

Sector Lácteo



Manual de Gestión del recurso hídrico

Manual de Producción y Consumo Sostenible

Gestión del Recurso Hídrico

SECTOR LÁCTEO

Convenio 1506 – 93

Aunar esfuerzos para el monitoreo y seguimiento a usuarios objeto de tasa retributiva y la infraestructura de descontaminación, que se enmarcan las políticas de GIRH, producción y consumo sostenible

Alejandro González Valencia Director General Corantioquia	Natalia Echavarría Nicolás Atehortúa Olga Tobón Investigación CNPMLTA
Juan David Ramírez Soto Subdirector Calidad Ambiental Corantioquia	Olga Tobón Textos
Diana Jaramillo Sebastián López Gómez Carlos David Rodríguez Edgar de Jesús Vélez Gloria Cecilia Araque Supervisores Convenio	Comunicaciones CNPMLTA Diseño y Diagramación Edgar Vélez Revisión

2016

Tabla de contenido

1	1. Introducción	
3	2. ¿Qué es el desarrollo sostenible de la cadena láctea?	
5	3. Marco Jurídico	
	3.1 Normatividad vigente de usos y vertimientos de agua aplicada al sector	
9	4. Diagnóstico del sector	
	4.1 Producción de leche y derivados lácteos en Antioquia	
13	5. Descripción de los procesos de elaboración de productos lácteos y origen de la contaminación del agua residual	
	5.1 Descripción del proceso producción de leche de consumo	
	5.2 Descripción del proceso de elaboración de mantequilla y crema de leche	
	5.3 Descripción del proceso de elaboración de yogurt	
	5.4 Descripción del proceso de elaboración de quesos	
	5.5 Elaboración de derivados lácteos en plantas de producción en Antioquia	
29	6. Opciones de mejora para prevenir la contaminación y reducir los consumos de agua	
	6.1 Prevenir la contaminación – evite derrames de leche	
	6.2 Medidas para el ahorro y uso eficiente del agua	
	6.2.1 Monitoreo del consumo de agua en áreas de producción	
	6.2.2 Revisión del estado de tuberías, válvulas y grifos	
	6.2.3 Colocar pistolas de bajo volumen y alta presión en las mangueras para limpiar los equipos y pisos.	
	6.2.4 Usar hidrolavadoras en el lavado de las instalaciones	
	6.2.5 Instalar túnel de lavado de canastos	
	6.2.6 Limpieza en seco del equipo y de las zonas de producción, antes del lavado.	
	6.3 Buen manejo de sueros	
	6.3.1 Adquisición de una bomba sanitaria para transporte del suero	
	6.3.2 Uso del suero en alimentación de ganado vacuno y/o porcino	
	6.4 Valorización energética – producción de biogás	
	6.5 Tratamientos del suero y productos que pueden obtenerse	

7.1 ANEXO 1. Límites permisibles elaboración de productos lácteos

7.2 ANEXO 2. Modelo de cálculo tasas retributivas

7.2.1 Cálculo tasas retributivas

7.3 ANEXO 3. Módulos de consumo y factor de vertimiento

7.4 Módulos de consumo de agua y factor de vertimiento

7.4.1 Metodología cálculo de módulos de consumo

7.4.2 Metodología cálculo de factores de vertimiento

Listado de Tablas y Figuras

TABLAS

- | | |
|----|--|
| 16 | 5.1 Descripción del proceso productivo de la leche tratada térmicamente |
| 19 | 5.2 Descripción general del proceso productivo de la crema de leche y la mantequilla |
| 22 | 5.3 Descripción general del proceso productivo de yogurt |
| 25 | 5.4 Descripción general del proceso productivo del queso |
| 28 | 5.5 Principales fuentes de pérdidas de leche a los flujos de aguas residuales |
| 32 | 6.1 Ahorro de agua estimado por uso de pistolas industriales |
| 37 | 6.2 Características de proyectos de biogás |
| 41 | 7.1 Límites permisibles elaboración de productos lácteos |
| 48 | 7.2 Formato registro consumos de agua planta elaboración productos lácteos |
| 53 | 7.3 Formato registro vertimientos planta de elaboración de productos lácteos |

