y deposición en un balde de 20 litros, de 500 cc efluente cada un intervalo de 5 minutos. Completo el balde hasta la mitad, se mezcló el contenido y se tomó la respectiva muestra de 1.000 ml para analizar. Este paso, simula la faltante homogenización del efluente, previo a la toma de muestra.

Como se observa en la tabla 14, se aprecia una importante carga de sólidos junto a los efluentes que varían a lo largo del proceso. En un primer momento, durante el ordeño, el efluente de poco caudal, recorre el corral donde se ubican los animales, entra en contacto con las heces aumentando su concentración de sales orgánicas e inorgánicas evidenciado por el alto valor de conductividad eléctrica (tabla 13). Sin embargo, no posee la fuerza para arrastrar sólidos de mayor tamaño, como sí ocurre durante el segundo momento donde aumenta el caudal y fuerza del chorro de agua utilizado para la limpieza de los corrales. La conductividad en este momento desciende por la dilución que se realiza, y aumentan los mg por litro de sólidos de mayor tamaño.

Tabla 13: Conductividad y pH.

Muestra	TN 1	TN 2	TNL	TV1	TV2	TVL
Conductividad (µS/cm)	13.720	2.140	4.070	14.070	5.480	3.220
pH	8,5	7,5	8	8,5	8	10

Por último, en las lagunas de estabilización, los sólidos sedimentan y se almacenan en forma de lodo en el fondo, evidenciado por el marcado descenso de estos valores.

Tabla 14: Sólidos del Efluente

	TNE	TNL	TVE	TVL
Sólidos Totales (mg/L)	5.953	2.344	10.158	1.974
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	3.670	2.322	4.533	1.664
Sólidos Totales en suspensión (mg/L)	2.283	22	5.625	310
Sólidos Sedimentables en 2 horas (ml/L)	43	0,3	66	0,4

TNE: Tambo Nuevo Efluente; TNL: Tambo Nuevo Laguna; TVE: Tambo Viejo Efluente; TVL: tambo Viejo Laguna.

Fuente: Informe de análisis físico químico de efluente. IHLLA

Esta descripción, si bien presenta leves diferencias en cuanto volumen y caudal, es coherente entre tambos y ambos sistemas de tratamientos, a excepción de la muestra perteneciente a los efluentes generados en el Tambo Viejo, donde se observa una concentración desproporcionada de sólidos. Esto se debe al tipo de canalización, infraestructura presente y manejo llevado a cabo. La extracción del efluente se realiza mediante una bomba que se prende una vez que se colmata el área de trabajo. Se evidencia así un problema al mezclarse los efluentes generados durante ordeño y lavado, así como el aporte de sólidos ajenos al proceso de ordeño, como por ejemplo, adición de barro, tierra, sedimentos, bosta vieja (ubicada más allá de las instalaciones), plantas, etc.

Del mismo modo, se determinó los valores de DBO y DQO como indicadores de la presencia de Materia Orgánica (tabla 15). Como era de esperarse, debido a la naturalidad del efluente, los resultados demuestran una alta carga orgánica contaminante en ambas muestras evidenciado por valores de DBO próximos a los 5.000 mg de O₂/L, así como también de materia susceptible de oxidación química (por microorganismos o por reacciones química), donde el DQO alcanza valores de 12.000 mg de O₂/L en el “Tambo Nuevo” y de 7.700 mg de O₂/L en el “Tambo Viejo”. Sin embargo, en tal sentido, los sistemas empleados para los tratamientos de estos parámetros parecen ser eficientes ya que se observa una reducción en la concentración para ambas determinaciones en los dos tambos estudiados.

Tabla 15: Demanda biológica y química de oxígeno en efluente.

	TNE	TNL	TVE	TVL
DBO (mg/L)	5681	238	4199	226
DQO (mg/L)	11979	1015	7706	872

TNE: Tambo Nuevo Efluente; TNL: Tambo Nuevo Laguna; TVE: Tambo Viejo Efluente; TVL: tambo Viejo Laguna.

Fuente: Informe de análisis físico químico de efluente. IHLLA

5.1.2.3 Bionutrientes

A partir del análisis bibliográfico de estudios realizados en Nueva Zelanda sobre la composición nutricional de los efluentes de tambo (Bolan *et al.*, 2004; Bolan *et al.*, 2009; Wallace y Johnstone, 2010) y debido a su potencial disposición sobre el terreno para riego y fertilización de cultivos y pastizales aledaños, como alternativa de gestión, se optó por realizar una determinación de bionutrientes.

El análisis de bionutrientes en el efluente se realizó mediante muestreo, enviado al Laboratorio de Análisis Químicos del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), donde se solicitó la determinación de Nitrógeno Kjeldahl, Potasio y Fósforo Total, ya que éstos son agrónomicamente y biológicamente los tres de mayor importancia.

Las concentraciones se presentan en la tabla 16 y si bien son más altos, se corresponden a los presentes en la bibliografía, donde el orden de importancia es K/N/P (Wallace y Johnstone, 2010). Se debe considerar que los valores de Nitrógeno son cambiantes de acuerdo a la gestión y a la época del año considerado, aunque sin embargo, se mantienen en el orden de entre 200 y 400 mg/L.

Tabla 16: Concentración de Bionutrientes

	TNE	TNL	TVE	TVL
Fósforo total (mg/L)	7,2	3,8	8	19,2
Nitrógeno-Kjeldahl (mg/L)	208	164	240	36
Potasio (mg/L)	362	344	429	320

TNE: Efluente del Tambo Nuevo; TNL: Laguna Tambo Nuevo; TVE: Efluente Tambo Viejo; TVL Laguna Tambo viejo.

Fuente: Informe de análisis físico Químico de efluente. Laboratorio IHLLA

Como se aprecia en la tabla, los valores de nutrientes son similares entre tambos, más no es así respecto a sus lagunas de estabilización, donde el tambo Viejo, exceptuando el caso del Fósforo Total, presenta menos concentración.

5.1.2.4 *Análisis Bacteriológico del efluente*³⁷:

Si bien resulta una obviedad el analizar parámetros microbiológicos en el efluente de tambo considerando el origen orgánico y fecal de la mayor parte del efluente, se procede a realizar un análisis en busca de coliformes totales y fecales, presencia de Clostridios y Enterococos, y determinación de mesófilos, ya que es uno de los parámetros de calidad a considerar para descarga de efluentes, según Res ADA N° 336/03. Las determinaciones fueron realizadas por el autor en el laboratorio de Microbiología de Tecnología de los Alimentos, de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

Las muestras se tomaron como se describió anteriormente, aunque en este caso, se utilizaron envases vidrios, herméticamente cerrados y esterilizados, proporcionados por el laboratorio de Microbiología e inmediatamente después de recolectadas almacenadas en frío.

La determinación del número más probable (NMP) de bacterias coliformes totales y fecales en 100 ml se realizó según metodología de Williams. Debido a la naturaleza del efluente, se sospechaba una alta concentración de carga bacteriana, por lo que se realizó una determinación con las muestras diluidas 10 veces.

Figura 39: Análisis microbiológico.



Fuente: Fotografía realizada por el autor.

³⁷ En base a “Guía de Trabajos Prácticos en Microbiología”. Apunte de Cátedra. Área de Microbiología de los Alimentos. Dpto. Tecnología de los Alimentos – Fac. Cs Veterinarias- UNICEN. 2012.

La presencia de Coliformes fecales da indicio de la probabilidad de presencia de *E. coli*. Para corroborar esto, se utilizan los coliformes obtenidos de la determinación anterior. Con un ansa circular, se toma una muestra de las colonias presentes en el tubo y posteriormente se siembra en cápsulas de Petri con un medio adecuado en estufa durante 24-48 hs. La existencia de *E. coli* se determina mediante la presencia de colonia de color verde botella en la cápsula.

La determinación del número de bacterias mesófilas se realizó a través del método de recuento de placa, mientras que el análisis realizado para la determinación de Clostridium se basa en la observación de la coloración de los tubos con las respectivas muestras. La presencia de Clostridium se evidencia a partir de una coloración negra de la solución.

Por último, se realizó la determinación de presencia de Enterococos para lo cual se utilizó un Tubo de ensayo con Glucosa Azida (doble concentración). La presencia de enterococos se evidencia a partir de una turbidez de la solución.

La Tabla 17, resume los valores globales, obtenidos durante el análisis bacteriológico.

Tabla 17: Análisis bacteriológico de efluentes

Muestra	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100ml)	Clostridium	Enterococos	Mesófilos (UFC/ml)	Escherichias
TN 1	11000	24000	+	+	7,40E+06	S/D
TN 2	11000	24000	+	+	1,14E+06	S/D
TNL	11000	24000	+ *	+	5,00E+06	<i>Adecarboxylasa Coli Hermannii</i>
TV 1	11000	24000	+	+	7,60E+06	S/D
TV 2	11000	24000	+	+	8,20E+05	S/D
TVL	70	430	+ *	+	2,10E+05	<i>Adecarboxylasa Coli Hermannii</i>

* De coloración más grisácea.

Según la Res ADA 336/03, el límite admisible de descarga de Coliformes Totales, no debe superar los 2.000 NMP/100 ml.

NMP: Número más probable; UFC: Unidades formadoras de colonias
S/D: Sin Determinar

Los resultados evidencian una gran carga bacteriológica en el efluente de ambas tambos. Se observa que los valores de coliformes totales y fecales, superan ampliamente lo estipulado por el Anexo II de la Res. ADA 336/03 de 2.000 NMP/100 ml, a excepción de la

laguna de estabilización del Tambo Viejo, donde se evidenció niveles aceptables de ambos tipos de coliformes.

A partir de las muestras positivas de coliformes fecales, se lograron identificar 3 especies *Escherichia* en TN 1 y TV 1: *E. adecarboxylasa*; *E.coli*; *E. hermannii* mediante el método Steel (1993).

Por otro lado, la determinación de Clostridios y enterococos fue positiva en todas las muestras analizadas. Aunque aquellas pertenecientes a las de lagunas de estabilización, el color negro del cultivo, se tornaron más claro, mostrando que aun cuando hay presencia, la concentración de clostridiums no es tan elevada como en las demás. A su vez, no se pudo confirmar en ningún caso la presencia de enterococos en análisis posteriores con cápsula de petri.

En relación a las bacterias mesófilas, se observó un crecimiento exacerbado en las muestras, aunque se evidencia un decrecimiento a medida que el efluente evolucionaba, lo que demuestra cierta eficiencia en el tratamiento aplicado. La laguna del Tambo Viejo, presentó el menor recuento de mesófilas.

La dilución que se realiza durante el lavado de los corrales en el segundo momento es el causado por la disminución en la concentración de bacterias. Sin embargo, se evidencia una dicotomía entre los sistemas de tratamientos seleccionados en relación a la eliminación de los mismos, en especial con el parámetro de coliformes fecales, por su limitante expresada en la ley Res. ADA 336/03. El Tambo Viejo, con la laguna de estabilización, presenta valores aceptables. Se deduce que el sistema funciona como un estanque natural (eutrofizado), siendo procesos biológicos los que se encargan de la eliminación y control de estos elementos. Por otro lado, la serie de lagunas presenten en el tambo Nuevo, no parece estar funcionando correctamente en relación a este parámetro. Si bien se observa un descenso en el número de unidades formadoras de colonia de mesófilas y una reducción de concentración de clostridiums (por su decoloración), no alcanzan los valores mínimos establecidos por la reglamentación.

5.1.2.5 *Análisis eco-toxicológico.*

Se determinó el nivel toxicológico del efluente de tambo, mediante un bioensayo de toxicidad aguda en semillas de *Lactuca sativa L.* (lechuga 4 estaciones). Dicho análisis se realizó por el autor en las instalaciones del Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA),

Facultad de Ciencias Humanas (FCH), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).

Para ello, se utilizaron 6 muestras coincidentes a las descritas anteriormente, utilizadas para el análisis bacteriológico. En este caso, para la determinación de la inhibición de las raíces, se utilizaron sin dilución.

El poder germinativo de las semillas fue del 88 %. La Cl_{50} (concentración tóxica que inhibe la elongación de raíz de la lechuga en un 50 %) se determinó cultivando las semillas en distintas concentraciones de Zn, y analizando los efectos producidos. Como resultado se obtuvo una curva de inhibición de fórmula $F(x) = 57,053x - 19,409$, con una $R^2 = 0,9278$, la cual se utilizó para determinar que la Cl_{50} para Zn es de 32 mg/L.

Para cada muestra se trabajó por triplicado. Se utilizó una cápsula de Petri, en donde se colocó un papel de filtro que sirve de sustento para el cultivo de 20 semillas de *Lactuca*. Cada una se regó con 3 ml del efluente, se colocó la tapa de la cápsula y rotuló. Se realizó además un blanco (también por triplicado) donde se usó agua destilada. Las semillas se germinaron en oscuridad a una temperatura de $22^{\circ}C \pm 2$, durante 120 hs, y se regaron nuevamente a las 72 hs con agua destilada.

Finalizada la germinación, se procedió a la medición de las raíces y mediante un análisis de varianza estadístico se determinó el porcentaje de inhibición para las muestras³⁸. La metodología utilizada estipula que una inhibición o estimulación de la raíz de la semilla, mayor al 30% representa una respuesta toxicológica de la plántula al efluente. Los resultados se presentan en la Tabla 18.

Se observó que el efluente crudo (TN1 y TV1), produjo una inhibición total de las semillas en ambos casos, donde las semillas no germinaron. En cuanto al segundo momento, durante el lavado de los corrales y por ende con un efluente mayor diluido, se observó una diferencia entre ambos casos. En el Tambo Nuevo, el porcentaje de inhibición fue del 18%, menor a los 30% establecidos por la metodología, lo que implicaría que no se aprecia un efecto toxicológico de importancia. Sin embargo, en el Tambo Viejo, esto no es así, alcanzando una inhibición de hasta el 76%. Esto se debe al tipo de alcantarillado y forma de evacuación de los efluentes. Mientras en el Tambo Nuevo, se realizó una canalización hormigonada con pendiente que llega directamente a las lagunas de estabilización, en el Viejo esto no existe, por

³⁸ Las determinaciones completas se adjuntan en el anexo.

lo tanto el efluente se canaliza a un pozo a pocos metros de distancia, desde donde se lo bombea a la laguna de estabilización. Esto produce una saturación del sistema, anegando con efluente la zona de corral y tránsito de animales, y concentrando las sales disueltas.

Figura 40: Análisis ecotoxicológico.

17.a Muestra efluente "Tambo Viejo"

17.b Muestra efluente "Tambo Nuevo"



Por último, las muestras extraídas de las lagunas, si bien próximas al límite, mostraron un efecto tóxico por encima del 30%.

Además de la inhibición, se comprobó ciertas anomalías con las semillas. En aquellas regadas con los efluentes, se observaron manchas de color amarillas en la base de las mismas y raíces que crecieron hacia arriba, "escapando" del filtro.

Tabla 18: Porcentaje inhibición en semillas

Muestras	N° Brotes (Total 60)	Porcentaje germinación	Longitud raíces promedio (mm)	Inhibición (mm)	Porcentaje de Inhibición*
Blanco	54	90,00%	13,99	-	-
TN1	0	0,00%	0,00	13,99	100%
TN2	54	90,00%	11,50	2,48	18%
TNL	40	66,67%	8,15	5,84	42%
TV1	0	0,00%	0,00	13,99	100%
TV2	39	65,00%	3,34	10,65	76%
TVL	52	86,67%	9,24	4,75	34%

* Efecto tóxico: $\geq 30\%$

TN: "Tambo Nuevo"; TNL: "Laguna Tambo Nuevo"; TV: "Tambo Viejo"; TVL: Laguna Tambo Viejo

Por otro lado, se evidenció que las semillas utilizadas como blanco presentaron una cierta inhibición en el crecimiento de sus raíces, en comparación con otros análisis realizados en el centro de investigación, que alcanzan los 29,5 mm (Miguel *et al.*, 2013). Si bien las cápsulas de Petri estaban tapadas y separadas unas de otra, se colocaron en el mismo horno durante el ensayo. Por el olor que éstas presentaban, se deduce que el amoníaco fue el responsable del efecto. Además, este grupo presentó un crecimiento irregular y raíces mullidas o “peludas”.

5.1.2.6 *Eficacia y Problemas de los Tratamientos llevados a cabo en el lugar.*

Anteriormente se describió y caracterizó el sistema de tratamiento llevado a cabo en ambos tambos, detallando las principales diferencias entre ellos. A continuación se abordará en profundidad su funcionamiento y principales falencias y problemas relevados.

Para la evaluación del funcionamiento de estos sistemas utilizados en el campo, se utilizarán lo establecido en el decreto Reglamentario ADA N° 336/03 de parámetros de descarga de efluentes, en este caso los establecidos para absorción por suelo (Tabla 19).

Respecto a los sólidos sedimentables a las dos horas, el tratamiento pareciera ser eficaz para alcanzar lo estipulado por la legislación. La determinación de sólidos sedimentables a 10 minutos, no fue posible visualizarse debido a la gran turbidez de las muestras. Aunque el problema es que la decantación de los mismos no se realiza en un sedimentador, sino que se da en las lagunas, lo que al cabo de un tiempo, termina colapsando, impidiendo el correcto funcionamiento de las lagunas.

En cuanto a aspectos bacteriológicos, se observa que el sistema de lagunas estabilizadoras presentes en el Tambo Nuevo, no logra actuar efectivamente sobre este punto, presentando la misma concentración bacteriológica que el efluente crudo. No sucede lo mismo en el lago del Tambo Viejo, donde se observa una brusca reducción del valor (con un porcentaje de eficiencia del 98%), por debajo del valor guía reglamentado.

Respecto a la DBO, los porcentajes de eficiencia de los tratamientos son elevados, del orden de los 96% y 95% para el Tambo Nuevo y Viejo respectivamente. Sin embargo, no alcanzan a cumplir con el valor máximo permisible estipulado por la Resolución 336/03, debido a los altos valores que posee el efluente al ingresar al sistema. Lo mismo ocurre con la DQO, donde los rendimientos de eficiencia son de 92% y 89% respectivamente, aunque los valores finales se encuentran fuera de los límites máximos establecidos por la legislación.

Tabla 19: Rendimiento sistemas de tratamiento de efluente.

Muestras	Res. ADA N°336/03	TN1	TNL	% eficiencia de trat.	TV1	TVL	% eficiencia de trat.
S. Sedimentables (ml/L) 2 hs	≤ 5,0	43	0,3	99%	66	0,4	99%
Coliformes fecales (NMP/100ml)	≤ 20.000	24000	24000	0%	24000	430	98%
DBO (mgO ₂ /L)	≤ 200	5681	238	96%	4199	226	95%
DQO (mgO ₂ /L)	≤ 500	11979	1015	92%	7706	872	89%
Nitrógeno Total (mg/L)	≤ 105	208	164	21%	240	36	85%
Fósforo Total (mg/L)	≤ 10	7,2	3,8	47%	8	19,2	
Potasio (mg/L)	No dice	362	344	5%	429	320	25%
Inhibición semillas L. Sativa	≤30%; ≥-30%	100%	42%		100%	34%	

Tal como plantea Bolan *et al.* (2009), con los sistemas de tratamientos basados en sistemas de lagunas, que comúnmente se utilizan en los tambos, se obtienen altos rendimientos en la reducción de la demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO), pero no de los bionutrientes tales como Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Esto concuerda con los bajos rendimientos observados en el Tambo Nuevo que posee una serie de lagunas. El Tambo Viejo, por otro lado, posee una única laguna de “estabilización” donde se observan mejores rendimientos.

Por último, si bien no se encuentra regulado por ley, la eco-toxicidad del efluente se mantiene con valores elevados, mayores al 30% de inhibición estipulados por la metodología. Se comenta en el presente trabajo, ya que esto significa un potencial peligro si se considera su reutilización para riego ya que produciría un efecto adverso sobre las semillas, punto a considerar al pensar en una posible reutilización del efluente como riego de cultivo.

Durante las visitas y a través de entrevistas realizadas a operarios tamberos, se detectaron varios problemas relacionados con las lagunas de estabilización. Por un lado, en el Tambo Viejo, al no estar delimitada la laguna, esta aumenta o disminuye su superficie de

acuerdo a las condiciones climáticas y al caudal de efluente que recibe. Sin embargo, durante épocas de intensa lluvia, se informó que se produce un anegamiento en el área, que termina por unir esta laguna con otra de una fábrica de quesos vecina. Esto significa una pérdida o alteración de los procesos biológicos de inhibición de los efluentes, además de una contaminación sobre terreno y cultivo.