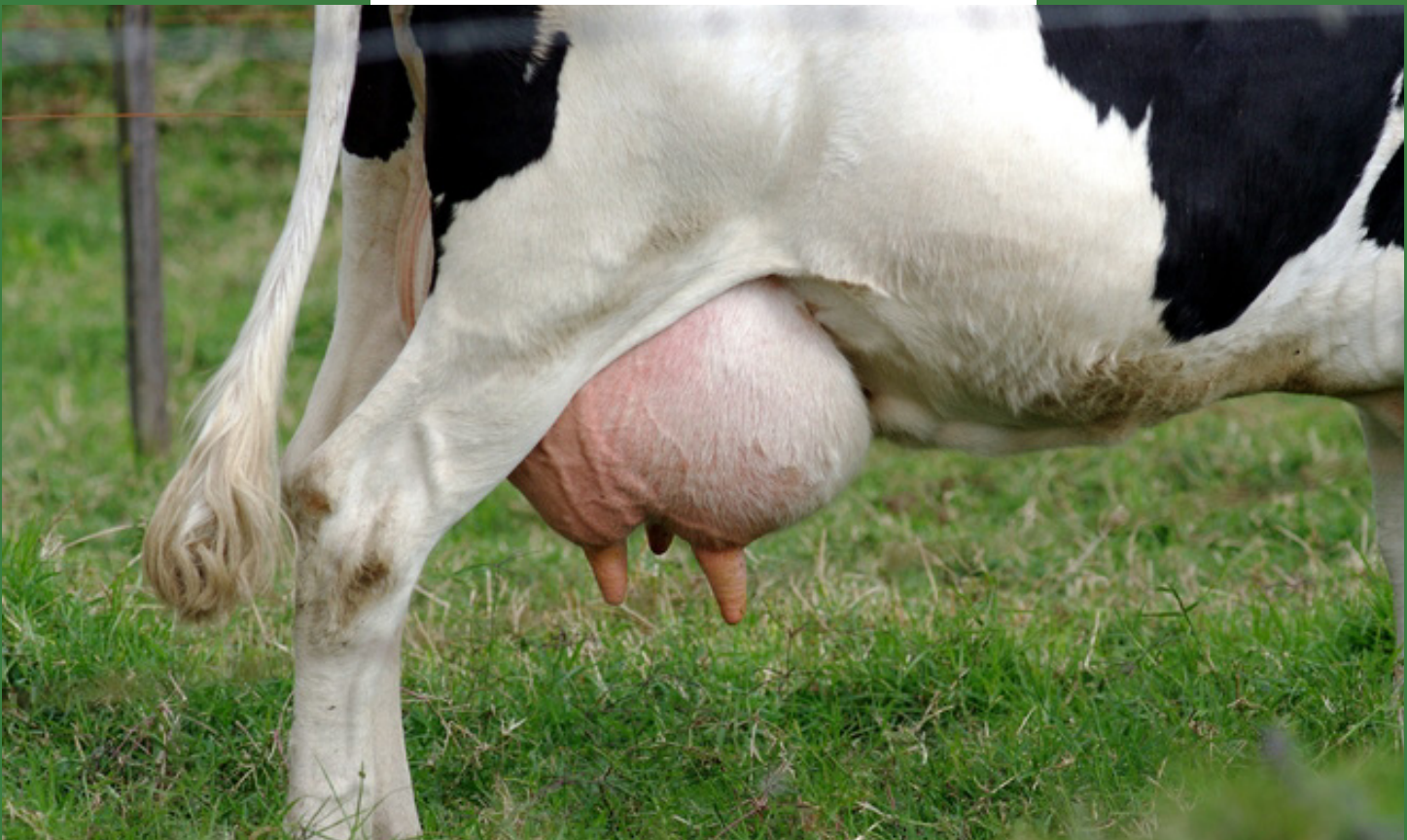
FIGURAS

- | | |
|----|--|
| 9 | 4.1 Cadena productiva |
| 10 | 4.2 Producción leche/día cuencas lecheras de Colombia |
| 11 | 4.3 Productor de lácteos regional y local |
| 14 | 5.1 Clasificación de leches de consumo directo |
| 15 | 5.2 Diagrama de producción de leche tratada térmicamente |
| 18 | 5.3 Proceso de elaboración de la crema de leche y la mantequilla |
| 21 | 5.4 Descripción elaboración de yogurt |
| 24 | 5.5 Descripción proceso de elaboración del queso |
| 27 | 5.6 DQO de diferentes productos lácteos y detergentes |
| 30 | 6.1 Medidores de agua para monitoreo del consumo de agua |
| 38 | 6.2 Producción de energía a partir de la biodigestión del suero |
| 39 | 6.3 Tratamientos del suero y productos que pueden obtenerse |
| 40 | 7.1 Clasificación del sector alimentos y bebidas resolución 631 de 2015 |
| 46 | 7.2 Diagrama de instalación de medidores de caudal en planta de elaboración de lácteos |