Por otro lado, en el tambo Nuevo se da un problema por colmatación. Según informaron los operarios del tambo, las lagunas se saturaron a poco tiempo de ser construidas (Figura 41). Este hecho se puede justificar principalmente por la gran cantidad de sólidos que se depositan en ellas, sin un pre tratamiento de sedimentación o decantación de lodos, por lo que todo el material es depositado en el fondo de las lagunas. Esto se evidencia si consideramos los datos calculados anteriormente de Sólidos Sedimentables a 2 horas y lo relacionamos con el caudal medio diario:

El “Tambo Nuevo” genera por ordeño aproximadamente $13,5 \text{ m}^3$ de efluentes, en 180 minutos de vuelco. Según las determinaciones, la muestra de efluente posee 43 ml/L de sólidos sedimentables a las 2 horas (SS 2hs). Esto significa que genera un total de $0,58 \text{ m}^3/\text{ordeño}$ o $1,16 \text{ m}^3/\text{día}$ de SS.

Las instalaciones del tambo contaban (como se describió anteriormente) con dos lagunas de estabilización, que en total sumaban un volumen de 588 m^3 . Mediante una regla de proporcionalidad (regla de tres simple), se puede estimar que con la carga de sólidos que posee el efluente, se tardaba 1 año y 4 meses aproximadamente en que las lagunas se colmaten con los sólidos sedimentables.

En la actualidad, luego de la construcción de dos nuevas lagunas se suman 1100 m^3 , alcanzado un total de 1688 m^3 de volumen de tratamiento. Por lo tanto, manteniendo el mismo caudal y concentración de sólidos sedimentables a las 2 horas, la colmatación del sistema tardaría 4 años aproximadamente.

Cabe aclarar que lo expresado consta de un ejercicio teórico, un cálculo utilizando datos disponibles y estimativos, presentes en un momento dado. En una actividad como la del tambo, las condiciones fluctúan constantemente, ya sea por el número total de animales en ordeño, horas de producción, estaciones climáticas, etc. Por lo tanto, al momento de seleccionar o planificar la construcción de un sistema de tratamiento, se recomienda un análisis pormenorizado de estos parámetros de diseño para cada tambo en particular.

Sumado a esto, debemos considerar que el área de estudio se ubica en una zona donde se registran excesos hídricos durante gran parte del año, alcanzando los 142 mm (Ruíz de Galarreta, 2004), lo que el poder de evaporación es reducido y el efluente se elimina mayoritariamente por infiltración hacia las napas. Sin embargo, al generarse una capa de sedimentos, dificulta este proceso. El resultado final es la colmatación de las lagunas.

Figura 41: Colmatación de lagunas en “Tambo Nuevo”.



Fuente: Fotografía Realizada por el autor

5.1.2.7 Peligros para la sanidad animal y humana.

Tanto la presencia de materia fecal, como de leche cruda sin tratar, contribuyen a un efluente cargado de parásitos y colonias microbianas y bacteriológicas, entre las que se puede nombrar *Micobacterium paratuberculosis*, *Salmonellas spp*, *Leptospiras*, *Yersinas spp* (Colombo, 2005). De hecho, el análisis bacteriológico realizado en el presente trabajo (que se basó sólo en lo establecido por el Anexo II de la Res. ADA 336/03), evidenció la presencia de *Escherichia spp.*, *Clostridium*s y *Enterococos*, entre otros, parte de los cuales son microorganismos patógenos para el hombre.

Alains (2003), afirma que la contaminación de la leche y productos lácteos con microorganismos patógenos es de origen múltiple. Si consideramos el aporte animal, puede ser de forma directa por la presencia de gérmenes en las mamas que contaminan la leche durante el ordeño, o indirecta por la generación de estiércol y orina que de no ser correctamente evacuada de los corrales, puede contaminar las ubres. Además, la proximidad de otras especies que pueden ser medio de enfermedades infecciosas.

Con respecto al medio físico circundante, la calidad del agua y del suelo funciona como reservorios de microorganismos. Por lo tanto si no se controlan éstos, pueden enfermarse los animales a través de los bebederos o al momento de echarse esperando ser ordeñados.

Por último, el hombre también juega un papel importante en este aspecto, si no realiza adecuadamente los procedimientos de higiene animal o incluso higiene personal (no utilizar guantes, vestimenta sucia o en mal estado, entre otros).

Por lo tanto y en relación a esto, resulta evidente la importancia de una correcta gestión de los efluentes que incluya una completa evacuación de los corrales de espera y de salas de ordeño, y principalmente un tratamiento eficaz y efectivo que permita un vuelco al medio receptor de manera inocua. De lo contrario, debido a su naturaleza puede significar un riesgo para la salud humana, operario del tambo o consumidor del producto, familias vecinas que consumen de agua de pozo, y de los animales junto a la leche que produce y por ende a la economía del tambo.

5.1.3 Determinación del peligro de contaminación del sistema hídrico subterráneo en el sitio de las lagunas de tratamiento.³⁹

Considerando las características del efluente y el sistema presente para su tratamiento, se consideró pertinente determinar el peligro de contaminación del sistema hídrico subterráneo para tales condiciones. Se utilizó la metodología propuesta por Foster e Hirata (1988) denominada DIOS (GOD según las siglas en inglés). Ésta se refiere a la probabilidad de que por medio de la actividad del hombre, el agua subterránea sea contaminada por compuestos cuyas concentraciones superen las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud, para calidad de agua potable.

La metodología define el riesgo de contaminación a partir de la interacción entre una carga contaminante volcada por determinada actividad humana, y la vulnerabilidad del acuífero, debido a las características naturales del perfil edáfico del sitio.

$$\text{Peligro de contaminación} = \text{Vulnerabilidad de acuífero} + \text{Carga Contaminante}$$

La carga contaminante se define en base a la combinación de la magnitud de carga hidráulica del contaminante, duración y modo de disposición, y su concentración, movilidad y persistencia.

Por otro lado, para determinar la vulnerabilidad del acuífero se presta especial atención a la capa no saturada del perfil. Se considera su capacidad de atenuación y eliminación de contaminantes de los estratos presentes por encima del acuífero; y la inaccesibilidad hidráulica de la zona saturada a la penetración del contaminante.

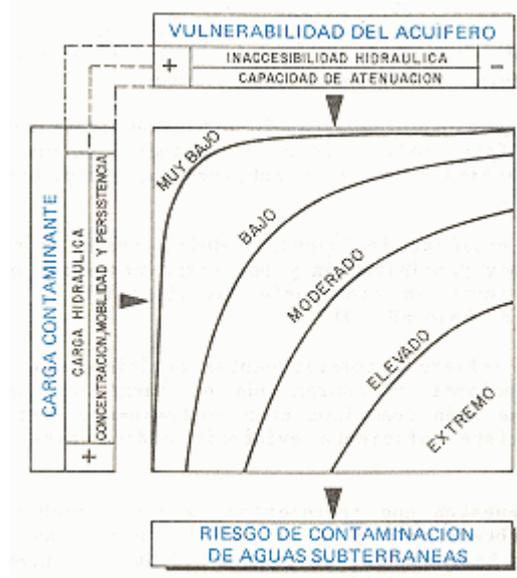
Mediante una serie de pasos, la metodología asigna un índice numérico entre 0 y 1 para ambos parámetros (vulnerabilidad y carga contaminante), en base a las características de sus componentes. De su entrecruzamiento en la Figura 42 será el valor final asignado al riesgo de contaminación del acuífero.

Según los autores, el uso de esta metodología busca brindar una serie de pasos sistematizados para el análisis del riesgo. Sin embargo, no implica la sustitución del monitoreo e inspección periódica en campo.

³⁹ El desarrollo de esta metodología se basó en el trabajo de Maestría en Ingeniería Ambiental de Miguel, Roberto Esteban, "Gestión de residuos de arenas de fundición en Tandil y su impacto en el sistema hídrico subterráneo", Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de La Plata, 2009.

Para el caso puntual de este trabajo, se considerarán los dos sitios seleccionados representantes a cada tambo. Las características referidas a la vulnerabilidad del acuífero son compartidas para ambos sitios estudiados. Sin embargo, en relación a la carga contaminante existe una ligera diferencia basada en el área total de las lagunas y por ende la carga hidráulica. Este hecho será desarrollado oportunamente en el índice correspondiente.

Figura 42: Esquema conceptual del riesgo de contaminación de aguas subterráneas



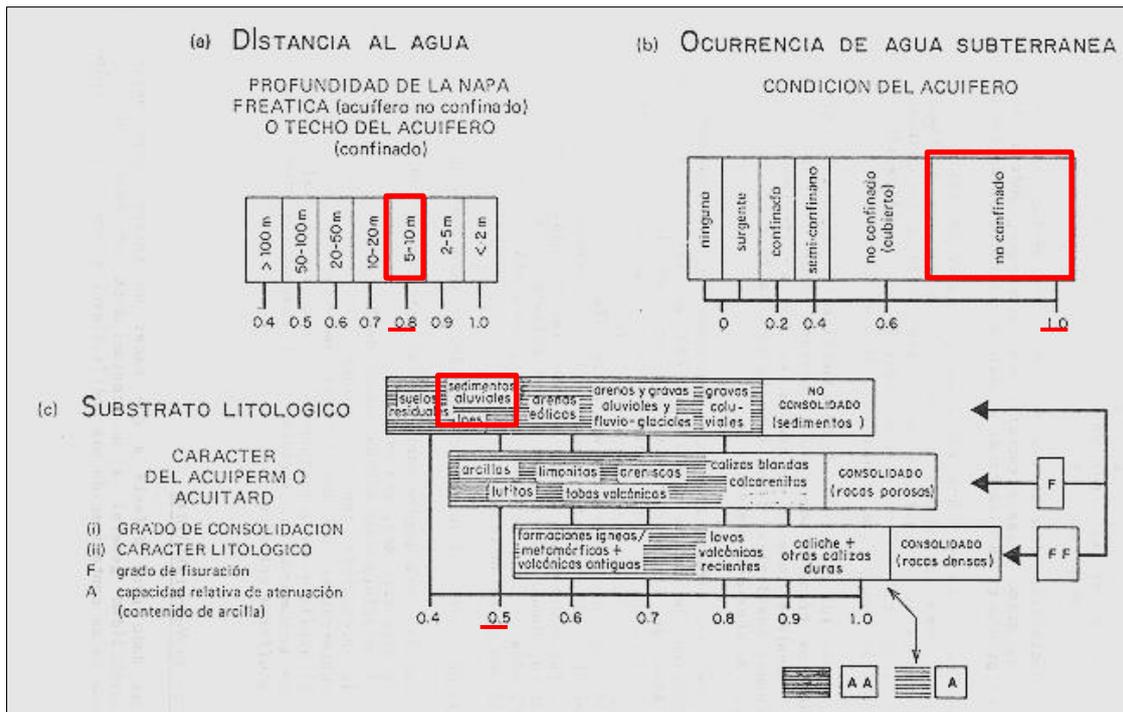
Fuente: Foster e Hirata (1988)

Vulnerabilidad del acuífero:

Siguiendo con la guía propuesta por la metodología DIOS, la vulnerabilidad del agua subterránea se puede medir a partir de determinadas particularidades naturales del sitio. Para cada componente de la vulnerabilidad se asigna un valor. Se retoman los datos descriptos en capítulos anteriores sobre el medio físico donde se asienta la producción, para caracterizar estos componentes, seleccionando el rango adecuado. El producto de los valores, determina el índice final de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación.

La Figura 43 presenta la vulnerabilidad del acuífero en el sitio estudiado. Se remarca en rojo aquellas características presentes en el área de estudio y los valores correspondientes. A partir de las mediciones realizadas para la determinación de la hidrodinámica local del agua subterránea, se sabe que la profundidad promedio se encuentra en el rango de 5 a 10 metros, y que el acuífero presente es de tipo “no confinado”. Por otro lado, en base a investigación bibliográfica y trabajos precedentes, se caracteriza el substrato litológico como de sedimentos aluviales, loésicos pampeanos.

Figura 43: Caracterización de los componentes de la vulnerabilidad del acuífero



Por lo tanto, en base a lo anterior, se calcula una vulnerabilidad a partir de considerar $0,8 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,4$ lo que indica una vulnerabilidad media del acuífero (Tabla 20).

Tabla 20: Vulnerabilidad del acuífero en área de estudio

Componentes de vulnerabilidad	Característica	Valor
(a) Distancia al agua	5-10 metros	0,8
(b) Ocurrencia de agua subterránea	No confinado	1
(c) Substrato litológico	Sedimentos aluviales – Loes	0,5
Vulnerabilidad a la contaminación del acuífero	Vulnerabilidad media	0,4

Carga contaminante:

La caracterización de la carga contaminante requiere identificar cuatro características semi-independientes al subsuelo (Foster, 1987), cada uno representada en un índice: I- Clase de contaminante; II- Intensidad de Contaminación; III- Modo de disposición del contaminante; IV- Duración de la carga contaminante. A diferencia de la vulnerabilidad del acuífero, los valores correspondientes a cada índice no se multiplican entre sí sino que se sólo se considera

el de mayor valor. Para esto, se retomarán los datos de la caracterización del efluente generado en el tambo, realizada en capítulos anteriores.

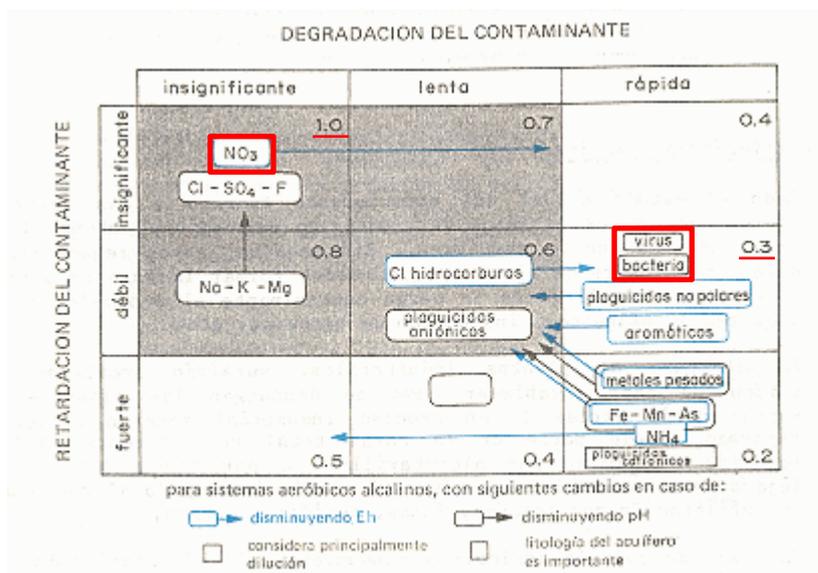
Como se dijo, se trata de un efluente líquido, con alta concentración de sólidos orgánicos. Debido a su origen mayormente de desecho animal (orina y estiércol), es de esperarse altas concentraciones de sales disueltas en gran parte aportadas por la descomposición de la materia orgánica, en particular ion NO_3^- (tomado como indicador); así como la presencia de microorganismos, virus y bacterias patógenas, entre ellos coliformes fecales y totales, 3 especímenes de la familia *Escherichia*, *enterococos*, *clostridium*s y mesófilos.

Evidentemente en un efluente de estas características, el Nitrato es una de las tantas sales productos de la degradación. Sin embargo, por una razón de presupuesto y de tiempo, no se pudo realizar un análisis exhaustivo en este aspecto, y se considera solo al nitrato como un indicador de contaminación.

Índice Clase de contaminante:

Las clases de sustancias presentes en la contaminación del acuífero se definen a partir de la interrelación entre dos cualidades de los mismos: Su tendencia hacia la degradación o transformación in-situ, a raíz de la acción química o microbiológica, y su retardación con respecto al flujo de agua, debido a procesos edafológicos, como de intercambio catiónico, sorción, etc. (Foster e Hirata, *op. cit.*).

Figura 44: Índice Clase de contaminante.



Como se dice anteriormente, la metodología evalúa el peligro de contaminación del acuífero para sustancias y lugares específicos de descarga. Para este análisis se identifican en los efluentes de tambo dos tipologías de contaminantes de importancia, señalados en la Figura 44: Los microorganismos patógenos (Virus, bacterias), de débil retardación y rápida degradación, a lo que se le da un índice de 0,3; y las sales disueltas, como el ión nitrato, catalogadas como de insignificante o nula degradación en el medio e insignificante retardación con un índice de 1.

Cabe resaltar que estas sales son el producto final de la degradación de los compuestos orgánicos presentes en las lagunas de estabilización y por lo tanto, resultan especies muy estables y de baja o nula degradación, de gran movilidad con el flujo de agua pudiendo alcanzar incluso el recurso hídrico subterráneo mediante infiltración y percolación.

Índice Intensidad de contaminación:

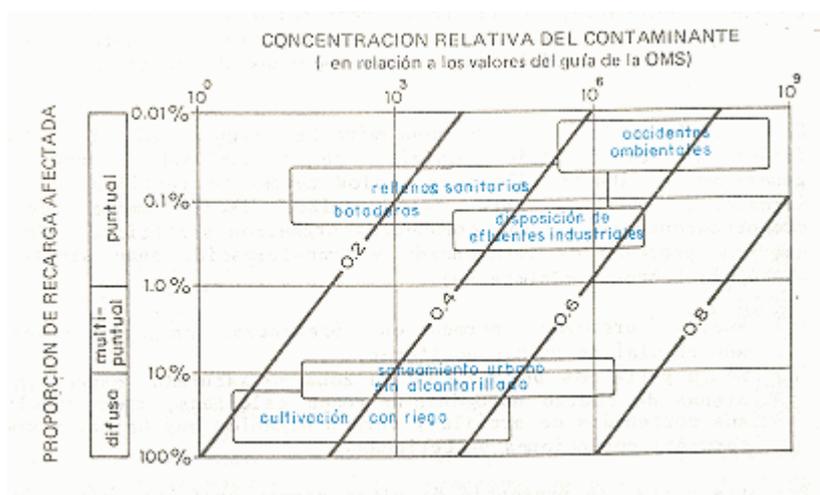
La metodología define este índice a partir de la concentración relativa de cada contaminante por encima de los valores guía recomendados por la OMS para la calidad de agua potable, relacionado con la proporción de la recarga local del agua subterránea afectada por la contaminación.

En tal sentido, las lagunas de estabilización pueden considerarse como una fuente puntual de contaminación, ya que aunque se extiende en varias hectáreas, la contaminación es centrada en un área específica, delimitada, representando baja proporcionalidad de recarga afectada.

La concentración relativa es variable a lo largo del día, de las estaciones del año y entre los años, dependiendo de la cantidad de animales con los que se trabaje, cantidad de agua utilizada para limpieza de corral y maquinaria, etc. Recordamos que la gestión del rodeo de animales varía a lo largo del año, dependiendo de las estaciones climáticas y del tambo considerado.

En tal sentido, utilizando las determinaciones de microorganismos, se estima una concentración relativa en exceso de este parámetro del orden de 10^6 (considerando el peor de los casos) en los efluentes de ambos tambos. Llevado a la Figura 45, se concluye un índice de Intensidad 0,6.

Figura 45: Índice Intensidad de contaminación.



Con respecto a la concentración de NO_3^- , si bien no se cuenta con un análisis específico de este parámetro en los efluentes, se la puede calcular estimativamente en base a la concentración de Nitrógeno Total, tal como se recomendaba en la primera versión de la “Guía para la calidad de agua potable” de la OMS de 1984. Considerando los pesos moleculares del ión nitrato y del nitrógeno, se puede establecer una relación entre ambos de 4,42 Nitrógenos por cada NO_3^- (62 gr NO_3^- / 14 gr N = 4,42 gr N). En base a esto, se establecía el límite de NO_3^- como Nitrógeno de 10 mg/L o de NO_3^- presente de 45 mg/L.

Volviendo a los resultados obtenidos de las muestras analizadas en el laboratorio, donde se obtuvo un Nitrógeno Total (mediante método Kjeldahl) de 208 mg/L en el Tambo Nuevo y de 240 mg/L en el Tambo Viejo, se puede estimar que en el peor de los casos, donde la totalidad de Nitrógeno orgánico y amoniacal (Nitrógeno Kjeldahl) se transforme por oxidación en NO_3^- , se puede contar con una concentración de 919,36 mg/L NO_3^- y 1060,8 mg/L NO_3^- respectivamente.