1. Introducción

A partir de las visitas técnicas y el seguimiento realizadas medianas y pequeñas empresas dedicadas a la elaboración de productos lácteos en los Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, se elabora el presente manual con el objeto de impulsar el desarrollo de procesos de producción en los cuáles se haga un uso racional del agua.

El manual hace énfasis en la gestión del recurso hídrico con el objeto de apoyar a las empresas al cumplimiento de la normatividad de vertimientos de aguas residuales, decreto 3930 de 2010 y la resolución 631 de 2015 y el cálculo del pago de las tasas retributivas, proponiendo estrategias de ahorro y tratamiento que permitan reducir los consumos de agua, con la respectiva disminución del volumen de vertimientos.





La elaboración de productos lácteos implica el consumo de altos volúmenes de agua en los procesos de lavados de equipos y plantas, los consumos se relacionan con el tipo de producto que se fabrica, por ejemplo, en países europeos reportan consumos de 3,5 Litros de agua/litro de leche procesado en la producción y empaque de leche pasteurizada, 8 litros/litro de leche procesado en la producción de queso y 3 litros/litro de leche transformado en mantequilla [Unión Europea – Cámara Santiago de Compostela, 2006].

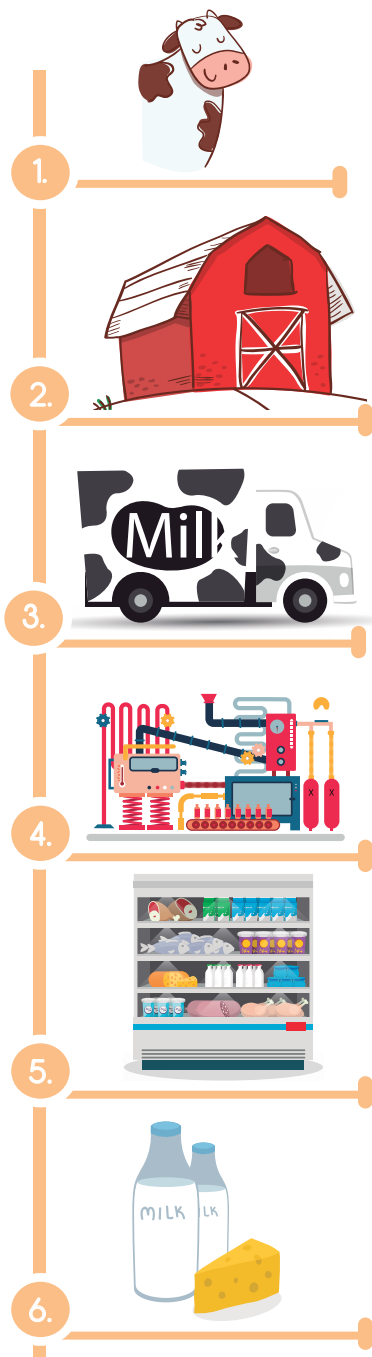
Antioquia produce 3,5 millones de litros/día aproximadamente, de esta producción el 70% de la leche se produce en el Norte de Antioquia, ubicando a esta región como la cuenca lechera más importante del país, ubicándose en esta subregión cerca de 17 empresas transformadoras que aportan valor a la cadena y facturan cerca de 130 mil millones de pesos (sin COLANTA)¹, las cuales se distribuyen en 11 microempresas, 2 pequeñas, cuatro medianas y una grande.

La alta producción de leche y derivados lácteos en el Norte de Antioquia hace que en esta subregión haya una presión importante sobre los recursos hídricos, tanto en su consumo como en su contaminación, se estima que el consumo de agua de esta industria alcanza los 2.375 m³/día y que solo la producción de queso debido a la generación de sueros aporta 1.044 kg/día de Demanda Química de Oxígeno.

Estas cifras de consumo y contaminación de agua indican que hay que incrementar los esfuerzos en este sector para un uso racional del recurso hídrico dado que la sostenibilidad de esta industria depende de la disponibilidad del agua en calidad y cantidad.

¹ Ruta competitiva de lácteos. – Cámara de Comercio de Medellín septiembre 2015

2. ¿Qué es el desarrollo sostenible de la Cadena Láctea²?



El acuerdo regional de competitividad establece que el desarrollo sostenible, es un elemento esencial de la competitividad, en este contexto la Cadena Láctea será sustentable si funciona como modelo de organización económica y social, basada en una visión de desarrollo participativo y equitativo, el cual reconozca al medio ambiente y a los recursos naturales como la base de la actividad económica que requiere mantenerse en la mejor forma.

Productor, transportador, industrializador y consumidor serán sostenibles cuando sean económicamente viables, ecológicamente seguros, socialmente justos, culturalmente apropiados con una visión unificada e integradora de la cadena productiva

La sostenibilidad de la cadena láctea se entiende como la necesidad de responder a una demanda creciente, en cantidad y calidad de leche, sin comprometer la cantidad y calidad de los recursos naturales requeridos en todo el proceso de la misma, esto implica que se utilicen los recursos a una tasa que no supere la intensidad a la cual estos recursos están siendo producidos. Igualmente hace referencia a que la tasa de contaminación no supere la capacidad de asimilación del sistema.

Por ejemplo, la cadena láctea es una industria que depende para su desarrollo el agua, el agua es un recurso renovable que puede regenerar mediante procesos naturales y puede seguir existiendo siempre y cuando no se supere su capacidad de autodepuración.

² Acuerdo regional de competitividad de la cadena láctea de Antioquia

Por ejemplo, la cadena láctea es una industria que depende para su desarrollo el agua, el agua es un recurso renovable que puede regenerar mediante procesos naturales y puede seguir existiendo siempre y cuando no se supere su capacidad de auto-depuración.

El agua y el aire son inagotables, sin embargo, deben cuidarse evitando contaminarlos

Estrategias para lograr un desarrollo sostenible de la cadena láctea

Aplicar la metodología de Producción más Limpia en la cadena productiva, entendida como una estrategia integrada y productiva de los procesos desarrollados en los hatos lecheros, para aumentar la eficiencia ecológica y reducir los riesgos a los seres humanos.



Aplicar tecnologías ambientales sostenibles

- Fertilización orgánica.
- Silvopastoreo.
- Alternativas alimenticias (praderas compuestas, forrajes, heno o ensilaje).
- Manejo integrado de plagas.
- Ordeño higiénico y enfriamiento adecuado de la leche.
- Recuperación y manejo de microcuencas y manejo del recurso hídrico.
- Uso de medicamentos alternativos.
- Manejo adecuado del suelo (evitar erosión, compactación, labranza mínima, análisis de suelos).
- Conocer y apropiarse de las normas ambientales y sanitarias vigentes.
- Conservación y preservación de la biodiversidad en la flora y fauna a través de la racionalización en la utilización de matamalezas y en la conservación de bosque dentro de las empresas ganaderas.



Escala Industrial

- Acogerse a la normatividad ambiental y sanitaria vigente.
- Implementar buenas prácticas operativas que prevengan la contaminación del agua y el aire.
- Inversión en equipos de tecnologías limpias de menor consumo de energía.
- Buen manejo de subproductos y residuos.
- Construir los sistemas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de control en las chimeneas de las calderas.

De acuerdo con lo Estatuto Tributario 424-5, numeral 4, están exentos de Impuestos de Valor Agregado, IVA, los equipos que se adquieran para prevenir, mitigar y controlar la contaminación.



Consumidor

- Realizar una disposición adecuada de los envases de los productos lácteos

3.

Marco Jurídico

La legislación ambiental aplicable al sector de lácteos en Colombia está enmarcada en dos grandes bloques normativos:

La Constitución Política de Colombia – 1991, marco legal de carácter supremo y global que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio

Las Leyes del Congreso de la República, derechos con fuerza de ley y decretos ley del Gobierno Nacional, normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica o normativa.