El valor referencial actual de nitratos en agua potable según las Guías para la calidad de agua potable de la OMS (2008) es 50 mg/L. Por lo tanto se concluye que el exceso del contaminante es del orden de 10^1 y 10^2 para los tambos “Nuevo” y “Viejo” respectivamente, por lo que el índice de intensidad de contaminación alcanza un valor de 0,1 para ambos (Figura 45).

Índice Modo de disposición:

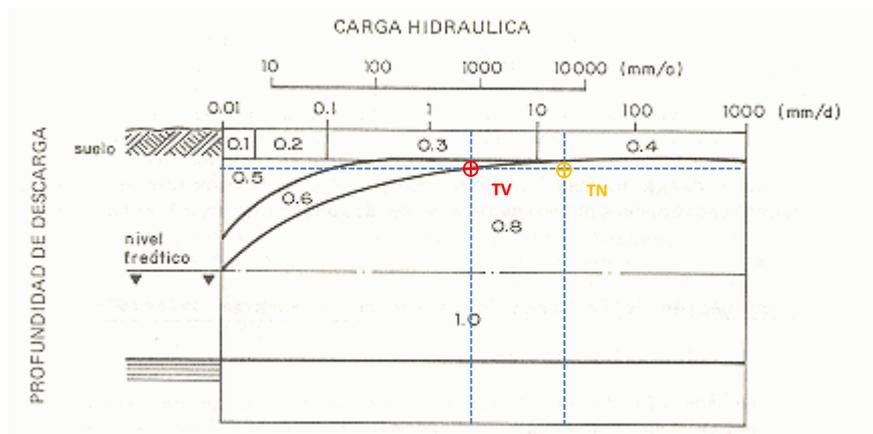
Se define a partir de: La carga hidráulica asociada con los contaminantes, en este caso el caudal de efluente generado por día, y la profundidad bajo superficie a la que el efluente es

descargado. Los dos tambos poseen la misma composición en su efluente, y una misma profundidad de descarga. Sin embargo, varía en su carga hidráulica.

Para el cálculo del índice, se considera el caudal de efluente estimado anteriormente para los distintos Tambos estudiados. Para el “Tambo Viejo” el caudal de efluente de 18,42 m³/día es dividido por 19.000 m² (1,9 ha) de la superficie de la laguna de estabilización. Esto es igual a 0,97 mm de efluente. Por otro lado, para el “Tambo Nuevo” un aproximado de 30m³/día que se ha de dividir por 1126 m² (suma de las superficies de las lagunas conectadas en serie) lo que es igual a 26,59 mm de efluente aproximadamente.

Al no contar con un “techo” que impida la caída de agua, se deben sumar la precipitación media por día para esa superficie. Esto se calcula a partir de considerar los 842 mm de precipitación media anual, lo que implica 2,33 mm de precipitación media diaria (842 mm/365 días). La carga hidráulica por día por lo tanto, alcanza para el “Tambo Viejo” un valor de 3,29 mm/día, y para el “Tambo Nuevo” de 28,92 mm/día.

Figura 46: Carga Hidráulica



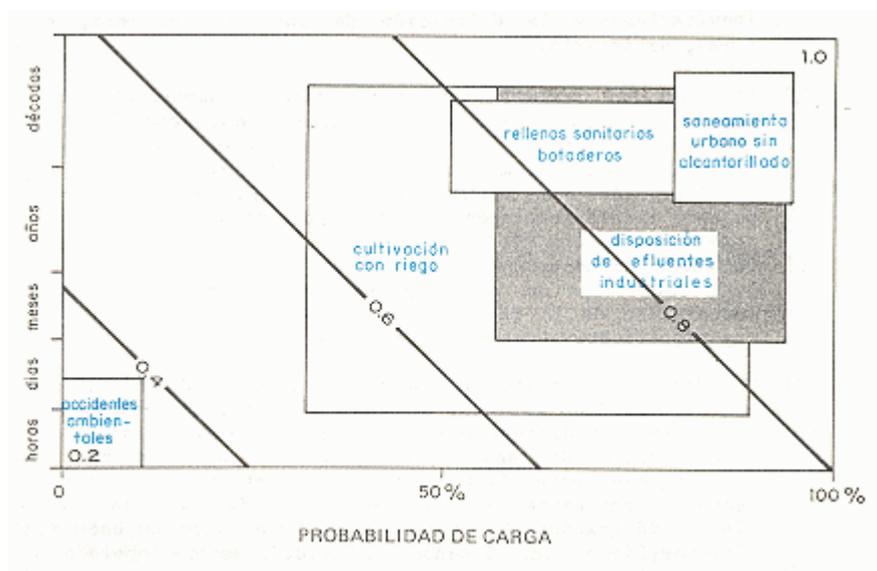
Si bien como se dijo en capítulos anteriores las lagunas se encuentran colmatadas, lo que implica que el efluente escurre por la superficie al mismo nivel de suelo, se debe considerar el fondo de las lagunas, ya que es allí donde se infiltrará al acuífero. Debido a la forma en la que se construyeron y al mantenimiento que se realiza de los mismos, la profundidad es muy variable dentro y entre las lagunas. Sin embargo se estima una profundidad máxima de 2 metros (se considera la peor de las situaciones).

Por lo tanto, ayudándonos con la Figura 46, los componentes para el “Tambo Viejo” indican un índice de 0,6, mientras que el “Tambo Nuevo” de 0,8.

Índice Duración de la carga:

El índice de aplicación de carga contaminante se define considerando la probabilidad de que el contaminante sea descargado al subsuelo y el tiempo de duración desde el comienzo de esta carga.

Figura 47: Índice Duración de la carga



En tal sentido, los efluentes de ambas instalaciones son generados durante aproximadamente 2 horas y media (que dura el ordeño), dos veces al día, durante el tiempo que funcione el emprendimiento, ya que no existe descanso en la actividad (a excepción de casos puntuales). Si bien los tambos se diferencian en más de 20 años, ambos superan la década en actividad. Por otro lado, el efluente posee una composición constante, aunque varía su concentración de acuerdo a las condiciones climáticas y a la época del año, por lo que se considerará una probabilidad de carga contaminante elevada.

En base a estos datos, el índice de duración de carga, coincide en parte con el rango de “Saneamiento urbano sin alcantarillado”, alcanzando valores de 0,9 en el peor de los casos (Figura 47).

Índice final de Carga Contaminante

Finalmente, y a diferencia del índice de vulnerabilidad de acuífero, en este punto se toma el mayor valor de los distintos índices calculados anteriormente para cada contaminante en ambos establecimientos. En el Tabla 21, se sintetizan estos resultados. Si bien varios de los índices se comparten, otros varían de acuerdo al establecimiento.

Tabla 21: Carga Contaminante

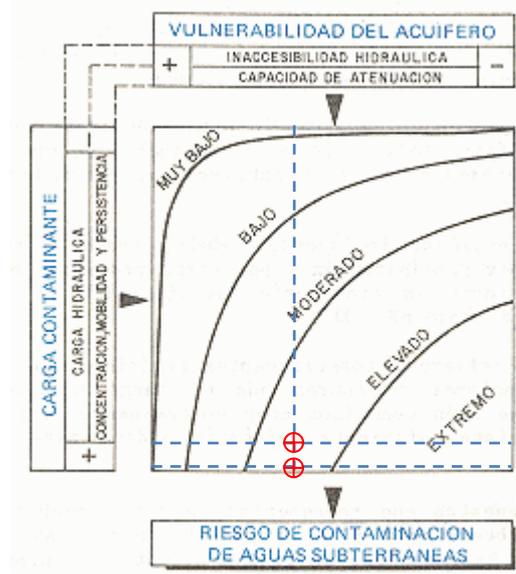
Carga Contaminante	NO ₃ ⁻		Microbiológico	
	TNuevo	TViejo	TNuevo	TViejo
(a) Índice Clase de contaminante	1		0,3	
(b) Índice Intensidad de contaminación	0,1		0,6	
(c) Índice Modo de Disposición	0,8	0,6	0,8	0,6
(d) Índice de Duración de la carga	0,9	0,9	0,9	0,9
Índice Final	1	1	0,9	0,9

Como puede observarse, existen variaciones entre los tipos de contaminante y entre los tambos analizados. Sin embargo, se rescata que la carga contaminante del ión Nitrato toma un índice de valor 1, mientras que el Microbiológico es de 0,9.

Peligro de contaminación:

Por último, como se dijo al principio de este punto, el peligro se define a partir de la interrelación entre la vulnerabilidad del acuífero y la carga contaminante. Retomamos el esquema de riesgo de contaminación de agua subterránea propuesto por la metodología para graficar dicha interrelación entre componentes. De esta manera, cruzamos índice de 0,4 de vulnerabilidad del acuífero y 0,9 y 1 de la carga contaminante, dando un **peligro elevado de contaminación** en todos los casos:

Figura 48: Peligro de Contaminación final



5.1.4 Gestión de Residuos sólidos en el Tambo.

Los residuos agrarios se los define como aquellos que se originan en actividades agrícolas, ganaderas, agroalimentarias y forestales (Orozco Barrenetxea, 2002). Esta clasificación se realiza en base a su origen, aunque posteriormente se los debe gestionar de acuerdo a la clasificación expresada en las normativas vigentes (En provincia de Buenos Aires, residuos especiales, patológicos, domiciliarios, etc.). En la bibliografía citada, se engloban dentro de la clasificación tanto residuos sólidos como líquidos, aunque en el presente trabajo sólo se considerarán aquellos residuos sólidos inorgánicos, ya que los líquidos se trabajan bajo la denominación de “Efluentes” e incluyen los restos sólidos orgánicos (estiércol).

5.2 Composición general de residuos generados.

En las instalaciones de ordeño se generan gran cantidad y diversidad de residuos, muchos de los cuales no son biodegradables e incluso presentan cierta peligrosidad (Colombo, 2005). Para realizar un diagnóstico de la generación y posterior gestión de los residuos se consultó a la gerencia de los tambos por un registro de compras de productos, a partir del cual se extrae la información relevante para conocer la cantidad, tipo de material y periodicidad de recambio de los elementos con los que se trabaja en el lugar. Ésta resulta una forma indirecta de alcanzar valores aproximados de volumen así como la composición de los residuos generados en el tambo. Se debe considerar que estos valores son estimativos, ya que varían entre y a lo largo de los años.

De la totalidad del registro aportado se tomarán los del año 2013, debido a que representa un año completo de actividad, con datos actualizados, y coincide con el período de elaboración de la presente tesis. Por otro lado, se detallarán aquellos que implican una generación periódica de residuos. Manteniendo la clasificación optada por la gerencia del tambo para el registro de los materiales utilizados, se presentarán 4 categorías. Por un lado, aquellos generales, del mantenimiento de las instalaciones; los propios del funcionamiento del tambo; un grupo referido a los productos de higiene para los animales; y por último, aquellos relacionados con los productos de medicina veterinarios.

La categoría denominada “Estructural” (Tabla 22) comprende aquellos elementos comprados anualmente debido a su uso y deterioro, utilizados en el campo para el manejo del rodeo animal, ya sea en la separación y mantenimiento de las parcelas destinadas a pastoreo, como también las utilizadas para remarcar zonas específicas de corral de espera, etc. Como se

aprecia en la descripción, son de diversos materiales (plásticos, metálicos, maderos) todos asimilables a los domiciliarios, y varios de ellos potencialmente reutilizables o reciclables.

Tabla 22: Elementos estructurales

Producto	Cantidad	Breve Descripción
Aisladores	651	Plásticos
Bulón v/medidas	112	Metal
Cable	3	Cable
Carretel con hilo	15	Plásticos
Carretel plástico vacío	4	Plásticos
Collares para ternero	20	Hebilla-polipropileno-plásticas
Electro hilo	19	Hilo con alambre de acero inoxidable
Estación palo santo	74	Madera
Poste galvanizado	45	Metal
Punteras plásticas	30	Plásticos
Tablas	36	Madera
Torniquete	96	Metal
Varillas	450	Plásticos

Los elementos de “Tambo” (Tabla 23) son los usados propiamente durante la rutina de ordeño y en actividades complementarias, tales como curaciones rápidas en pata, identificadores de anticuerpos en leche, o el tratamiento de patologías rutinarias. Debido a la especificidad de sus compuestos, los productos utilizados para la “higiene animal” y en la “limpieza de las maquinarias”, se detallan en la Tabla 24. Éstos representan cierto riesgo ambiental y sanitario. De acuerdo a lo expresado por productores y vendedores es muy raro que se cuente con las fojas de seguridad de los productos mencionados, lo cual implica que no se conocen las medidas de precaución necesarias para cada producto, así como tampoco los riesgos en su manipulación.

Tabla 23: Elementos de Tambo

Producto	Cantidad	Promedio por mes	Descripción
Aciendel Plus x 1000 ml	10		Antiparasitario externo
Alcohol puro frasco x 1000 ml	3		Alcohol
Algodón paq x 150 g	5		Algodón
Aut-pietín frasco x 500 ml	2		Preparación farmacológica para utilizar en problemas de pie

Bovigan Secado. Caja de 12 jeringas de 5,4 gr c/u	240		Suspensión antibiótica de uso intramamario durante el secado. Ya contiene las jeringas descartables.
Calvetan 50, frasco x 100 ml	120	10	Mineralizante inyectable
Ceftiover Maxium	12		Antibiótico inyectable
Clavamox LC jeringa p/mastitis. 12 unidades x 3 gr	24		jeringa
CMT reactivo x 1lt	4		Para diagnóstico de mastitis subclínica
Cobactan LC jeringa/mastitis. 15 unidades con 15 toallitas desinfectantes	15		Antibiotico bactericida inyectable p/mastitis
Ememast Plus. 10 jeringas x 10 ml. Frasco x 100 ml	1400	117	Solución contra las Mastitis agudas.
Estrepto Pendiben x 6 ampollas	22		jeringas
Excede. Frasco x 100 ml	9		Antibiótico inyectable
Gluforal colapsable x 500 ml	29		Mineralizante inyectable
Ketofen 10% x 50 ml	22	2	Analgésico-Antiinflamatorio-Antipirético
L-300. Ampolla x 100 ml	31		Antibiótico inyectable de amplio espectro a base de Lincomicina.
Leukotest	5		Identificador de anticuerpos en leche
Levac gel oral x 1000 ml	2		Reconstituyente mineral en gel con alta concentración de calcio
Lotagen sol frasco x 10 ml	3		Cicatrizante, Queratoplástico, Desinfectante
Magnemax hidrosoluble x 4 unidades de 3 kg c/u	2		Suplemento minerales
Metacam frasco x 50 ml	3		Antiinflamatorio no esteroide para bovinos
Metricure 1 inyección x unidad	25		Antibiótico intrauterino
Novantel secado. 20 jeringas de 10 ml c/u	1020	85	Antibiótico de aplicación intramamaria, destinado a vacas en secado.
Romagel. 20 jeringas de 10 ml c/u	620	52	Antibiótico-antiinflamatorio intramamario para vacas en lactancia.
Tylan x 100 ml	18		Antibiótico inyectable
Otros: Instrumental			Pipetas, anti empaste, delantal reforzado

Tabla 24: Elementos de Higiene y Limpieza

Producto	Cantidad	Promedio /mes	Descripción
Bobinas de papel x 150m	152	13	Papel
Dac P x 10 kg	65	5	Detergente Alcalino
Det manual x 22 lts	11	1	Detergente
Detergente manual iodado x 10 lts	2		Detergente iodado
Filmadine x 22 kg	4		Sellador
Ioderm PSP x 22 kg	67	6	Desinfectante pre y post ordeño
Lac x20 lts	44	4	Detergente ácido
Micro5 x 230 lts	13	1	Detergente neutro
Oxycide x 25 lts	133	11	Presellador
Salvo Dip B x 20 lts	2		Sellador
Tripfan x 25 lts	47	4	Detergente Alcalino clorado
Zinicin x 10 lts	57	5	líquido con cloro desinfectante CIP (Limpieza in situ)
Otros: Instrumental			Aplicadores, tazas, pezoneras, entre otros.

Por último, se detallan los elementos propios de “Medicina Veterinaria” (Tabla 25) para un año, donde encontramos todo tipo de elementos y medicamentos. Esto implica una generación de envases de vidrio y/o plástico impregnados de compuestos químicos, así como elementos corto punzantes (agujas/jeringas, bisturí y otro instrumental), y guantes de látex. Se supone que el descarte se hace luego de su utilización en los animales, lo que implica que este tipo de residuos se los deba considerar como patológicos, por su peligrosidad biológica.

Tabla 25: Elementos de Medicina Veterinaria

Producto	Cantidad	Descripción
Agujas descartables hipodérmicas	480	Agujas
Antihistamínico	3	Medicamento
Bactrovet Plata en aerosol x 440 ml	11	Cicatrizante, antimiasmico, antimicrobiano y hemostático de alta adherencia de uso tópico
DerraminPouren, fco x 1 lt	2	Antiparasitario externo
Derribante Plata aerosol x 400 ml	5	Antiparasitario externo cicatrizante a base de Cipermetrina en aerosol
Dexafort. Frasco ampolla x 50 ml	2	Medicamento
Equilten plata aerosol x 440 ml	2	Antiparasitario externo

FlunixinPharmavet frasco x 10 ml	2	Medicamento
Guantes p/insem. X 100	32	Guantes de látex descartables
Guantes de latex	8	Guantes de látex descartables
Jeringa v/cap	74	Jeringa/Aguja con medicamento
Kobracurabicheras en aerosol	2	Antiparasitario externo
Pervinoxsolucion envase x litro	1	Pervinox - Yodopovidona
Pinkeye sin esteroides x unidad	1	Medicamento
Otros: Instrumental		Refractómetros, pinzas, manijas, mango para bisturí, marcador de caravana, dosificador, caravanas, calostrómetros.

Cabe aclarar que, además de los mencionados, aparecen otras categorías tales como “Guacheras” o “Inseminación”. Ambas mantienen características similares a las de Medicina veterinaria, ya que requieren de medicamentos varios, e instrumental específico descartable como agujas, jeringas, guantes de látex o bisturí, entre otros. Sin embargo, el volumen generado no es significativo en comparación a los descriptos anteriormente.

5.3 Problemas asociados a la gestión actual de los residuos.

Como se mencionó los residuos de los tambos y de los hogares dentro del campo son depositados en una cava a 50 metros del pozo de extracción de agua para el Tambo Nuevo. Ésta cava no fue realizada para tal fin, sino que es resultado de la extracción de tierra para otras actividades. Por lo tanto literalmente es un pozo en el cual se disponen todo tipo de residuos, sin impermeabilización ni cobertura. Una vez que se alcanza su capacidad se procede a su incineración, con el objeto de reducir su volumen y repetir la operación.

Éste tipo de práctica, según se pudo constatar mediante entrevista a los productores del lugar, es la más común en área rurales, debido a la inexistencia de información al respecto, y a la falta de una recolección municipal o privada (Mairosser, 2014)⁴⁰.

Resulta evidente que la descomposición de los desechos traerá asociado una serie de problemas ambientales, y que es un foco de contaminación y de riesgo sanitario, no sólo para

⁴⁰ “Programa de Gestión de envases de agroquímicos”, INTA E.E.A. Hilario Ascasubi, 24 de Junio de 2014. Publicado on-line: <http://inta.gob.ar/documentos/por-un-campo-limpio-gestion-de-envases-vacios>. [Consultado 11 de Septiembre de 2014]

el personal sino también para los animales (Colombo *et al.*, 2005). En tal sentido, si bien se puede desglosar y detallar varias problemáticas (zoonosis, contaminación visual, afectación a poblaciones animales, entre otros), considerando la escala de este “basural a cielo abierto”, los principales inconvenientes están relacionados con la contaminación del recurso hídrico subterráneo, y contaminación atmosférica.

La contaminación de aguas freáticas y superficiales puede darse a raíz del contacto directo con los residuos en descomposición, ya sea por la infiltración de agua de lluvia o superficiales, y anegamiento del terreno (considerando su topografía) o por un ascenso del flujo de agua subterránea en épocas de excesos hídricos. En todo caso, comienza un proceso de infiltración y percolación que da como resultado un lixiviado que arrastra compuestos presentes en los residuos, muchos de los cuales son tóxicos o presentan características patogénicas o de peligrosidad. Se debe considerar también en este aspecto que varios de los materiales depositados poseen la capacidad de absorción de humedad (Sued y Mennella, 1984), lo cual ayuda a que se generen una serie de reacciones físicas químicas, resultando en contaminantes secundarios, ausente en la deposición inicial de residuos. La ausencia de un material aislante, facilita la infiltración y percolación de estos contaminantes hacia el recurso hídrico subterráneo.

Por otro lado, se debe considerar la fracción orgánica presente en estos residuos que van desde restos animales (osamenta de terneros) hasta residuos orgánicos de origen doméstico (restos de yerba, frutas y verduras etc.). Tchobanoglous *et al.* (1996) considera que una de las características a tener en cuenta en la gestión de este tipo de residuos es la conversión de los residuos, mediante microorganismos, en gases y sólidos (olores) orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. Relacionado a esto, la proliferación de microorganismos patógenos y de animales vectores de enfermedades tales como las ratas o moscas.

La destrucción térmica llevada a cabo en estos casos, una vez alcanzado cierto volumen, implica la liberación de gases compuestos principalmente por dióxido de carbono (CO₂), Nitrógeno (N₂) y vapor de agua (H₂O). Debido a la quema de productos derivados de combustibles fósiles, así como de restos orgánicos, también es de esperarse la presencia en pequeñas cantidades de óxidos de nitrógenos (NO_x), dióxidos de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃), entre otros (Tchobanoglous, 1996), así como la generación de dioxinas y furanos (debido a la combustión incompleta). Si bien al considerar el caso puntual trabajado en esta tesis no

representa mayor riesgo debido a su pequeño tamaño, se debe considerar que la problemática se repite a lo largo de todos los productores rurales que siguen este mismo manejo.

5.4 *Reglamentación*

Un punto para analizar es lo expresado en la reglamentación respecto a la gestión de residuos rurales. En 1988, se promulgó en la Provincia de Buenos Aires, la Ley 10.699: Ley Provincial de Agroquímicos, con el objeto de regular la utilización de productos químicos, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y la producción agrícola. Sin embargo, esta ley sólo contempla aquellos químicos utilizados para el resguardo y desarrollo de producción vegetal, omitiendo los de uso animal (incluyendo la producción de leche en tambo). Por otro lado, la ley contempla la elaboración, formulación, fraccionamiento, distribución, transporte, almacenamiento, comercialización o entrega gratuita, exhibición, aplicación y locación de aplicación, obviando la etapa posterior de manipulación y tratamiento/disposición final de los residuos generados.

Al igual que este caso, la legislación específica referente a productos químicos del ámbito rural, como por ejemplo: la Ley 18073/69 (plaguicidas) o 195/87 (Higiene y Seguridad), no hacen referencia particularmente al tratamiento o destino final de los envases generados (Allevato y Pórfido, 2002), y se concentran únicamente en aquellos envases de uso agrícola, no ganadero.

Desde mediados de 2014, el Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable (OPDS), se encuentra trabajando en una nueva normativa de “Gestión de Envases de Agroquímicos”. Dicha resolución se basa en la Norma de plaguicidas IRAM 12.069, que detalla el “procedimiento para el lavado de envases rígidos de plaguicidas miscibles o dispersables en agua”.

Los productores agropecuarios tendrán la obligación a partir de esta normativa de cumplir el procedimiento del triple lavado o lavado a presión de los envases vacíos. Así mismo, luego de perforarlos, aplastarlos y embolsarlos, deberán ser entregados a un centro regional de acopio, para su posterior tratamiento. Por tanto, queda prohibida la reutilización, entierro, quema a cielo abierto, comercialización e intercambio de cualquier tipo de envase de agroquímico (OPDS, 2014)⁴¹.

⁴¹ Extraído de link: <http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/articulos/ver/1030> [Consultado día 11 de septiembre de 2014]

En este marco, desde la OPDS ya se han realizado convenios con distintas localidades de la provincia, entre ellos: Carmen de Patagones, Villarino, Puan, Tornquist, Bahía Blanca, Saavedra, Balcarce, Rauch, Baradero, Laprida, Bolívar, Colón, Lobos, General Belgrano, General Viamonte, Guaminí, Daireaux, Trenque Lauquen, Coronel Pringles, Tres Arroyos, y Las Flores (OPDS, *op. cit.*). Estos municipios se han comprometido en la construcción de puntos de acopio de envases de agroquímicos, así como en la capacitación e información a los productores que trabajan dentro de sus límites. Cabe aclarar que la localidad de Tandil, todavía no ha firmado el convenio, por lo cual todavía no posee (al transcurso de la redacción de este trabajo) centros de acopio.

A raíz de lo anterior, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se encuentra trabajando con un programa de gestión de envases vacíos de agroquímicos en los partidos de Villarino, Patagones y Bahía Blanca, en los que se plantea como objetivos, entre otras cosas, la implementación de centros de acopio y la capacitación de productores y usuarios, sobre manipulación de estos envases, el procedimientos del triple lavado y cuestiones relacionadas a la Seguridad e Higiene del trabajador rural (Mairosser, *op. cit.*).

Más allá de lo mencionado, persiste el problema de que al utilizar el concepto de “agroquímico”⁴², y siguiendo con su definición, sólo se contemplan los envases de productos utilizados en la agricultura, y no se incluyen (por lo menos de manera explícita) aquellos provenientes de actividades ganaderas, como la de tambo, donde se generan residuos de productos de limpieza, higiene animal y aquellos patológicos provenientes de la medicina veterinaria.

⁴² Según la Organization for Economic Co-operation and Development (OCDE) son: “los compuestos químicos, generalmente sintéticos, producidos de un modo comercial utilizados en agricultura, tales como fertilizantes, pesticidas y acondicionadores del suelo”.

5.2 Propuestas de Buenas Prácticas en la actividad tambera

A partir del conocimiento detallado del funcionamiento de los tambos estudiados, y de la identificación de los principales problemas detectados, se presentan algunas propuestas y/o medidas de mitigación y remediación para colaborar en el mejoramiento de la situación ambiental de la actividad.

Para tal fin, se continuará con la lógica empleada anteriormente, basada en los 3 principales puntos críticos. Como se dijo, se pueden abordar varios aspectos además de los trabajados en este apartado. Sin embargo, por una cuestión de logística y de extensión de la tesis, se decidió considerar sólo los puntos críticos. Por otro lado, resaltar que existen diversas alternativas y propuestas de mitigación o corrección. Sin embargo, se intenta “bajar” a la realidad del tambo seleccionado como caso de estudio, en el contexto socio económico actual.

5.2.1 Minimización de consumo de Agua:

Resulta indispensable para la actividad tambera el uso de agua potable. Se lo utiliza para mantener la calidad del producto extraído (evitando la proliferación de bacterias), y la limpieza e higiene de maquinarias y establecimiento, procesos que no pueden evitar el consumo de abundante volúmenes de agua. Por lo tanto, las acciones que el productor puede llevar a cabo, no son muchas, y las recomendaciones en la bibliografía y de los productos ofrecidos en el mercado, representan una inversión en maquinaria y tecnología, que los productores a nivel local no son capaces de afrontar debido a la situación económica por el que transita el sector.

Sin embargo, se puede plantear algunas estrategias rápidas para reducir el consumo del recurso en el caso de estudio, en base a programas de acción de Nueva Zelanda y del Reino Unido, y dejar en consideración ciertos criterios de elección a largo plazo, para cuando se tenga que renovar el equipo.

Pre enfriamiento de leche

Luego de identificar los puntos de mayor consumo en el tambo estudiado (desarrollado en los capítulos anteriores) resulta que el pre enfriamiento de la leche, mediante las placas de intercambio calórico, es donde se utiliza el mayor volumen de agua. Es poco lo que el

productor puede modificar en este punto. Lo ideal es realizar un análisis multicriterio entre el consumo de agua, y el de energía eléctrica, para considerar la instalación de un refrigerador, enfriando directamente con el tanque de almacenamiento posterior, o instalando otro tipo de productos destinados para tal fin.

Sin embargo, se pueden realizar ligeras modificaciones para mejorar la eficiencia de las placas de 3:1 a 2:1 litros de agua por cada litro de leche. Primeramente, realizar un correcto mantenimiento de las placas, manteniendo la óptima separación entre las placas para el intercambio calórico. Por otro lado, reduciendo el caudal extraído por la bomba, aprovechando mejor el poder de enfriamiento de cada litro de agua utilizada. Por último, utilizar la bomba de extracción cuando sea necesario, y no dejarla prendida antes o después de la extracción de la leche, ya que implica un desperdicio del recurso, en principio innecesario.

Un segundo aspecto de importancia a tener en cuenta, es la **reutilización** del agua empleada en las placas de refresco. Retomando lo publicado por Nosetti *op. cit.*, formar parte del grupo “G2”, que recirculan el agua empleada, almacenándola en tanques en altura, para usarla para otras actividades en el tambo. En el caso de estudio, esto se realiza de forma satisfactoria, mediante un sistema de rebalse, y el agua termina utilizándose para limpieza de maquinaria, corrales, o en su defecto para bebedero de animales.

En trabajos futuros, se propone el medir la temperatura del agua luego de ser utilizada para el pre enfriamiento, durante distintas épocas del año. Al ser almacenadas en tanques de altura, el clima puede influir en la temperatura propia del agua, pudiendo incluso (en épocas invernales), volver a utilizarse en las placas de intercambio calórico.

La Limpieza

La limpieza de corrales, instalaciones y maquinarias es el segundo punto en importancia en cuanto al consumo de agua. Al igual que lo anterior, es necesario que se realice correctamente para evitar contaminación del producto, y mantener las condiciones de higiene para los operarios y para los animales.

Respecto a la limpieza del corral de espera, lo mejor sería realizarlo en su mayor parte en seco. Empresas destinadas a la venta de productos para tambo, ofrecen en el mercado tecnología con esta lógica. La empresa Delaval, por ejemplo, posee en venta un sistema de limpieza y recolección en seco del estiércol, basado en un brazo mecánico (Figura 49) que mediante un sistema de poleas y una guía en el suelo, recorre la superficie del tambo,

“barriendo” el desecho hasta una estercolera. Si bien sería una opción más que eficiente, requiere de una reconstrucción parcial o total de las instalaciones, y una inversión económica.

Figura 49: Brazo mecánico de recolección DeLaval.



Fuente: DeLaval. <http://www.delaval.com.ar/>

Se pueden plantear, sin embargo, algunas recomendaciones para reducir el volumen de agua utilizado, entre ellas:

- Remojar el corral, previo a la rutina de ordeño, en los días soleados de calor (veraniegos) para evitar la adhesión del estiércol al suelo, y facilitar el manguereo posterior.
- Previo al manguereo, utilizar una espátula (especie de escurridor metálico), para arrastrar el sólido más grande y/o para romper el estiércol, facilitando posteriormente su limpieza con agua.
- Realizar la limpieza del corral con agua a presión (hidrolavadora-boquilla en manguera), de forma activa y cerca del estiércol, empujándolo hacia el canal que lleva al sistema de tratamiento.
- Considerar cubrir el suelo con un material de fácil limpieza.

La limpieza de las maquinarias y cañerías es un caso más delicado. Debe realizarse correctamente ya que por ellos circulara la leche ordeñada, y cualquier tipo de suciedad terminará contaminando el producto.

El volumen de agua utilizado está regulado por el producto, así como repeticiones de limpieza por la ley y el Código Alimentario Argentino. Por lo tanto el accionar del productor en este punto está limitado a consultar con el distribuidor por alternativas que utilicen menor

volumen de agua (si es que existe en el mercado), o en considerar para recambios de maquinaria. Algunas de las modernas poseen tiempos de lavado más veloces, gracias a utilizar un lavado de alta presión, con menor volumen de agua (DairyCo).

Rutina de Ordeñe

Por último, algunos comentarios respecto a los quehaceres diarios en las instalaciones y rutina de ordeñe respecto al uso del agua. Si bien muchos son insignificantes, con el paso del tiempo se magnifican, implicando grandes pérdidas de agua.

Evitar pérdida de recurso en fugas (goteras), ya que con el tiempo significa un gran desperdicio. Colocar en las mangueras utilizadas (externas para limpieza de corral, como las internas, destinadas a limpieza de las ubres del animal), mecanismos de cierre de agua, como las pistolas para manguera (usualmente utilizadas para regar). Es una forma sencilla para evitar pérdidas constantes de agua.

Intentar realizar un ordeñe tranquilo, sin stress para los animales factor que reduce el volumen de estiércol generado por los animales al evitar que se sientan tensionadas o estresadas.

A su vez, es recomendable diseñar un plano donde se detalle cómo se realiza el abastecimiento de agua, señalando la ubicación de los pozos, bomba, canillas, cañerías, tanques, y un esquema de la circulación y uso del recurso durante el proceso productivo, indicando cuando ingresa a la placa de intercambio calórico, caudales que llegan al tanque australiano, etc. Por otro lado, tener un control diario sobre el consumo de agua en los distintos puntos a lo largo del año instalando un caudalímetro a la salida de la bomba. De esta manera, se puede llevar un control por planillas del volumen de recurso utilizado, y detectar fallas o pérdidas en alguno de los sistemas. Incluso, se pueden poner objetivos y metas a cumplir en cuanto a la reducción en su consumo. Algunos manuales proponen establecer (por ejemplo) límites de tiempo en el lavado de los corrales a cumplir, y con el tiempo a superar.

5.2.2 Tratamiento de Efluentes:

El correcto tratamiento de los efluentes es tal vez el punto más crítico de los seleccionados, considerando los impactos que puede generar el no contar con un sistema de tratamiento adecuado, o que el mismo funcione de manera incorrecta. Impactos que perjudican no sólo al medio ambiente, sino también a las materias primas de la actividad como lo es el agua potable y los propios animales destinados al ordeño. De acuerdo a los análisis realizados, los porcentajes de efectividad eran bastante altos, pero no lo suficiente para cumplir con los requisitos que la ley exige.

El presente trabajo no busca extenderse en los detalles técnicos y específicos sobre cómo se realiza la construcción de los diversos tipos de tratamiento, ya que la bibliografía al respecto es abundante (existen manuales completos explicando este punto). Sino que se planteará una de las maneras correctas para realizarlo, acorde a esta bibliografía y en base a la situación real en el campo, como una propuesta de mitigación, a partir de los problemas diagnosticados previamente y del contexto socio económico real del lugar.

A diferencia de los otros dos puntos, en este se tomarán los tambos por separado, considerando la diferencia en las infraestructuras y terreno, presentes en cada una de ellas. De más está decir que existen otras recomendaciones y factores a trabajar, pero referidos a la construcción y diseño del tambo. Por lo tanto, estos quedan fuera de este apartado, porque de lo contrario implicaría la reconstrucción de las instalaciones.

Tambo "Nuevo"

El tambo Nuevo, presenta un sistema de tratamientos que coincide con lo recomendado en la bibliografía específica, ya que se observa la intención de realizar esta serie de lagunas interconectadas. Sin embargo, y como se plantea en el diagnóstico de este punto, han surgido problemas y fallas en su mantenimiento y funcionamiento, derivando en el no cumplimiento de lo establecido por la legislación.

La propuesta sugerida a continuación busca basarse en esta infraestructura existente. Sin embargo, se debe complementar con un seguimiento en laboratorio de los valores guía, para corroborar las modificaciones realizadas y re acomodar en caso de que fuera necesario.

Un punto importante en estas instalaciones es su ubicación y disposición, ya que el mismo se encuentra con cierta altura del nivel del suelo, y se ha canalizado en dirección

contraria de donde se trabaja con los animales. Sin embargo, esta canalización consta de una zanja, sin protección y deriva sin previa separación de sólidos a la primera laguna.

Separador de sólidos y canalización de zanja:

Durante la visita y recorrido del tambo se ubicó e identificó una cámara rectangular de hormigón de 3 x 1,5 m de superficie, y 1,5 m de profundidad, al parecer sin utilidad, al lado de la desembocadura de la canaleta del corral de espera. Este puede funcionar o adaptarse como base para un separador sólido –líquido por gravedad. El contar con un separador de sólidos permite extraer estiércol de la corriente del efluente, reduciendo la acumulación de lodos de las lagunas, aumentando el rendimiento del sistema. Además, disminuye la concentración de sólidos volátiles, causantes de los malos olores.

La estructura logra reducir la velocidad del flujo de efluente, permitiendo que por gravedad los sólidos precipiten hacia el fondo, mientras que el líquido sobrenadante sea canalizado hacia la siguiente etapa del proceso (Dairy Australia, 2008). Se calcula que en promedio los sólidos orgánicos precipitan a una velocidad menor a 0,3 m/s, y que el 60-85% de los sólidos sedimentables son removidos a una velocidad vertical de 6 mm/s (Dairy Australia *op. cit.*).

El volumen del “sedimentador” presente en las instalaciones es de 6,75 m³. Considerando un caudal aproximado de efluente de 30 m³/ordeño, en 180 minutos de vuelco, se estima un caudal de 0,075 m³/min, por lo que el período de retención se aproxima a los 90 minutos. Si bien es un tiempo considerable, lo ideal sería alcanzar los 120 minutos logrando la decantación de los sólidos sedimentables.

Desde otro punto de vista, y retomando los cálculos estimativos desarrollados en el apartado 5.1.2, el “Tambo Nuevo” genera 0,580 m³/ordeño de Sólidos Sedimentables. A esto debe sumarse el volumen de efluente generado a dos horas (tiempo de sedimentación), que alcanza un total de 9 m³ aproximadamente. Por lo tanto el volumen óptimo del sedimentador debería ser de 9,58 m³, capacidad superior a los 6,75 m³ del actual.

Se plantea como alternativa el de ensanchar 1 metro la cámara existente, resultando en un sedimentador de 3 x 2,5 metros de superficie y 1,5 m de profundidad (11,25 m³).

Más allá de esto, el contar con este nuevo paso implica introducir en el sistema energía y trabajo adicional, ya que se deben extraer constantemente estos sólidos, con la ayuda de una bomba destinada a tal fin.

Adicionalmente, la descarga del efluente líquido continúa por el mismo camino que lo hace actualmente. Sin embargo, siguiendo con lo estipulado en el Código Alimentario Argentino, se debe canalizar esta zanja. Gracias a la pendiente que presenta el lugar, no tendrían que existir problemas para que el efluente logre llegar a las lagunas sin obstrucciones. En ambas bocas de la cañería se recomienda colocar cribas para evitar la introducción de sólidos extraños de gran tamaño (ramas, plantas, piedras), o de animales.

Sistema de lagunas: La elección de la gerencia en realizar una serie de lagunas en el tambo estudiado a nuestro entender es la correcta. Sin embargo, en el transcurso del tiempo han surgido fallas en su funcionamiento debido a problemas de diseño y de acumulación de sedimento ya descriptos. En este punto, se plantea la posibilidad de reconstruir las lagunas, utilizando las pre-existentes en base a nuevos datos y diseño de funcionamiento. Esto abarataría costos, y sólo requeriría del uso de maquinarias con las que se cuenta en el tambo.

Según Orozco Barrenetxea (2002), contrario a lo visto en el tambo, al trabajar con lagunas en serie se recomienda comenzar con las de tipo anaerobio o facultativas ya que estas generan una menor cantidad de biomasa que las aerobias. En adición, y dada las características del efluente, este tipo de lagunas es la más apta para comenzar el tratamiento, debido a la mayor descomposición de materia orgánica por unidad de volumen (Taverna, 2006).

Ya que el tambo nuevo cuenta con las lagunas con las dimensiones adecuadas pero de forma invertida, una primera posibilidad es invertir justamente la secuencia, enviando los efluentes a la última de las lagunas (de forma rectangular), que por su profundidad funciona como una facultativa. En todo caso, habría que reconstruir los taludes para que el efluente pueda fluir en dirección contraria a la actual. De todas maneras, se recomienda la limpieza de los restos sólidos sedimentados hasta el momento y la reconstrucción de la laguna aerobia ya que, con el paso del tiempo y debido a la deposición de sólidos, ha perdido dimensión y profundidad.

De acuerdo a la metodología GOD, el acuífero presente en el área de estudio posee un peligro elevado de contaminación por nitrato y microorganismos (provenientes del efluente de

tambo), debido a lo cual se recomienda un sellado o impermeabilizado del piso de las lagunas. Los suelos identificados (Argiudoles, natracuoles y Hapludoles) poseen un porcentaje importante de arcilla, por lo que una técnica posible es la de agregar una capa de este material y otra del mismo suelo presente en la excavación, ambas de 15 cm de espesor, compactadas (Taverna, *op. cit.*).