Existe un compromiso del Estado Colombiano por asegurar que la totalidad de la leche fresca que se produce en Colombia sea acopiada, procesada y comercializada por industrias formalmente constituidas [Decreto 616 de 2006 y Decreto 3411 de septiembre de 2008], a través de la expansión de la capacidad transformadora del país mediante la puesta en funcionamiento de nuevas plantas de procesamiento de leche.

En el 2015 se aprobó el decreto el decreto 1076 de 2015 que unifica la normatividad ambiental vigente, a continuación, se hace un análisis de la normatividad vigente en relación con este nuevo decreto.

Normatividad vigente de usos y vertimientos de agua aplicada al sector

	NORMA	OBJETO	NORMAS DEROGADAS Y MODIFICADAS
NORMAS GENERALES	Ley 9 DE 1979:	Por el cual se dictan medidas sanitarias.	
	Ley 914 DE 2004	Por la cual se crea el Sistema Nacional de Identificación e Información de Ganado Bovino.	
	Decreto 2437 de 1983:	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9a de 1979, en cuanto a producción, Procesamiento, transporte y Comercialización de la leche.	

	Decreto O616 de 2006	Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país.	
	Resolución OO12 de 2007	Por la cual se establece el Sistema de Pago de la Leche cruda al Productor, diseñado por la Unidad de Seguimiento de precios en Excel.	
USOS DEL AGUA	Decreto 1076 de 2015 CAPÍTULO 4. Registro de usuarios del recurso hídrico	Establece todo lo relativo a permiso para aprovechamiento o concesión de aguas, normas específicas para los diferentes usos dados al recurso hídrico.	Deroga el decreto 1541 de 1978. Igualmente se deroga el decreto 303 de 2012 que reglamento parcialmente el artículo 64 del Decreto - Ley 2811 de 1974., en relación con el registro de usuarios del recurso hídrico.
	Decreto 1076 de 2015 CAPÍTULO 6 Tasas por utilización del agua.	Por el cual se reglamentó el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.	Deroga el decreto 155 de 2004
	Ley 373 de 1997	Fija obligaciones sobre ahorro y uso eficiente de agua a quienes administran y/o usan el recurso hídrico.	
VERTIMIENTOS	Decreto 1076 de 2015: CAPÍTULO 3 Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	Deroga el decreto 3930 de 2010. Deroga partes del decreto 1594 de 1984 que no había sido derogados por el 3930.
	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos	

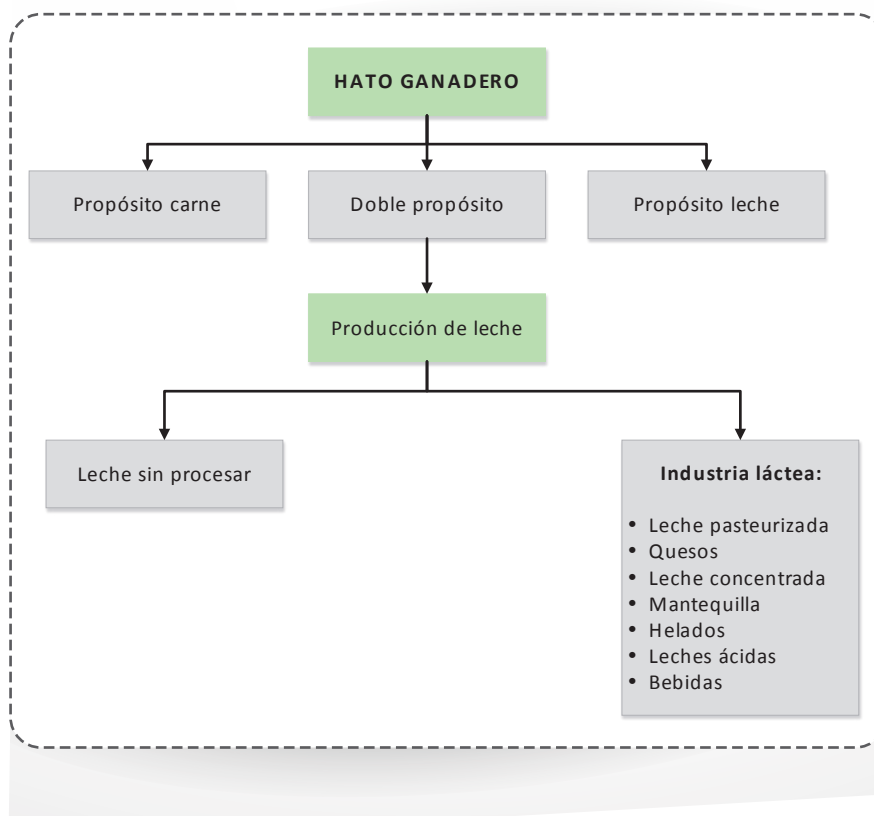
		de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones".	
	Decreto 1076 de 2015: CAPÍTULO 7 Tasas retributivas por vertimientos puntuales al agua.	Por el cual se reglamentó la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones	Deroga el Decreto 2667 de 2012
	Resolución 1207 de 2014	Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas.	
RESIDUOS SÓLIDOS	Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	
	Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	
	Ley 430 de 1996	Reglamenta en materia ambiental lo referente a desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	
	Decreto 1076 de 2015: TÍTULO 6 – Residuos peligrosos, Capítulos 1 y 2, Anexos 1 y 2 y 3.	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Deroga el Decreto 4741 de 2005
	Ley 388 de 1997	Reglamenta mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial.	