Otros aspectos a considerar, de acuerdo a lo publicado por INTA Rafaela: Al ser un suelo estable a muy estable, las paredes de las lagunas pueden tener pendiente de 1:2 o 1:3. Las conexiones entre las lagunas deben hacerse con caños de PVC, ya que hacerlo sin protección puede desestabilizar las paredes y los bordes, tal como sucede actualmente.

Por último, algunos aspectos relacionados a la seguridad de operarios y visitantes, consisten en señalar e identificar donde estén las lagunas, alambrando o delimitando el perímetro, y manteniendo la vegetación (raíces ayudan a mantener los bordes y taludes) rasas de forma de no ocultar a la vista el borde de las piletas.

Tambo "Viejo"

En el caso particular del sistema de tratamiento del Tambo "Viejo" se presenta una dicotomía debido a que si bien el sistema empleado no se pensó *per se* para un tratamiento de efluentes, los análisis de la laguna demuestran un desempeño similar e incluso mejor en algunos aspectos (como el bacteriológico), que la serie de lagunas de estabilización que funcionan en el primer Tambo.

Por otro lado, al parecer del autor de este trabajo, el plantear la construcción de cero de una serie de lagunas para el tratamiento de los efluentes, sin considerar el contexto social y económico, resulta una solución "facilista" y simplista. Por el contrario, en esta instancia, se plantea una alternativa de gestión, utilizando lo existente.

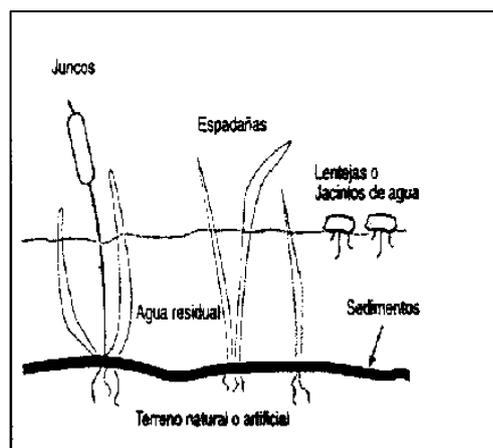
Luego de analizar los datos relevados, se llega a la conclusión de que la laguna actualmente posee el potencial para funcionar como un tratamiento por Humedales, basado en la macrofitoremediación, utilizando plantas superiores (macrófitas) acuáticas, para la depuración del efluente en un ecosistema de laguna artificial. Orozco Barrenetxea (2002), dedica un apartado de su libro en un grupo de sistemas de tratamiento de bajo coste, donde identifica entre otros, aquellos de aplicación directa sobre el terreno. Define en particular los sistemas de humedales artificiales, en donde los procesos de depuración de este tipo de tratamiento, se basan en la asimilación y adsorción de plantas acuáticas de ciertos

componentes del agua residual, en particulares sales y minerales. La degradación de Materia Orgánica se realiza de la misma manera que en las lagunas de estabilización, a partir de la digestión de las propias bacterias, plantas y partículas presentes en el medio acuático. Por otro lado, el estancamiento y reducción del flujo de agua favorece a la sedimentación y filtración de los sólidos a través del suelo mismo de los humedales.

Particularmente en el caso analizado, se cree que la laguna se encuentra funcionando como un humedal de flujo libre, en el que el agua residual fluye a través de plantas acuáticas cultivadas, enraizadas o no en el terreno (Figura 50).

Al respecto, existen publicaciones antecedentes en la que se utiliza la bioremediación para efluentes generados de actividades donde se involucra animales vacunos. Ejemplo de esto es Pedraza (1994), quien realizó un ensayo con tres plantas acuáticas: Buchón de agua (*Eichornia crassipes*), Lechuguilla (*Pistia stratiotes*) y *Lemna sp.* para el tratamiento de un efluente proveniente de un biodigestor alimentado con excreta de ganado bovino. Hubo diferencias significativas entre las plantas respecto a la eficiencia de purificación en parámetros tales como reducción de la DBO y bionutrientes. Queda evidenciado el potencial de esta técnica, como alternativa de gestión.

Figura 50: Esquema de sistemas de humedales y plantas acuáticas flotantes



Fuente: Orozco Barrenetxea, 2002.

Separación previa de sólidos: Previo al tratamiento del efluente líquido es de vital importancia que se considere la construcción de un separados de sólidos, para evitar la colmatación de la laguna, tal como sucede actualmente.

Como se explicó anteriormente, el tambo “Viejo” acumula el efluente en un pozo próximo a las instalaciones, desde donde gracias al uso de una bomba envía el efluente hacia la laguna. Este pozo, se ubica al lado del corral de salida, por lo que el efluente debe recorrer de manera alcantarillada el corral de espera y la sala de ordeño. Sin embargo, debido a la alta carga de sólidos presente, es habitual que esta alcantarilla se sature y colapse antes de llegar incluso al pozo de tierra, lo que implica que el suelo por donde transitan animales y operarios se contamine con el efluente. Además de significar el vuelco sin tratamiento del líquido, esto implica un problema sanitario para las personas que trabajan en las fosas y para los animales que corren el riesgo de contraer mastitis crónica al infectarse las ubres con agentes patógenos.

Es por esto, que se plantea la necesidad de idear el sistema de tratamiento partiendo de un nuevo diseño de rejillas, que recolecte los efluentes desde el corral de espera de manera más eficiente, canalizando a partir de caños de PVC para agilizar el proceso.

Tal como sucede en el Tambo “Nuevo” existe una cámara a poco menos de 5 m de distancia del corral de salida, el cual puede adaptarse para funcionar como un sedimentador primario. Las medidas en este caso, son de 2,5 x 1,5 de superficie y 1 m de profundidad, dando un volumen total de 3,75 m³. El efluente ingresa en esta cámara, reduce su velocidad de flujo, permitiendo la sedimentación de sólidos.

Considerando los datos de sólidos sedimentables para el “Tambo Viejo” (66 ml/L) y de caudal (9 m³/ordeño), se estima que se generan 0,594 m³/ ordeño de sólidos. Por otro lado, en dos horas de vuelco se estima un volumen de 8 m³ aproximadamente de efluentes. Por lo tanto, el sedimentador deberá poseer una capacidad de 8,59 m³.

Se plantea, entonces, el aumentar la profundidad de la cámara presente en el lugar en 1,5 metros, para alcanzar un volumen final de 9,37 m³ (2,5 x 1,5 m de superficie y 2,5 m de profundidad).

Debido a las características geográficas de poca pendiente, el efluente líquido por rebalse debe pasar a una segunda cámara desde donde una bomba lo envíe mediante una manguera al humedal de estabilización (utilizando el que actualmente existe). Se aconseja adicionar un sistema flotante de corte de electricidad, para que la bomba sólo esté en funcionamiento cuando exista un rango de acumulación de efluentes.

De esta manera, se logrará una fluidez en el desagote de líquido y efluente del tambo, evitando su colmatación y reduciendo la cantidad de sedimentos enviados al humedal.

La principal desventaja de este punto, es que implica un trabajo extra para los operarios, quienes periódicamente deben extraer los sólidos acumulados. Sin embargo, éstos sólidos recuperados, tanto del “Tambo Nuevo” como del “Tambo Viejo”, pueden ser de utilidad como fertilizantes, debido a su alta carga en nutrientes, o pueden ser un insumo para una planta de biogás (como se describe más adelante en este apartado).

Propuesta de Sistema de Humedal para el tratamiento de efluentes:

Como se mencionó, este apartado busca proponer una idea para el tratamiento de los efluentes utilizando los recursos existentes en el campo. Sin embargo, para llevarlo a cabo se debe proseguir con el abordaje de la temática en un trabajo de investigación exclusivamente destinado a este punto, que escapa de los objetivos y límites de la presente tesis.

Al analizar y detallar la laguna original se concluye que la misma se ha transformado en un ecosistema lacustre en miniatura, debido a que durante las visitas al lugar se ha apreciado la presencia de flora y fauna relacionada a estos sistemas (se ha encontrado nidos con huevos en la orilla). Por lo tanto lo que se propone es reconsiderar el lago presente como un humedal de sistema de flujo libre y de plantas acuáticas (macrófitas) y estudiar porqué funciona como lo hace. Debe considerarse que de acuerdo a los resultados provistos por los diversos análisis, este sistema funciona correctamente. Si bien no cumple con los requisitos provistos por la ley para la descarga de efluentes, presenta elevados porcentajes de efectividad en la disminución de parámetros como DBO y DQO.

Un punto a debatir es el hecho de que la presencia en altas concentraciones de bionutrientes producirá la eutrofización del agua (actualmente este proceso se encuentra en marcha). Pero, sin embargo, no se considera como un impacto negativo de magnitud, ya que de por sí este sistema es artificial con un objetivo de remediación del efluente generado. El impacto se considera en el caso de que este líquido pueda percolar e infiltrarse en el acuífero, contaminando el recurso subterráneo. De todas maneras, en caso de que las altas concentraciones de bionutrientes sea un factor que impida el correcto funcionamiento del humedal, existen alternativas para extraerlos. Bolan *et al.* (2004), por ejemplo, propone un

sistema basado en corteza de pino para retener del efluente los nutrientes propios de este tipo de actividad.

El funcionamiento actual del humedal se complementaría principalmente con el tratamiento primario de separación de sólidos (mencionado anteriormente), y con la adición de especies determinadas para el trabajo de macrofitoremediación, considerados en la bibliografía, aunque con el cuidado de seleccionar aquellas presentes en la región pampeana, evitando la proliferación de exóticas invasoras.

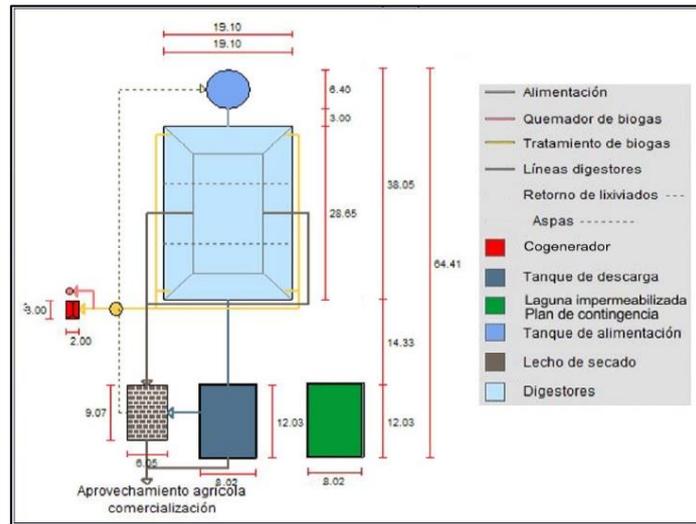
En el caso de estudio en particular, se sugiere reconsiderar la laguna presente en el bajo próximo al tambo, formada a partir de los efluentes generados de la actividad y estudiarla como un sistema de humedales. Convencionalmente, este sistema requiere de una impermeabilización del suelo previo su desarrollo, en especial luego del análisis aplicando la metodología GOD de riesgo de contaminación del acuífero. Considerando los análisis de iones mayoritarios realizados en agua de pozo ubicados en las mediaciones, aún no se observan cambios en su composición. Esto podría deberse a que la sedimentación de sólidos del efluente ha conformado una capa impermeable en el fondo de la laguna. Recuérdese además, la presencia de nata propia de la leche descartada que genera una capa de grasitud que contribuye a la impermeabilización.

Para finalizar, y a riesgo de ser repetitivo, enfatizar nuevamente el hecho de que lo expresado anteriormente es sólo una propuesta para futuros trabajos de investigación, ya que se requiere un análisis pormenorizado del funcionamiento actual del humedal, percolación si existiera de efluente y un seguimiento minucioso de su funcionamiento, para verificar que cumpla finalmente con lo estipulado por ley.

5.2.2.1 Tratamiento Alternativo: Generación de Biogás

Un tratamiento compensatorio altamente recomendable al tradicional sistema de lagunaje es utilizar el efluente de tambo para la producción de biogás. Existe abundante bibliografía al respecto, Dido *et al.* (2012) han realizado una evaluación técnico económica del diseño de una planta de biogás para un tambo perteneciente al partido de Trenque Lauquen, Provincia de Buenos Aires. El principal objetivo del trabajo fue proponer un sistema de saneamiento de efluentes generados durante la actividad (durante el ordeño), que paralelamente genere biogás para su posterior transformación en energía eléctrica.

Figura 51: Planta de Biogás



Fuente: Dido *et al.*, 2012

El diseño de una planta de estas características debe considerar factores exógenos al funcionamiento de la actividad, dependientes de las condiciones del medio físico natural, tales como condiciones climáticas, topográficas, así como factores propios, como número de animales, características físico químicas de la biomasa, condiciones socioeconómicas, entre otros.

La planta de tratamiento propuesta por los autores (Figura 51) consta principalmente de un tanque de alimentación, el digestor de membrana ubicado bajo tierra con su respectivo sistema de captación y recirculación de biogás, lecho de secado de lodos residuales, el sistema de cogeneración para energía eléctrica y agua caliente y una laguna impermeabilizada para plan de contingencia (Dido *et al.*, 2012).

El trabajo se realizó en un Tambo de la Cuenca Oeste de la Provincia de Buenos Aires, con una producción en base a 1.050 cabezas de ganado, el cual alcanzó una producción de biogás estimada de 765,67 m³/día, con un porcentaje de metano del 61%, con los cuales se logró producir un estimado de 500 MWh.

Respecto a las inversiones realizadas para la realización del proyecto, según la evaluación económica se logra amortizar los gastos en el 10mo año, mientras que la evaluación financiera lo estima en el 8vo (considerado para el año 2012).

Es debido a estos argumentos que se propone considerar la construcción de una planta de biogás complementaria al sistema de tratamiento de efluentes, alimentada por la fracción semisólida que saldrá de la sedimentación primaria propuesta.

Por este motivo, se contactó con los autores del mencionado trabajo, pertenecientes al Laboratorio de Energías Renovables, de la Facultad Regional Trenque Lauquen, Universidad Tecnológica Nacional, quienes generosamente aportaron un informe adaptado para el tambo de estudio de la presente tesis, considerando las modificaciones en relación a los factores del medio físico natural.

En tal sentido, se consideró un número aproximado de 950 animales en producción, de peso promedio de 535 Kg cada uno (datos proporcionados por la gerencia del tambo, para el mes de Septiembre de 2013)⁴³. Partiendo de esto, se estima un volumen total de biomasa de 26,53 tn/día.

Como primer aproximación, se estima una producción de:

Biogás	515,74 m ³ /día	
Metano (CH₄)	314,60 m ³ /día	(60% de Biogás)
Potencial de generación eléctrica.	339,95 MWh/año	
Equivalente energético en HP.h	4374 HP.h/día	
Volumen de fertilizante orgánico producido.	25.406 kg/día	

Fuente: Informe del Laboratorio de Energía Renovables – UTN, 2013.

Se destaca del cálculo anterior el potencial de generación eléctrico que representaría (a grandes rasgos) la instalación de esta planta de biogás, en especial si se consideran los gastos propios de las máquinas utilizadas para almacenamiento y enfriamiento de la leche en los tambos, de 10 HP.h en el “Tambo Viejo” que representan 13,4 Kw/h; y 15 Hp.h en el “Tambo Nuevo”: 20,1 Kw/h.⁴⁴ En total, en el campo se utilizan 33,5 Kw/h, que significan 804 Kwh/día, y 293,46 MWh/año. Esto significa que la generación eléctrica potencialmente cubriría los requerimientos energéticos para enfriamiento y almacenamiento de la leche para ambos

⁴³ Para el día 20 de Febrero de 2014, el campo poseía un total de 1576 vacas. Debido a que el trabajo era de índole ilustrativo, no se consideró necesario la re actualización de esta información.

⁴⁴ Datos proporcionados por técnico instalador de maquinaria en tambos.

tambos (considerando la refrigeración constante durante todo el día, cosa que sólo sucede en casos de extrema necesidad), y existiría un resto que puede utilizarse en otras actividades o para reincorporar al sistema eléctrico rural.

En esta línea, puede pensarse como alternativa para la colocación de un refrigerador de leche recién extraída del animal, reduciendo el uso de agua de pozo en las placas de intercambio calórico, y por ende el volumen final de efluente (Colombo *et al.*, 2005).

Sin embargo, y como ya se ha comentado, estos son sólo aproximaciones estimativas en base a cálculos matemáticos. Para llevar a cabo este emprendimiento, se requiere un trabajo de mayor precisión y minuciosidad.

5.2.2.2 Uso de agua post tratamiento: Riego

Otro de los sistemas complementarios habitualmente realizados en tambos y actividades agropecuarias es el de utilizar el líquido post tratamiento para riego en aspersión, superficial o sub-superficial, aprovechando sus altas concentraciones de nutrientes (NPK) como fertilizantes en los cultivos. Es un procedimiento difundido entre los productores, de forma análoga a lo comentado anteriormente sobre las cavas y quemado de residuos. Es decir, suelen ser gestiones tomadas de comentarios de productores vecinos, sin estudios previos sobre su viabilidad y efectividad en su propio campo.

No es objeto de este apartado realizar un análisis de los distintos tipos de riego, sino debatir sobre ventajas y desventajas, así como comentar ciertos cuidados a la hora de seleccionar una de estas alternativas.

La aplicación de efluente como riego posee un alto poder fertilizante y actúa como reacondicionador del suelo (Colombo *et al.*, 2005). La metodología optada de aplicación influye en el impacto en la bio-disponibilidad de los nutrientes en suelo, en particular del Nitrógeno (Wallace y Jonhstone, 2010). Por ejemplo, en aquellos casos donde la incorporación al suelo no es inmediata se da un proceso de volatilización donde la sal de amonio se gasifica en amoníaco, perdiendo altas concentraciones de Nitrógeno. Por lo tanto éste tipo de aplicación resulta poco eficiente (Wallace y Jonhstone *op. cit.*).

Bolan *et al.* (2009), puntualizan una serie de limitaciones en la aplicación en suelo de los efluentes de tambo:

- Por un lado, se debe considerar las condiciones climáticas regionales a la hora de realizar la aplicación en suelo. Las bajas temperaturas limitan la actividad bacteriológica en el efluente y en el suelo, y precipitaciones de alta intensidad pueden generar la saturación de capacidad de campo del suelo, produciendo anegamientos y charcos, con altas cargas contaminantes.
- Se debe contar con instalaciones que permitan el almacenaje del efluente hasta que las condiciones sean las adecuadas.
- Un mal manejo de este riego puede generar problemas de contaminación en aguas subterráneas y superficiales por escurrimiento y concentración de nutrientes y patógenos.

- La irrigación por aspersión puede generar problemas de olores, y significar un riesgo de infección por patógenos para animales y comunidades cercanas (Dungan, 2014).

- Considerando las concentraciones de nutrientes en efluentes de tambo, la reglamentación de Nueva Zelanda recomienda una disposición en campo de 8 ha por cada 100 animales en producción.

Básicamente, el riego implica un ciclo en donde a partir de la edaforemediación, las pasturas pueden tomar nutrientes del efluente para su crecimiento, del cual aprovecha el rodeo animal del tambo. Esto implica que se debe realizar un buen uso de la pastura, para mantener el ciclo de nutrientes en un rango de concentraciones óptimo. El suministro constante de nutrientes específicos como el Nitrógeno y el Potasio, pueden generar un desbalance en la composición nutricional de las plantas utilizadas como pasturas, perdiendo su calidad y afectando de manera indirecta a los animales que las consumen. Las altas concentraciones de Nitrógeno y sobre todo de Potasio, pueden suprimir el consumo de Magnesio y Calcio de las plantas. Por lo tanto la dieta animal que se basa en estas pasturas serán pobres en estos iones. El resultado son casos de Hipocalcemia e Hipomagnesemia en animales y por consiguiente una producción de leche de baja calidad (Wallace y Jonhstone 2010; Bolan *et al.*, 2009).

De acuerdo a lo consultado mediante entrevista a los operarios, el tambo tomado como caso de estudio para este trabajo de Tesis utilizó una bomba destinada a este procedimiento, la cual tomaba el efluente directamente de la segunda laguna del “Tambo Nuevo” y la esparcían a los cultivos próximos. Sin embargo, debido a la constante rotura del equipo se decidió prescindir de este paso. Considerando los volúmenes totales de sólidos presentes en el efluente, debido a la ausencia de un sedimentador primario o cámara séptica, se sospecha que la presencia de sólidos extraños pueden ser los causantes de los daños en las bombas, ya que producen obstrucciones y fallas en su funcionamiento. Relacionado a esto, cuando el tambo utilizó los efluentes para riego no realizó previamente ningún análisis físico químico del efluente para considerar las concentraciones de bionutrientes, sólidos o cualquier otro parámetro de importancia.

5.2.3 Gestión de Residuos agropecuarios:

En el apartado IV como parte del diagnóstico en la generación y disposición de residuos sólidos en el campo se manifestó que la actividad tampera genera una amplia gama en tipos, composición y volúmenes de residuos, de diversas características.

Luego de la búsqueda bibliográfica de alternativas de manejo para los residuos se advierte que existe abundante información al respecto, pero orientado específicamente a los envases plásticos vacíos de agroquímicos y en particular a aquellos utilizados en la actividad agrícola (plaguicidas, fungicidas, fertilizantes, etc.). Por lo cual los relacionados a productos de higiene o de limpieza y sanitarios (envoltorios o productos usados descartables), no se los considera dentro de este tipo de gestión. Esta situación se repite al recurrir a las legislaciones vigentes. Sin embargo, al analizar los pasos recomendados para la eliminación y tratamiento de estos elementos podemos encontrar cierta analogía en sus características, por lo cual podría seguirse una metodología similar, sumado a un sistema de gestión de residuos, puede ser el primer acercamiento factible.

Por otro lado, como se ha visto en el caso de estudio, y como sucede en el resto de los establecimientos, los residuos poseen poco o casi nulo tratamiento, además de la quema en una cava. Esto indica el estado incipiente en el que se encuentra la investigación y desarrollo de la temática en nuestra región, o por lo menos la puesta en práctica de las recomendaciones.

Por último, cabe indicar que la gestión de este tipo de residuos se divide en dos partes. Por un lado aquella que puede realizarse a nivel local, en cada tambo en particular, bajo la responsabilidad del productor, y por otra, un esfuerzo a nivel municipal o provincial para lograr una gestión integral de residuos provenientes de la actividad agrícola ganadera. Cabe aclarar que para lograr la gestión integral de los residuos agropecuarios, se requiere de un esfuerzo mancomunado por parte de los productores, en aplicar una gestión de residuos en sus emprendimientos y de entes regulatorios, que faciliten centros de acopio y tratamiento adecuados a la necesidad de las diversas actividades. Se adiciona además el de las empresas distribuidoras, en post de ofrecer alternativas para un consumo responsable.

A continuación se dará un primer acercamiento (lineamientos generales) para la gestión de residuos de tambo en el propio campo. Para ello se tomará como base los trabajos realizados por la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR)⁴⁵ en

⁴⁵ Publicación on-line, disponible en la página del Ministerio de Salud Argentina.

conjunto con el Ministerio de Salud de la Nación, e INTA EEA Hilario Ascasubi en conjunto al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Minimización de residuos: Las “3 R” en el Tambo.

El primer paso lógico dentro de la política de una gestión sustentable de los residuos es el de considerar la minimización de los residuos generados en la actividad. Por lo tanto, una alternativa factible para dicha gestión es considerar la regla denominada “3 R” (reducir, reusar, reciclar), acordada en la 30^{ma} Cumbre del G8 en Sea Island (Estados Unidos) en Junio de 2004, para dar prioridad a la reducción del volumen de residuos que llegan a disposición final:

- Reducir en origen (Evitar, Minimizar): Son acciones para reducir, cuando sea posible, la cantidad y/o toxicidad de residuos (Tchobanoglous, 1994). Es la opción más eficaz para reducir el volumen de residuos generados, los costos asociados a su tratamiento y los posibles impactos ambientales. Esta etapa comienza incluso en la compra de la materia prima o de los insumos utilizados para la actividad.

- Reutilizar (Valorar): Se basa en otorgar un valor agregado al residuo, para darle una segunda vida útil, ya sea reparando y reutilizándolos para el mismo fin por el cual fueron comprados, o utilizándolos para otras actividades. Ejemplo de esto son los bidones que luego de utilizarlos, cortándolos por la mitad de manera vertical, pueden utilizarse como comederos para los animales.

- Reciclar: Implica la separación y recogida de materiales para su reutilización mediante un reprocesamiento y transformación en nuevos productos, para que pueda incorporarse como materia prima o insumo para otra actividad. Este punto en particular suele realizarse de forma terciarizada, ya que la generación de residuos no justifica la inversión en equipos e infraestructuras especializadas para tal fin.

- Tratamiento – Disposición Final: Debe recurrirse a este punto cuando no sea posible aplicar las alternativas anteriormente numeradas. Según el tipo de residuo, será el tratamiento y disposición final adecuada.

Para facilitar las técnicas es de vital importancia que el productor (o encargado) se comprometa con lo que se define como “Producción limpia”⁴⁶ y “Consumo sustentable”⁴⁷, lo

⁴⁶ El PNUMA lo define como: “Aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los productos, con el fin de reducir riesgos, tanto para los seres humanos, como para el medio ambiente”.

cual implica modificar ciertas conductas y modelos de producción, pensando y evaluando las alternativas antes de realizar las compras necesarias. Y, por otro lado, lograr una separación en origen de residuos generados, en base a su composición y características, facilitando de este modo el manejo y posterior tratamiento. Una clasificación sencilla y que puede adecuarse a la gestión de residuos, es el de separar en contenedores separados residuos de Papel y cartón; Vidrio; Plástico; Metal; Envases de agroquímicos; Sanitarios.

Envases vacíos de productos

Debido al producto químico remanente alojado en el interior de los envases vacíos de agroquímicos, no se puede manipular éstos como un residuo plástico sin un tratamiento previo. Si bien lo que se expone a continuación es una metodología referida a los envases de agroquímicos fitosanitarios, se lo considera apropiado también para los envases de estos productos de higiene y limpieza que son utilizados con agua (Cohen y Bonino, 2009).

Debe aclararse en este punto una breve discusión respecto a la gestión de este tipo de residuos, en particular aquellos de productos de limpieza. Verificando las hojas de seguridad propias de cada producto, existen indicaciones que dan a entender una peligrosidad del envase, debido a productos de reacciones químicas o fotoquímicas. Es por esta característica el desarrollo de este apartado. Sin embargo, luego de consultas a profesionales de INTA, surge que estos productos son diseñados para estar en contacto indirecto con el producto lácteo, por lo cual no significarían un riesgo tan alto. Es por esto que se recomienda profundizar en el tema para poder corroborar lo desarrollado a continuación y verificar si realmente existe un peligro inmediato en la gestión de envases de productos de higiene y limpieza de los tambos.

De todas maneras, aunque no fue desarrollado en este trabajo, el tambo también genera residuos de envases de productos fitosanitarios, utilizados para el cultivo agrícola que sirve de alimento para el ganado. Por lo tanto ha de tenerse en consideración.

La Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR) propone que el tratamiento de estos envases se realice en dos etapas. La primera *durante* la aplicación, realizando un procedimiento llamado “triple lavado” y la segunda, *posterior* a la aplicación, ya con el envase para descarte.

⁴⁷ La Comisión para el Desarrollo Sustentable, Simposio de Oslo (1994), define el consumo sustentable como: “Uso de bienes y servicios que respondan a necesidades básicas y que proporcione una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que minimice el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios”.

El Triple Lavado consiste, como su nombre lo indica, en el enjuague del envase con agua para extraer los restos del producto adherido en el plástico. De esta manera se aprovecha el remanente (beneficio económico) y se reduce la peligrosidad del envase para su manipulación y como residuo. Luego de utilizar totalmente el contenido del envase, el primer paso del Triple Lavado consiste en llenarlo 1/4 de su capacidad con agua (se debe utilizar la que usualmente se utiliza en la dilución del producto). Se agita fuertemente y constantemente durante unos segundos y finalmente, se lo vuelca normalmente en el circuito de limpieza, formando parte de la dosis o proporción estimada por el distribuidor del producto. Esta serie de pasos, se repite 2 veces más, eliminando cerca del 99,99% del producto remanente (Allevato y Pórfido, 2002). En todo momento debe recordarse el uso de elementos de higiene y seguridad para el operario que manipule estos productos.

Recordemos que en relación a este procedimiento, el Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable (OPDS) de Buenos Aires ha elaborado una normativa que se reglamentará próximamente, que basada en las Normas IRAM 12.069, establece una responsabilidad a los productores de llevar a cabo el procedimiento de Triple Lavado (para envases fitosanitarios).

Figura 52: Ejemplos de punto de acopio



a) Ejemplo de acopio temporal fijo.



b) Ejemplo de acopio temporal móvil.

Fuente: (2014) Recuperado de artículo periodístico “Productores ya consiguen quién les compre créditos de soja sustentable”, en La Voz. Disponible on-line: www.lavoz.com.ar

Fuente: (2013) Recuperado de artículo periodístico “Uruguay implementó un programa de gestión de envases vacíos de agroquímicos: en Argentina aún es un tema pendiente”. Disponible on-line: www.valorsoja.com

La segunda etapa del tratamiento se centra en la inutilización y descarte del envase post utilización. Se propone realizar una serie de perforaciones al envase, y luego hacer un acopio de este tipo de residuos en un depósito de almacenamiento transitorio, ubicado en un lugar aislado, delimitado e identificado, suelo impermeabilizado, ventilado y evitando que sean afectados por factores climáticos o por animales. La Figura 52a, es un ejemplo de este centro de acopio, aunque una alternativa factible que permite el fácil traslado es utilizar un carro adaptado para tal fin, como se demuestra en la Figura 52b.

Durante el transcurso de elaboración del presente trabajo, no se logró ubicar un centro de acopio próximo al campo de estudio. Sin embargo, para una correcta gestión de los envases, se debe considerar la distancia hacia estos puntos y por ende el costo asociado al traslado periódico de los residuos. Este punto suele ser la principal desventaja de la propuesta de gestión, ya que los productores no pueden o no quieren asumir dichos gastos.

Residuos sanitarios veterinarios

Este tipo de residuos resultan inevitables y difícilmente reducibles, ya que la producción de leche requiere animales en excelente estado de salud y bajo revisión y cuidado periódico. Por lo tanto, más que en la elección de la marca comercial de los distintos fármacos, no se puede escatimar o “ahorrar” en este aspecto. De cierta manera, optar por una gestión de efluentes y de residuos se evita la contaminación de acuífero o del medio ambiente donde se desarrollan los animales y evitando la proliferación de enfermedad que posteriormente, significa un gasto en remedios veterinarios y por ende residuos sanitarios. Por ejemplo, si no se cuenta con un correcto desagüe de efluentes de la sala de ordeño o del corral de espera, las ubres de los animales pueden ensuciarse, e infectarse con bacterias productoras de mastitis.

Por otro lado, los residuos infecciosos y cortopunzantes son peligrosos para su manipulación, y para ser descartados en una cava ya que se puede entrar en contacto con éstos de manera accidental. Además, la instalación de un sistema de tratamiento para residuos patogénicos implica una elevada inversión que estas actividades no pueden afrontar.

Por lo tanto, como principal alternativa de gestión, se plantea la correcta separación e identificación de residuos patogénicos en origen, evitando que entren en contacto con otros elementos, recolectándolos en un lugar apto para tal fin que considere los cuidados que este

tipo de residuo requiere, y su posterior envío a un centro de acopio regional donde puedan realizarle el tratamiento y disposición final correspondiente.

Según el Decreto N° 450/94 reglamento de la Ley provincial N° 11.347, la disposición transitoria de los residuos dentro del establecimiento debe realizarse en bolsas de determinadas características. Entre las más importantes, que sean de polietileno, impermeables opacas y resistentes, de color rojo y de espesor mínimo de 120 micrones.

El punto de acopio transitorio puede realizarse de manera similar al mencionado anteriormente para los envases de agroquímicos. Los elementos corto punzantes deben ser previamente depositados en cajas de cartón o plástico para evitar posibles accidentes en operarios.

Como se plantea anteriormente para la gestión de envases vacíos de agroquímicos, para lograr una gestión integral de los residuos patogénicos generados de actividades agropecuarias se requiere de un acompañamiento a escala municipal o provincial, que aporte alternativas para la recolección y posterior tratamiento de estos elementos. En caso contrario, los esfuerzos por parte de los productores serán en vano.

Tratamientos y disposición final de residuos

El manejo y tratamiento de los residuos generados en las instalaciones varían de acuerdo a la naturaleza del material que se trate. Retomando el trabajo realizado por el REPAMAR (CEPIS-OPS) y de igual manera que lo hace el INTA, se proponen alternativas de manejo para envases de acuerdo su material. Sin embargo, puede generalizarse para todo el residuo generado en el tambo. Se debe recordar que en las actividades rurales no se cuenta con una recolección de residuos tan fluido como ocurre en la ciudad. Por lo tanto se deben considerar tratamientos alternativos y de bajo coste, para que los productores puedan llevarlos a cabo.

➤ **Residuos de Papel o Cartón:** La mejor opción para este tipo de residuos es el poder separarlo en origen, evitando su contaminación con otros residuos, y una vez alcanzado un volumen importante transportarlo a un centro de reciclaje cercano. Sin embargo, esto implica traslados de varios kilómetros y un elevado costo para el productor. Tanto el INTA como el REPAMAR aceptan la incineración controlada, bajo las condiciones propicias físicas (del lugar donde se realizará la quema) y climáticas (considerando velocidad y dirección de viento, etc.). Las cenizas pueden ser enterradas posteriormente en lugares acondicionados.

➤ **Plástico:** A diferencia del papel o cartón, la quema de este tipo de residuos requiere contar con un horno incinerador diseñado para tal fin. Los envases plásticos, que luego del Triple Lavado fueron almacenados, se deben llevar al centro de acopio más cercano. Se debe evitar la quema a cielo abierto ya que la combustión incompleta de estos elementos genera dioxinas y furanos, contaminantes peligrosos para el ambiente y para la salud humana. En el caso de que se cuente con una máquina compactadora o trituradora, se puede reducir el volumen de los residuos plásticos evitando el número de viajes y por ende el costo de traslado.

➤ **Vidrio:** En el caso del vidrio, se lo puede triturar y depositar en un recipiente contenedor para ser llevado a un centro de reciclaje o acopio cercano. Sin embargo, de tratarse de pequeñas cantidades de residuos, puede ser enterrado en terreno acondicionado y delimitado para tal fin.

➤ **Metal (en especial envases de productos):** De ser posible, se los perfora y aplasta para reducir su volumen y se deben trasladar a un centro de acopio cercano para su reciclado.

Se debe recordar que en todos los casos, se realizan las técnicas mencionadas cuando el residuo no pueda reutilizarse para otras actividades.

Necesidad de gestión a nivel regional o provincial

Hasta este punto, se han mencionado y puntualizado una serie de recomendaciones para realizar en campo de distintos tipos de residuos. Muchas de estas requieren un seguimiento y una infraestructura que implican una segunda etapa en la gestión de los residuos de actividades agropecuarias, correspondiente a una mayor escala de trabajo. A continuación se explayarán algunas consideraciones, aunque sin embargo inevitablemente queda fuera del presente trabajo por una cuestión de objetivos y escala.

Retomando la idea de “reducir” (primera de las “3r”) existen diversas propuestas para la minimización de generación de envases agroquímicos. Ejemplo de esto, es la idea de poder desarrollar o diseñar nuevos envases de materiales hidrosolubles, permitiendo reducir los remanentes de producto y por ende su peligrosidad, y por ende pueden ser reutilizados sin riesgos.

Durante una jornada de la OPDS sobre buenas prácticas rurales⁴⁸ se propuso la utilización de envases retornables. Luego de adquirir y utilizar un envase se lo devuelve al punto de venta, el cual lo recibe, lava y reutiliza. Es una metodología análoga a lo que sucede con los envases vidrios de cerveza. Sin embargo, requiere grandes esfuerzos de instituciones públicas, pero sobre todo privadas. Una alternativa a lo anterior es la distribución a granel del producto desde la planta sintetizadora hasta un punto de recarga zonal (por ejemplo una cooperativa rural), donde los productores retirarán el producto deseado en cisternas propios o directamente en las máquinas que se requieran (cuando sea el caso).

Por otro lado, se debe considerar un sistema de recolección y/o construcción de puntos de acopio para la diversa gama de residuos generados en las actividades agropecuarias, ya que de otra manera sólo se terminaría acumulando los residuos en el campo y recurriendo nuevamente a las prácticas de las cavas y quema a cielo abierto.

Al respecto, el INTA E.E.A. Hilario Ascasubi ha llevado adelante varios proyectos relacionados a la gestión de envases vacíos de agroquímicos en los partidos de Villarino, Carmen de Patagones y Bahía Blanca. Entre los objetivos de estos proyectos, resalta la creación de centros de acopio y la capacitación de personal sobre las técnicas del Triple Lavado, y normas básicas de higiene y seguridad y manipulación de productos tóxicos, peligrosos para la salud.

⁴⁸ Jornada “Capacitación sobre Buenas Prácticas Ambientales en la Actividad Agropecuaria”. Organizado por Municipio de Rauch y el Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable (OPDS), celebrado en la ciudad de Rauch, Provincia de Buenos Aires. 2011

5.2.4 Otras recomendaciones

Saliendo de los puntos críticos, se realizan una serie de recomendaciones para la minimización de contaminación durante el desarrollo de las actividades de índole más general, basadas en la mejora de las acciones cotidianas durante el ordeño.

Minimización de la contaminación en Tambo

Freeman (1998) aborda la contaminación industrial desde el diseño de estrategias para la prevención y planificación en pos de la eliminación o reducción de los flujos de materiales peligrosos, energía, agua u otros recursos, previo o durante la etapa productiva. Como resultado se consigue mejor producto final, cumplir con mayor facilidad con los reglamentos ambientales y demostrar un compromiso para con la protección del ambiente.

Básicamente, “si no se utilizan contaminantes, entonces no se generan y no existen contaminantes que administrar” (Freeman, 1998). Resulta irrisorio el pensar que no se genere ningún tipo de residuos, pero lo que el autor plantea es buscar la mayor eficiencia y eficacia en el uso de recursos y en la elección de maquinaria y procedimientos para lograr la generación mínima de residuos. En otras palabras se busca la producción limpia y el consumo responsable.

Estas consideraciones son aplicables a todo tipo de manufactura o producción, motivo por el cual se propone en este punto, para abordarlo desde la producción tambera. Freeman, clasifica 4 categorías:

1. Administración de inventarios
2. Modificación de los procesos de producción
3. Reducción del volumen de desperdicios
4. Recuperación de desperdicios.

De los mencionados, los puntos 3 y 4 se han abordado a lo largo de las propuestas de buenas prácticas, especificando para cada punto crítico en particular ciertas medidas de corrección o mitigación y propuestas para la recuperación y reciclado de residuos. Por otro lado, el punto 2 para este caso en particular se requiere de un abordaje transdisciplinario de mayor complejidad y especificidad, junto a profesionales de ciencias veterinarias y gerencia del tambo.

Por otro lado, una técnica pendiente que se desarrollará a continuación brevemente, es el de la administración de inventarios que consiste en ejercer un control y seguimiento minucioso sobre materias primas, insumos y productos finales, así como en los flujos de desperdicios y efluentes generados. Se basa en el hecho de que en ocasiones los desperdicios son materias primas obsoletas o mal utilizadas, innecesarias o contaminadas.

En el caso particular del tambo, además del uso de productos químicos específicos y de medicamentos veterinarios, se trabaja con animales como principal materia prima. Sin embargo, igualmente se pueden aplicar criterios de mejora y minimización.

Como primer punto, se debe considerar la mejora en el manejo general y sanitario del rodeo bovino, durante todas las etapas (Guacheras, recrias, vaquillonas en servicio y preñadas, maternidad, lactancia, y vaca seca) (INTA EEA Balcarce, 2008)⁴⁹. El evitar el estrés animal previo y durante el ordeño no sólo genera mayor y mejor leche, sino que además reduce el volumen de residuo animal (orina y estiércol), lo cual significa mejores condiciones de higiene y salubridad y facilita la posterior limpieza de los corrales. Ejemplo de lo anterior, lo representa la Adrenalina generada en el animal por estrés o “sustos”. Esta hormona anula el efecto de la Oxitocina, evitando la bajada de la leche por las ubres (Scala, 2008). Por lo tanto, se recomienda evitar gritos o golpes a los animales, hacinamiento, e incluso se encuentra en discusión el uso de perros para el arriado de las vacas.