4.

Diagnóstico del Sector

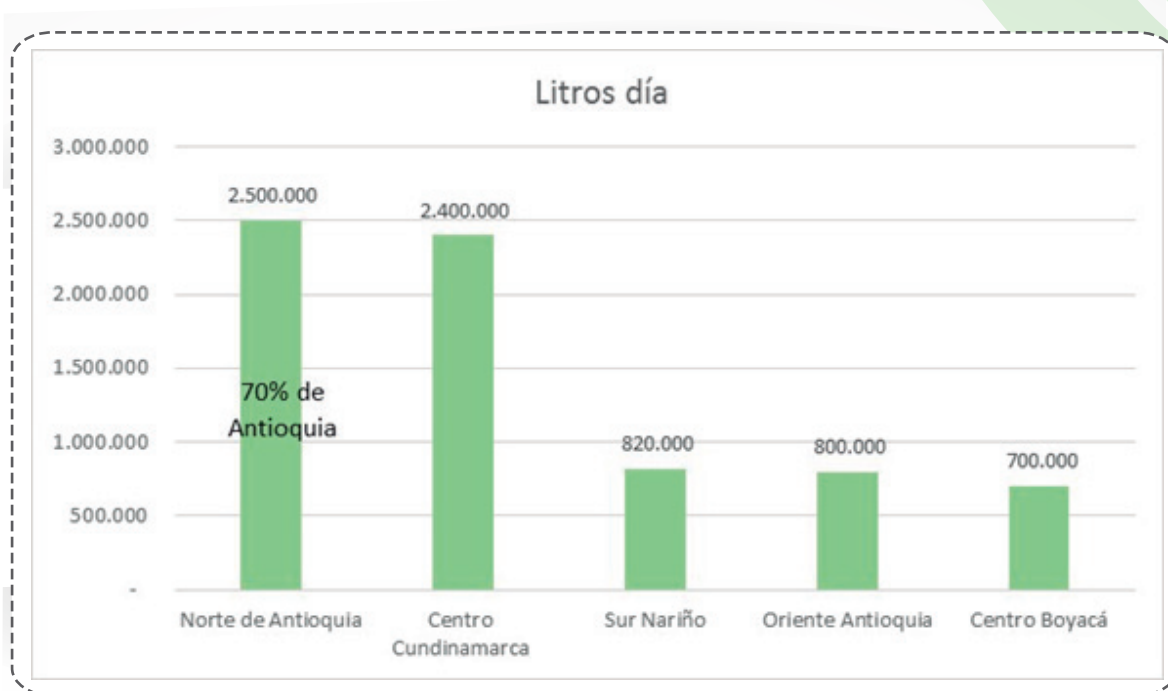
Producción de leche y derivados lácteos en Antioquia

La cadena de lácteos está compuesta por dos eslabones principales. El primero comprende la producción de leche cruda bien sea bajo un sistema especializado o de doble propósito. El segundo eslabón es el industrial, en el cual se produce una amplia gama de productos lácteos o derivados de la leche como leche pasteurizada, leche ultrapasteurizada, leche evaporada, leche condensada, leche en polvo, leche maternizada, leche instantánea, leches ácidas o fermentadas, crema acidificada, leches saborizadas, dulces de leche, mantequilla, y quesos.