Un segundo aspecto de importancia es poder llevar un registro no sólo de compras, sino de caudal de agua consumido, tiempo de ordeño, etc. Crear indicadores de fácil elaboración para llevar un registro y seguimiento. El correcto control de inventarios permite la compra justa de materia prima necesaria, evitando el exceso que en muchos casos implica su eliminación por caducidad. Este punto se debe complementar con un compromiso de compra responsable, eligiendo los productos de manera razonable y optando por aquellos que impliquen problemáticas menores en su uso y desecho.

Relacionado a lo anterior, se recomienda solicitar las fojas de seguridad de los diversos productos para corroborar cómo y dónde se los debe manipular. Estas fichas se solicitan en las mismas empresas que las distribuyen, quienes poseen la obligación legal de facilitarlos a quien lo solicite. Poseen además datos importantes sobre primeros auxilios, medidas en caso de liberación accidental, propiedades físicas y químicas, entre otras consideraciones.

⁴⁹ INTA EEA Balcarce. Residencia interna en salud animal: Guías de temas que pueden incluirse dentro del examen de ingreso a la Residencia. Balcarce, Mayo de 2008.

Elaboración y seguimiento de Políticas de Gestión Ambiental empresarial

Como parte de la gestión general de la actividad, un Sistema de Gestión Ambiental orientado específicamente para Tambos permitirá la implementación, control y seguimiento de las medidas mencionadas anteriormente y su posterior divulgación a otros centros de producción tamberos. Si bien es inexistente para este tipo de actividades en la región y el país, puede utilizarse como herramienta de gestión, mejorando su situación ambiental al delinear y orientar las políticas y estrategias de manera ambiental. Por otro lado, es una herramienta y requisito que posteriormente facilitaría la certificación a sistemas de normalización, internacionales o nacionales.

Enmarcado en la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, las Políticas Ambientales declaran las intenciones y principios en relación al desempeño ambiental y proporciona un marco de acción para la redacción de objetivos y metas ambientales (Normas ISO 14.031: 1999)

Si bien se requiere de un trabajo específico, a continuación se plantea una posible política ambiental para el tambo en estudio:

Política Ambiental para Tambo.

Este Tambo considera que las prácticas de administración ambiental sólidas cooperan en la solución de los retos ambientales que se vinculan con la preservación o cuidado del ambiente de la contaminación que esta pudiera ocasionar durante la crianza de especies vacunas especializadas y al ordeño, producción y posterior comercialización de leche vacuna cruda. Un ineficiente uso de los recursos naturales plantea un problema social y natural de graves consecuencias para generaciones actuales y futuras, motivo por el cual se esbozan las consideraciones éticas pertinentes para evitar la generación de estos impactos ambientales, asociados al desarrollo de las actividades.

Como parte del perfeccionamiento continuo en la gestión ambiental se busca la implementación de mejoras operacionales que ofrezcan una protección al medio físico, como así también de tecnologías más limpias y eficientes para la minimización y tratamiento de efluentes generados, así como la minimización en el uso de recursos energéticos y naturales, en particular el agua potable.

La práctica ambiental se basa en la aplicación diligente de controles e indicadores probados de manejo de recursos naturales y prácticas de protección, recuperación y mejoramiento del medio ambiente. Por consiguiente, se compromete con las siguientes políticas ambientales:

- La cumplimentación de leyes y normativas ambientales que se establecen a nivel provincial y nacional, en relación a la actividad agro-productiva
- Establecimiento y seguimiento de un programa de manejo ambiental
- Capacitación y concientización de la temática ambiental para con los operarios y sus familiares
- Revisión periódica de operaciones y gestión de residuos y efluentes. Comparación de valores guía en legislación vigente
- Se le requiere a los proveedores de servicios y productos empleen una buena práctica ambiental
- Mitigación de impactos ambientales generados en la actividad

Implementación y seguimiento de Indicadores (ISO 14.031:1999)

Por último, se recomienda la elaboración de una serie de indicadores de sustentabilidad, extraídos de la normas ISO 14.031 (1999), para la evaluación del desempeño ambiental (EDA).

Estos indicadores no se destinan como requisito para la implementación, sino como herramientas de control del sistema de gestión ambiental que se lleva adelante.

La Norma se basa, en principio, en tres tipos de indicadores que se corresponden al modelo de Presión Estado Respuesta: Indicadores de Condición Ambiental (Estado); Indicadores de desempeño operacional (Presión); e Indicadores de Desempeño de la Gestión (Respuesta). Debido a que el establecimiento no cuenta con un sistema de gestión ambiental, resulta complicada la aplicación de este tipo de indicadores actualmente, pero se pueden delinear algunos ejemplos para los otros dos desarrollados a continuación:

Los posibles Indicadores de Condición Ambiental, incluyen:

- Calidad de agua en pozos estratégicos dentro y en proximidades del campo

- Variaciones en el nivel freático
- Volumen y calidad del agua residual post tratamiento
- En caso de riego por efluente, medición de la concentración de nutrientes (N P K) en el suelo adyacente a las instalaciones

Los Indicadores de Desempeño Operacional, pueden ser:

- Relación entre Número de vaquillonas en ordeño y vaquillonas “secas”
- Porcentaje de mortandad de vaquillonas y terneros
- Kg de residuos de cada tipo, generados al año
- Volumen de agua por litro de leche producido
- Volumen de agua extraído por día
- Volumen de agua reutilizada del sistema de enfriamiento
- Cantidad de energía consumida por año o por unidad de producto
- Cantidad de agentes de limpieza utilizados por año
- Cantidad y calidad de leche ordeñada

CAPITULO VI

Conclusión

A modo de conclusión de la tesis, se desarrollarán los distintos ejes de trabajo considerados durante los objetivos específicos, para finalizar respondiendo la pregunta directriz propuesta de donde se desprende el objetivo general de trabajo.

Previamente y respecto a la metodología seleccionada, la utilización de la auditoría ambiental parcial como herramienta de trabajo para el análisis de una actividad productiva permitió identificar y caracterizar los diversos procesos productivos del tambo y su dinámica cotidiana, en relación al medio físico circundante. De esta manera, se logra identificar de manera más eficiente efectos negativos presentes o potenciales, analizarlos y proponer finalmente una serie de medidas de buenas prácticas para la mitigación o corrección de estas problemáticas.

La actividad tampera tiene por objetivo el de proveer de leche de buena calidad y en cantidad para consumo humano. El caso de estudio seleccionado no escapa a estos objetivos. Para ello, la gerencia cuenta con dos tambos dentro un mismo campo, diferenciados por la tecnología e infraestructura, pero manteniendo una misma gestión del rodeo animal.

Los tambos utilizan grandes volúmenes de agua en puntos críticos de la producción, más allá del utilizado para el riego de pasturas y consumo animal y humano. Toda el agua utilizada, para enfriamiento y para limpieza, es finalmente volcada junto con los efluentes generados a las lagunas de tratamiento.

El medio físico donde se emplaza la actividad representa un área de transición entre zona de llanura y peri serrana, con presencia de lagunas temporales de aporte superficial. La superficie del campo, se ubica en una zona de divisorias de agua, entre las cuencas del arroyo Las Chilcas al Noroeste, y Napaleofú al Sureste, observándose una microcuenca intermedia. Se determinó la hidrodinámica e hidroquímica del agua subterránea, observándose un flujo local de dirección suroeste a noreste, con una profundidad promedio de 8,77m. Se detectaron dos picos de contaminación en el mes de Febrero, pertenecientes a dos pozos ubicados en campos de papa.

Se relevó la infraestructura y servicios, e insumos y materias primas utilizadas para la producción de leche vacuna en tambo. El servicio eléctrico es abastecido por la cooperativa

rural eléctrica de Tandil y Azul (CRETAL). Cada tambo dispone a su vez de un tanque de GLP (gas licuado de petróleo). El agua utilizada para el enfriamiento de la leche y para las diversas actividades, es extraída de pozos aledaños a los respectivos tambos. Se estima un volumen total aproximado de 50 m³/día, aunque pueden alcanzarse valores de mayor magnitud, considerando que en días de altas temperaturas, dejan las bombas encendidas durante todo el día.

Se cuenta con un total de 950 cabezas de ganado con una producción promedio de entre 22-24 litros de leche por animal. La alimentación del ganado se realiza en base a pastoreo semi extensivo. Los principales insumos utilizados son productos relacionados a la higiene y salubridad de los animales, limpieza de instalaciones y maquinarias, y aquellos relacionados a la medicina veterinaria.

Ambas instalaciones presentan sistemas de tratamiento de efluentes distintos. El “Tambo Nuevo”, cuenta con una serie de lagunas de estabilización interconectadas entre sí. Por otro lado, el “Tabo Viejo”, mediante el uso de una bomba, vuelca sus efluentes a un bajo distante, donde forma una laguna de estabilización que alcanza una superficie aproximada de 2 ha.

La ausencia de un tratamiento primario en ambos que separe los sólidos, produce la colmatación y saturación de las lagunas, afectando su funcionamiento. Por otro lado, a partir de un análisis de vulnerabilidad del acuífero en relación a ciertos contaminantes presentes en los efluentes de tambo, se concluye la necesidad de impermeabilizar las lagunas para preservar el recurso hídrico subterráneo.

Se identificaron tres puntos críticos de importancia: uso y gestión del agua, tratamiento de efluentes, y gestión de residuos sólidos.

Respecto al uso del recurso hídrico resaltan los volúmenes de agua potable extraída diariamente de los pozos, de gran importancia para conservar la calidad de la leche ordeñada y su inclusión en el mercado. Aun cuando se le atribuye un alto valor al recurso, no se corresponde con una gestión de uso racional del agua, que considere la búsqueda de alternativas para la minimización de caudales, o eventuales pérdidas y vuelcos.

Debido a su origen, el efluente en los tambos presenta altas concentraciones de materia orgánica de origen animal, lo que implica una alta demanda biológica y química de oxígeno, exceso de bionutrientes (N, K y P), y presencia de agentes patógenos. La gestión de los

efluentes representa un aspecto clave a considerar ya que representan un riesgo para la salud humana y animal.

Muchas de las alternativas consideradas para su tratamiento, se conocen por comentarios de productores vecinos. Por otro lado, aunque los organismos del Estado, encargados de controlar este punto realizan inspecciones y multas por mal funcionamiento, fallan en el acompañamiento y asesoramiento para mejorar la situación.

La gestión de los residuos sólidos es inadecuada. Sin importar cantidad o tipo de residuos, son depositados en una cava para su incineración. Ésta es una práctica habitual en los establecimientos agropecuarios. Por el momento las alternativas para mejorar este aspecto de la gestión, implica enormes gastos e inversiones para los productores, lo que resultan en muchos casos soluciones inviables. En la opinión del autor de este trabajo, si bien se propusieron líneas de trabajo a escala local, se debe abordar la problemática a una escala mayor, junto a las empresas que elaboran y distribuyen los diversos productos, bajo el paradigma de producción más limpia y consumo sustentable.

Para cada uno de los puntos críticos identificados, se propusieron una serie de buenas prácticas ambientales para la prevención, mitigación o corrección de impactos ambientales negativos. Sin embargo, se abre al debate para futuras investigaciones específicas en cada área de trabajo, para corroborar y mejorar las propuestas esbozadas.

Se plantearon medidas generales para minimizar la generación de residuos y efluentes, finalizando con un modelo para la redacción de una política ambiental para la gerencia de los tambos estudiados, y una serie de indicadores presentes en las normas internacionales de estandarización ISO 14.031.

Existen en la bibliografía otras propuestas a las desarrolladas durante este trabajo, pero que están pensadas para aplicarse durante la etapa de diseño de un tambo y no cuando este se encuentra en funcionamiento.

Se debe entender que la ausencia de medidas de mitigación y de buenas prácticas, que consideren un uso racional o sustentable del recurso hídrico y un adecuado manejo de residuos y efluentes, pueden impactar directa e indirectamente en el medio físico natural, y finalmente en los recursos utilizados para la producción. La contaminación química o microbiológica del agua subterránea por un inadecuado tratamiento de los efluentes, por ejemplo, hará que el recurso hídrico no pueda utilizarse durante el proceso productivo (según

lo estipulado por el C.A.A.) poniendo en riesgo la calidad y consecuentemente la comercialización del producto. A su vez, el contar con estas medidas ayuda con la cumplimentación de leyes y normativas ambientales que se establecen a nivel provincial y nacional, evitando multas e infracciones.

Para finalizar y retomando la pregunta directriz: “¿Cuál es el desempeño ambiental de un tambo perteneciente a la cuenca Mar y Sierras, Tandil, Provincia de Buenos Aires, en el año 2013?”, se concluye que los tambos tomados como caso de estudio, representativos de la Cuenca Lechera Mar y Sierras, presentan un desempeño ambiental insuficiente, lo que implica un riesgo de contaminación y de afectación al medio físico donde se sitúa. Si bien presentan ciertos avances en términos de protección ambiental (en especial referidos al tratamiento de los efluentes) éstos no funcionan correctamente.

La ausencia de políticas públicas y privadas, así como de sistemas de gestión ambiental en los tambos de la región, hace imposible la medición de los resultados de la gestión en relación a sus aspectos ambientales, pero sin embargo se logró comparar la situación actual con los valores guía presentes en la legislación vigente, prestando atención específicamente a los puntos críticos evaluados durante el diagnóstico ambiental de la actividad.

En adición, se recomienda la inclusión de las temáticas ambientales a los grupos y asociaciones que nuclean a los productores tamberos, ya que favorecería la difusión de buenas prácticas ambientales para la mejora de la situación ambiental de esta actividad en la región. Esto se realiza actualmente en países como Nueva Zelanda y Reino Unido, con excelentes resultados.

Comentarios finales

Sobre el final de este trabajo de tesis, y a modo de “extra”, se realizarán breves comentarios, que han quedado pendientes a lo largo del trabajo, pero que de alguna manera, se cree deben estar presentes en la consideración del lector. Datos complementarios a los presentados en el trabajo, inquietudes pendientes para analizar y trabajar, y algunas consideraciones para futuros investigadores en la temática.

Situación económica sector tambero

Durante la redacción de este trabajo de tesis, los medios locales y nacionales han hecho hincapié en un importante conflicto económico en el sector tambero, acentuados por problemas climáticos y salariales. Esto produjo el cierre de muchos establecimientos, y una práctica en particular, que se quiere resaltar, de derrame de leche cruda al suelo en señal de protesta.

Figura 53: Productores derraman leche en señal de protesta.



Fuente: Diario La Opinión de Rafaela.

Además de significar el desperdicio de miles de litros de alimento, la leche por sí sola representa una alta carga de materia orgánica para degradar, lo que significa altos valores de demanda biológica de oxígeno. De no ser tratado con prudencia, puede llegar a significar un impacto de importancia en cuerpos de agua aledaños y subterráneos.

Por otro lado, en el transcurso de la realización de la tesis, se ha participado de encuentros, talleres, y proyectos relacionados a la temática, donde se plantearon las problemáticas socio-económicas que atraviesa el sector actualmente. Expertos en la temática

comentaban la paupérrima situación en la que se encuentran muchos de los trabajadores de tambo, y el problema en la contratación de operarios.

Resulta evidente en este contexto socio económico político, las enormes dificultades que está atravesando la actividad tampera, donde las preocupaciones se basan en aumentar la rentabilidad y en mantener o mejorar la calidad del producto final, quedando en segundo plano la cuestión ambiental.

Debate sobre el Seguro Ambiental Obligatorio

El Código Industrial Internacional Uniforme (CIU) de los establecimientos tamperos es el número 12171. Descripción de la actividad: Producción de leche de ganado bovino. La actividad no se encuentra comprendido en resolución SAyDS 1639/2007, por lo tanto este tipo de establecimientos NO están obligados a contratar el seguro ambiental.

Considerando el tipo de efluentes generados en este tipo de establecimientos y su característica, de alto contenido de materia orgánica, alta DBO, DQO, macronutrientes y presencia de agentes patógenos como la *Escherichia coli*, se plantea la discusión de si deberían figurar dentro de la resolución mencionada anteriormente.

Sin embargo, debido a una situación económica desfavorable en el sector productivo se deben buscar estrategias de gestión y aplicación, con el objeto de mejorar la situación ambiental sin comprometer la situación económica de la actividad.

Falta de información estadística actualizada

Al momento de consultar sobre datos estadísticos de la producción en tambo, resulta evidente la falta de información clara, concisa y actualizada de la producción en las distintas cuencas lecheras, a nivel provincial o nacional.

Al respecto se consultaron datos del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, pero los últimos datos cargados son del año 2009. Por otro parte, el Censo Nacional Agropecuario presenta datos del año 2002. El Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación presenta datos actualizados pero en porcentajes generales. Se consultó así mismo a la Unión de Productores de Leche de la Cuenca Mar y Sierras, pero igual incertidumbre.

Esta información resulta importante para entender la evolución en la intensificación de la producción, en relación al número de animales, instituciones y volumen de leche producido por año.

Comentario al margen (“de color”).

Para finalizar, unos comentarios para aquellos que realicen trabajos en el campo:

- I. Si el dueño de un perro, le dice que tenga cuidado porque MUERDE, por más que se trate de una escuela, y que el perro se acerque moviendo la cola, tenga cuidado, porque MUERDE.
- II. Ante un alambre electrificado, si se decide pasarlo por debajo, asegúrese de agacharse lo suficiente antes de seguir. Si por el contrario, decide pasarlo por encima, considere la altura del mismo, evitando de este modo que al pasar la primera pierna, el alambre no quede en un lugar comprometido. Les aseguro que ambas situaciones no son sensaciones agradables.
- III. Si camina por un área de pisoteo y bosteo de animales cercana al área de corral, asegúrese que el suelo este lo suficientemente sólido, la capa superior seca es engañosa, y de no tener cuidado podrá terminar con el barro a la rodilla en un instante.

Bibliografía de Tesis

[On-line: <http://www.epa.gov/region9/animalwaste/dairyqa.html>]

- “Anuario de la Lechería Argentina 2013”. Fundación para la promoción y el desarrollo de la Cadena Láctea Argentina – FunPEL. Ed. Infocampo S.A. 2013.
- “Effluent and Manure Management database for the Australian Dairy Industry”. Publicado por Dairy Australia: Delivering for the dairy industry. Australia, Diciembre 2008.
- “Guía de Trabajos Prácticos en Microbiología”. Apunte de Cátedra. Área de Microbiología de los Alimentos. Dpto. Tecnología de los Alimentos – Fac. Cs Veterinarias-UNICEN. 2012.
- “Programa de Gestión de envases de agroquímicos”, INTA E.E.A. Hilario Ascasubi, 24 de Junio de 2014. Publicado on-line: <http://inta.gob.ar/documentos/por-un-campo-limpio-gestion-de-envases-vacios>. [Consultado 11 de Septiembre de 2014]
- Alais C., “Ciencia de la leche: Principios de técnicas lechera” Ed. Reverté, S. A. 4ta Ed. España. 2003.
- Allen, A. “Introducción teórica al Desarrollo Urbano Sustentable”. Módulo de la Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (GADU). Centro de Investigaciones Ambientales / UNMDP. Mar del Plata. 1996.
- Allevato H., D. Pórfido. “Manejo Ambiental de Envases Residuales de Agroquímicos: Revisión y análisis de las acciones y experiencias, en cinco aspectos claves, que se llevan a cabo en los países integrantes de la REPAMAR”. Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR). Argentina. Abril, 2002.
- APHA, AWWA, WPCF. “Métodos normalizados para el análisis de agua potables y residuales”. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid, España. 1992
- Baldovino, M; C. Rodriguez; R. Galarreta; G. Bilbao; M. Quiroga y R. Landa. “Análisis Preliminar del agua subterránea en tambos de Tandil, Buenos Aires”. Presentado en VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea. Calidad y Contaminación de agua subterránea. Salta, Argentina. 2011
- Bavera, G. A. “Holando Argentino”. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2005. Disponible on line: www.produccion-animal.com.ar
- Bolan N.S. S. Laurenson, J. Luo, J.Sukias. “Integrated treatment of farm effluents in New Zeland’s dairy operations” en Bioresource Technology 100. Pag 5490-5497. 2009
- Bolan N.S., L. Wongl, D.C. Adriano. “Nutrient removal from farm effluents”, en Bioresource Technology 94. pag 251–260. 2004

- Bondi, A. y D. Drori. "Nutrición Animal". Ed. Acribia. Zaragoza. 1989.
- Callejo Ramos A. y V. Diaz Barcos. Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Identificación de problemas de limpieza. Material de curso de Producción animal. Open Course Ware, Universidad Politécnica de Madrid. 2009. Disponible On-line:
- Campo A. Apuntes de Cátedra de "Climatología". Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2009
- Castellano, A., C. Issaly, G. Iturrioz, M. Mateos, J.C. Terán. "Análisis de la cadena de la Leche Argentina", en Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales N°4. Ediciones INTA. Diciembre 2009.
- Castillo G. (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. IDRC, IMTA, Canada. 2004.
- Chug, P. y G., Lindberg, Cap. 40 "La glándula mamaria y la lactancia" en Dukes, "Fisiología de los animales domesticos", ed. Acribia, S.A., España, 2004.
- Cisneros, N. E.; R. E. Miguel; "Valoración económica del agua subterránea en área rural. Caso de estudio en tambo del sudeste bonaerense" en II Jornadas Nacionales de Ambiente, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2014.
- Cisneros, N.; E. Miguel; R. Banda Noriega; A. Dick. "Auditoría Diagnóstica ambiental en dos tambos bovinos de la cuenca lechera Mar y Sierras" en IV Congreso de Ciencias Ambientales COPIME 2013, Ed. COPIME. Buenos Aires, 2013.
- Código Alimentario Argentino: Actualización acumulada. Ley N° 18.284 y Decreto N° 2.126/71. Tomo I. Marzocchi Ediciones. Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007). Valores guía de calidad de agua.
- Cohen L.E. y A. N. Bonino. "Recomendaciones para el tratamiento y eliminación de envases con productos tóxicos". Publicado en Revista Presencia N°53. INTA-Bariloche. ISBN 0326-7040. Junio 2009.
- Colombo, Griselda. "Manejo de los efluentes generados en las instalaciones de ordeño; diferentes alternativas para su tratamiento". Tesis de grado Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil 2005.
- Comerón, E., 1999. Evolución y perspectivas del sector lácteo argentino. INTA EEA Rafaela. Documento elaborado para la Secretaría de Ciencia y Técnica. Mimeo, 36 pag.
- Corbitt, Robert. "Standard Handbook of Environmental Engineering". Segunda Edición, Ed. McGraw-Hill, Estados Unidos, 1999.
- Cowan and Steel's. "Manual for the Identification of medical bacteria". 3er Edición. Ed. G. I. Barrow and R. K. A. Feltham. Cambridge. United Kingdom. 1993.

- De Miguel Oñate, Carlos, “Desarrollo de una metodología para la realización de auditorías ambientales en la industria”, ed. Universidad Politécnica de Madrid, España, 1996.
- Di Pace, M. Los paradigmas ambientales. En Di Pace, M. (dir.) y Caride Bartrons, H. (ed.); Ecología de la ciudad, 2004, p. 287-302
- DICK, A., MARTÍNEZ, P., PASUCCI, J., BILBAO, G. Y MICHEO, C. Caracterización de los sistemas de producción lechera de la cuenca mar y sierras. Revista Argentina de Producción Animal vol. 31 supl. 1: 215-216 2011 ISSN 0326-0550
- Dido C, F. Mieres, G. Rinaldi, P. Benedetti, H. Campaña. “Diseño y dimensionamiento de la planta de biogás de un tambo de Trenque Lauquen: Evaluación técnico-económica”. I Jornadas Nacionales de Ambiente. 2012
- Dungan, Robert Stephen. “Estimation of infectious risks in residential populations exposed to airborne pathogens during center pivot irrigation of dairy wastewaters”. Publish in Environmental Science & Technology. 2014, 48, pag 5033-5042.
- En Fernández, R.; Centro de Investigaciones Ambientales FAUD/UNMDP, “Territorio, sociedad y desarrollo sustentable”. Espacio. Bs As. 1999.
- Falasca, S; A .Ulberich y M. Bernabé. “Característica Diagnóstica de los suelos de Tandil”. En Revista Geográfica N° 131 del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México 2002. P. 95-116.
- Fernández, Roberto. “Teoría de la Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano”, CIAM, Universidad Nacional de Mar del Plata, en Leff, E. (comp.), “Ciencias Sociales y formación ambiental”, Editorial Gedisa, Barcelona, 1994
- Foster, S.; Hirata, R. (1988) “Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas”; CEPIS, OMS, OPS.
- Freeman, H. “Manual de Prevención de la Contaminación Industrial”. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de México, 1998.
- Gallopin, G. “El medio ambiente humano”. En Sunkel, O. y N. Gligo (eds.). Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina, Vol. 1, pp.205-235. México, Fondo de Cultura Económica. 1980
- García Rolando, “Sistemas complejos, Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria” Editorial Gedisa. Barcelona. 2006
- García, K; R. Rubio y C. Marinelli. “Situación de tambos en la cuenca Mar y Sierras frente al proceso de intensificación”. En Revista Argentina de Producción Animal (2008). Vol. 28. Sup. I. Pag. 284-285. 2008
- García, Rolando. “Interdisciplinarietà y sistemas complejos”, en Leff, E. (Comp.). “Ciencias sociales y formación ambiental”. Gedisa Editorial. Barcelona. pp. 85-123. 1994.

• Glessi, W. M. y González, J. F. (2013). "Caracterización de los efluentes de untambo". *Revista Ciencia Animal* (6), 77-86.

• Gómez Orea y de Miguel, "Metodología de aplicación de Auditoría Ambiental en empresa" (1994); y en Universidad Politécnica de Madrid, "Nuevos Procedimientos y Desarrollos metodológicos para la realización de Auditorías Ambientales".

• Gómez Orea, D. y C. de Miguel; Auditoría Ambiental: Un instrumento de gestión en la empresa; Editorial Agrícola Española, S. A.; Madrid, 1994

• Guimaraes, R. "Tierras de sombras: desafíos de la sustentabilidad y del desarrollo territorial y local ante la globalización corporativa". NU. CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. 2003.

<http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/>

• Huarte, Marcelo A. y Silvia B. Capezio. Apuntes de cátedra: Asignatura Cultivo de Papa. Unidad Integrada Balcarce INTAFCA – UNMdP. 2013.

• INDEC, 2002. Censo Nacional Agropecuario. Buenos Aires.

• INDEC, 2010. Censo Nacional de Población y Vivienda. Buenos Aires.

• INTA-Castelar. "Atlas de Suelos de la República Argentina". Tomo I. 1989

• Lan D. y Basconcelo, J. "Actividad económica secundaria: La Industria". Capítulo 7 de Velázquez, Lan y Nogar compil. Tandil a fin de milenio. CIG.UNC.pp170-187. 1998.

• MAIROSSER, A. "Programa de Gestión de envases de agroquímicos", INTA E.E.A. Hilario Ascasubi, 24 de Junio de 2014. Publicado on-line: <http://inta.gob.ar/documentos/por-un-campo-limpio-gestion-de-envases-vacios>. [Consultado 11 de Septiembre de 2014]

• Mancuso, W; J. C. Teran, "El sector lácteo argentino". Publicado en XXI Curso Internacional de lechería para profesionales de América Latina, 2008.

• Marino, Castignani y Arzubi. "Caracterización de los tambos pequeños en las cuencas lecheras pampeanas". INTA-Rafaela. Publicación Técnica N° 61. 48 p. ISSN 0485-9057. 2011

• Miguel R. E., A.A.Porta, R. Banda Noriega, R. Dungan. "Efecto toxico del lixiviado de arenas descartadas de fundición alquídicas en semillas de *Lactuca sativa L*", en IV Congreso de Ciencias Ambientales COPIME 2013, Ed. COPIME. Buenos Aires, 2013.

• Miguel, R. E. "Gestión de residuos de arena de fundición en Tandil y su impacto en el sistema hídrico subterráneo". Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de La Plata. 2009.

• Miguel, R.E. (Inédito) Efectos del riego intensivo en la hidrodinámica del agua subterránea en la cuenca del arroyo las Chilcas, Partido de Tandil. Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales - UNCPBA.

- Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. “Resumen estadístico de la cadena láctea de la Provincia de Buenos Aires”. Buenos Aires, la Provincia. 2009.
- Nogar G. en Velazquez, Guillermo; D. Lan; G. Nogar (Comp.) “Tandil a fin de milenio: Una perspectiva geográfica”. Ed. Grafikart. Buenos Aires, Argentina. 1998.
- Nogar G. Et al. (2004) “Singularidades territoriales del Sistema de Tandilia” en “Turismo Rural en Tandilia. Una alternativa para los territorios pampeanos en crisis”. Edición de la Fundació Càtedra Iberoamericana. Cra. De Valldemossa. Versión on-line.
<http://fci.uib.es/Servicios/libros/investigacion/nogar/2.2--Interpretacion-geomorfologica-del-Sistema-de.cid218115>.
- Nosetti, L., M. A. Herrero, M. Pol, V. Maldonado May, S. Korol, S. Rossi, V. Gemini, M. Flores. “Cuantificación y caracterización de agua de efluentes en establecimientos lecheros”. Publicado en InVet. 2002, 4 (1): 45-54.
- Nuñez M., F. González Colombi y M. Verellen."EL USO DE LAS TIERRAS EN LA CUENCA SUPERIOR DEL ARROYO TANDILEOFU (TANDIL): ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD TAMBERA". 2006. . Tercer Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida, y Cuarto Congreso de Ambiente y Calidad de Vida. Catamarca.
- Nuñez, M. y M. Verellen. “PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD TAMBERA EN LA CUENCA SUPERIOR DEL ARROYO TANDILEOFU (PARTIDO DE TANDIL)”. 2007.. V Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Pp. 17. Publicado en CD, con referato. Facultad de Ciencias Económicas- UBA. Buenos Aires.
- OMS, “Guía para la calidad de agua potable” 3ra Edición. Cap 12: Hojas de información sobre sustancias químicas. Organización Mundial de la Salud. ISBN 92 4 92 4 154696 4. 2008
- Orozco Barrenetxea C., A.P. Serrano, M.N Gonzáles Delgado, F. J.Rodríguez Vidal J.M. Alfayate Blanco. “Contaminación Ambiental: Una visión desde la química”. Parte 1: El agua. Ed. Thomson. España. 2002.
- Páez L.; N. López; K. Salas;A. Spaldiliero;O. Verde; “Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela”. Científica [en línea] 2002, 12 (abril) : [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2014] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61412208>> ISSN 1665-0654.
- Pedraza, Gloria Ximena, “Reciclaje del efluente de origen animal con tres especies de plantas acuáticas”, en Livestock Research for Rural Development. Volumen 6, N° 1. Marzo, 1994. Colombia.
- Perotti, Estrella. “Sector lácteo Argentino”. Publicación on-line <http://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/seriesDet.aspx?ID=43> . Bolsa de Comercio de Rosario. 2010

- Pinto, A. Apuntes de Cátedra. Área de Producción Lechera, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. 2011
- Poblet, M. "Informe Aspectos ambientales, sociales y económicos de la Industria Láctea". Unidad de Medio Ambiente (UMA). Secretaría de Industria, Comercio y PyME. 2009
- Rodriguez, Corina; R. E. Miguel; M.J. André; M.C. García; V. A. Ruiz de Galarreta; R. Banda Noriega. "Análisis del agua subterránea en la localidad de Gardey (Tandil, Buenos Aires)". Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano Latinoamericano sobre temas actuales de Hidrología subterránea. Salta; 2011.
- Rolleri, E. O. "Provincias Geológicas Bonaerences" Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires; VI Congreso Geología Argentina 21-27 de septiembre de 1975 en Bahía Blanca. 1975.
- Ruiz de Galarreta A., C. Rodríguez. "Conceptos básicos de hidrología: Resolución del balance hidrológico". Red de Editoriales Universitarias Nacionales de la Argentina (REUN). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Tandil, Buenos Aires, Argentina. 2014
- Ruíz de Galarreta, A; M. Varni, R. Banda Noriega, R. Barranquero. "Caracterización Geohidrológica preliminar en la cuenca del arroyo Langueyú, partido de Tandil, Buenos Aires". V Congreso Argentino de Hidrogeología y III Seminario Latinoamericano de temas actuales de Hidrología Paraná – Entre Ríos – Argentina. 2007.
- Ruíz de Galarreta, A; R. Banda Noriega. "Caracterización del recurso hídrico y su calidad vinculada a la presencia de nitratos en el partido de Tandil". Trabajo presentado al IV Congreso Argentino de Hidrogeología y II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea. UNCR. Río Cuarto, Córdoba. 2005.
- Saavedra Cruz, J.I., "La valoración económica de los Usos del agua". Chile. 2007. Disponible on-line: <http://www.achidam.cl>
- Sánchez R. O. y M. L. Zulaica. "ORDENAMIENTO MORFOEDÁFICO DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICO-PAISAJÍSTICOS DEL PARTIDO DE TANDIL (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)". Pp. 387-402. En GAEA "Contribuciones Científicas". Vol. 63. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires, 2002.
- Sánchez, R.O., Mattus, G y M.L. Zulaica. "COMPARTIMENTACIÓN ECOLÓGICA Y AMBIENTAL DEL PARTIDO DE TANDIL". Ambiente 99, p. 338-346. Universidad Nacional de San Juan. San Juan, 1999.
- Sauad, J.J.; L. Lizarraga, M.A Aguirre, C.J. Campos, O.E. Romero y S. Shüring. "Una primera aproximación en la determinación del valor económico del agua de uso doméstico en la Ciudad de Salta Capital mediante la aplicación del Método de Valoración Contingente". Presentado en las Primeras Jornadas De La Asociación Argentino Uruguayo De Economía Ecológica. Buenos Aires, noviembre de 2001.

• Scala, María Rosa (coordinadora), “El Profesional Tambero: Manual para operarios de Tambo”, Ediciones INTA-Rafaela, 2008.

• Sobrero María Cecilia y Alicia Ronco, “Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L.”, publicado en G. Castillo (ed.). 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. IDRC, IMTA, Canada. 202 pp.

• Soil Survey Staff; 1999. Soil Taxonomy. Second Edition. NRCS-USDA, Agric. Handbook 436, US. Gov. Print. Office, Washington DC, USA.

• Sued J., Mennella A. 1984. Relleno sanitario para grandes conglomerados urbanos. OPS-CEPIS

• Taverna, M. “El manejo de Efluentes”. E. E. A. Rafaela. 2006. Publicación on-line: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/instalaciones_tambo/44-manejo_de_efluentes.pdf

• Tchobanoglous, G., H. Theisen y S. Vigil. “Gestión integral de residuos sólidos”. MacHraw-Hill. Madrid, 1994.

• Terhorst P., D. Hachfeld, O. Hoedeman. “Gestión pública y progresista del agua en Europa”. Publicación on-line: <http://www.tni.org/node/69029>. Enero 2009.

• Teruggi, M. E. y J. O. Kilmurray; 1975. Tandilia, en VI Congreso Geológico Argentino Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. Pág. 55-77. Buenos Aires.

• Thornthwaite, C y Mather, J. R. (1967) “Instrucciones y Tablas para el Computo de la Evapotranspiración potencial y el Balance Hídrico” Instituto de Suelos y Agrotecnia, Traducido para su uso por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.

• Tieri, M.P., Pece, M., Comerón, E.A., Maciel, M., Scándolo, D., Castignani, H., Salado, E., Romero, L., Berca, R., Vera, M., Herrero, M.A., Charlón, V. y García, K. “Evaluación de la sustentabilidad de un tambo de alta productividad con especial énfasis en los aspectos ambientales”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)- EEA Rafaela. Publicación Miscelánea. Año 2 – N°2. Febrero 2014.

• US-EPA. “Dairy Waste Management: An Integrate Approach to Educational and Compliance”. Pacific Suthwest, Region 9. 1999.

• VARGAS-LEITON, Bernardo; Y. MARIN-MARIN; J.J. ROMERO-ZUNIGA. “Comparación bioeconómica de grupos raciales Holstein, Jersey y Holstein—Jersey en Costa Rica” en **Agron. Mesoam**, San Pedro, v. 23 n° 2, Diciembre 2012.

• Villatorio, M., C. Henríquez y F. Sancho, “Comparación de los Interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de pH, Ca, CICE y P del suelo”, Proyecto VI-510-A3-143

financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica, 2007.

- Wallace DF y PR Johnstone, "Dairy effluent – composition, application and release". Plant & food research. Nueva Zelanda. 2010

Sitios de Internet consultados

- <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>
- <http://gdem.ersdac.ispacesystems.or.jp/index.jsp>
- <http://www.ada.gba.gov.ar/>
- http://www.chemicalbook.com/CASDetailList_28200_EN.htm
- <http://www.epa.gov/>
- <http://www.gea-farmtechnologies.com/ar/es/>
- <http://www.mineria.gov.ar/estudios/irn/baires/B-2.ASP#21>
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de La Nación. 2014.
<http://www.minagri.gob.ar/site/>
- Ministerio Provincial de Asuntos Agrarios, Dirección Provincial de Ganadería. 2014.
<Http://www.maa.gba.gov.ar/>
- www.cybertandil.com
- www.delaval.com.ar
- www.opds.gba.gov.ar
- www.smn.gov.ar
- www.tutiempo.net
- www2.medioambiente.gov.ar/bases/glosario_ambiental/
- <http://www.dairynz.co.nz/publications/dairy-industry/sustainable-dairying-water-accord/>
- [http://www.dairyco.org.uk/resources-library/technical-information/environment/effective-use-of-water-on-dairy-farms-\(1\)/#.U_tLMfl5NAA](http://www.dairyco.org.uk/resources-library/technical-information/environment/effective-use-of-water-on-dairy-farms-(1)/#.U_tLMfl5NAA)

ANEXO

Detalle de los pozos

Pozo	Cota (M.s.n.m)	Coordenadas Planas		Contacto	Imagen
		Lat	Long		
Oficina	170 m.s.n.m.	37°29'41.92"	58°51'46.17"	Med. Vet. Sol Juncos	
	Observaciones				
	Oficina y gerencia de Tambos.				
3 mojones	172 m.s.n.m.	37°29'47.88"	58°52'30,5"		
	Dispensa. Pozo bien protegido.				
San Antonio	171 m.s.n.m.	37°30'46.62"	58°51'13.28"	Daniel Gonzales	
	Escuela Rural N° 6. Situado junto a pozos "ciegos".				
Pozo N° 1	169 m.s.n.m.	37°30'04.31"	58°51'15.83"	Fernando López	
	Campo papa. Se extrajo la bomba pero se dejó la perforación.				
Pozo N° 2	168 m.s.n.m.	37°29'17.62"	58°51'09.6"	Francisco Furlon	
	Casa de familia. Habitualmente sin agua en tanque.				
Tambo Nuevo	-	37°28'43.21"	58°50'42.1"	Tambo Nuevo	
	Inundado continuamente a partir de Julio inclusive				
Pozo N° 4	163 m.s.n.m.	37°28'58.51"	58°50'36.73"		
	Solo Nivel Freático. Posible derrumbe por actividad de animales				

Pozo N° 5	164 m.s.n.m.	37°29'32.92"	58°49'51.64"	Nicolás Telechea	
	Casa de Campo. Por lluvia se derrumbó el pozo luego de la segunda medición				
Pozo N° 6	161 m.s.n.m.	37°28'50.54"	58°50'26.99"		
	Molino/Sólo muestra de agua				
Pozo N° 7	156 m.s.n.m.	37°28'19.89"	58°50'01.58"	Juan Pereyra	
	Molino/Casa de Campo. En perfectas condiciones.				
Pozo N° 8	154 m.s.n.m.	37°29'09.53"	58°47'53.93"	Marcelo Dominguez	
	Estancia. Pozo descuidado y con suciedad en su interior.				
Pozo N° 9	150 m.s.n.m.	37°28'39.05"	58°49'04.97"	Luengo	
	Muestra en casa, nivel freático en molino vecino				
Pozo N° 10	168 m.s.n.m.	37°28'31.68"	58°51'54.41"	Máximo Lazarte	
	Molino dentro de casa.				
Pozo N° 11	160 m.s.n.m.	37°28'07.72"	58°51'9.34"	Máximo Lazarte	
	Molino para bebederos de animales				
Tambo Viejo	-	37°29'45.11"	58°51'44.77"	Tambo viejo	
	Sólo muestra de agua de canilla				