Fuente: DANE
Figura 4.1 Cadena productiva

Antioquia produce 3,5 millones de litros/día aproximadamente, de esta producción el 70% de la leche se produce en el Norte de Antioquia, ubicando a esta región como la cuenca lechera más importante del país, ver Figura 4.2.



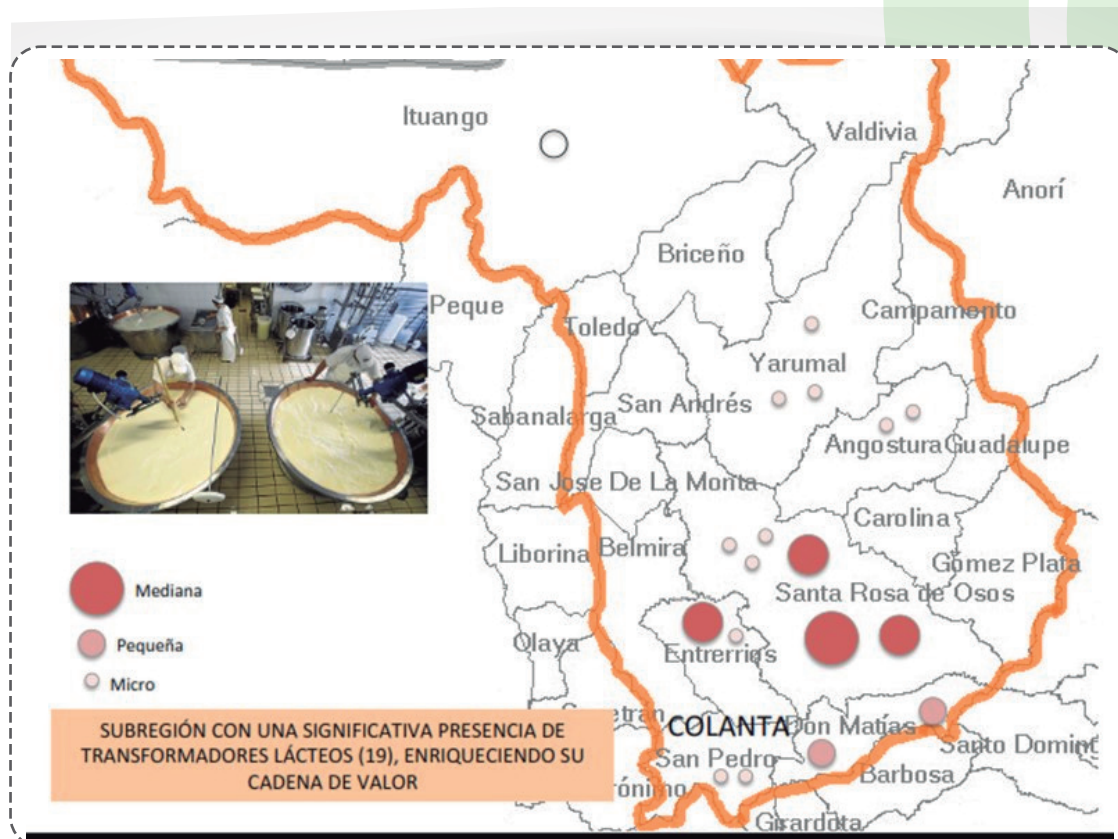
Fuente: Ruta competitiva de lácteos. – Cámara de Comercio de Medellín septiembre 2015

Figura 4.2 Producción leche/día cuencas lecheras de Colombia

Al ser la subregión Norte de Antioquia la cuenca de mayor producción de leche del departamento, se ubican en esta subregión cerca de 17 empresas transformadoras que aportan valor a la cadena y facturan cerca de 130 mil millones de pesos (sin COLANTA)³, las cuales se distribuyen en 11 microempresas, 2 pequeñas, cuatro medianas y una grande, ver Figura 4.3.



³ Ruta competitiva de lácteos. – Cámara de Comercio de Medellín septiembre 2015



Ruta competitiva de lácteos. – Cámara de Comercio de Medellín septiembre 2015
 Figura 4.3 Productor de lácteos regional y local

Los productores integrados acopian el 70% de la leche, amplia oferta de productos lácteos, poseen infraestructura de investigación y desarrollo y diversifica sus productos en cárnicos, refrescos, vinos, aceite, granos, concentrados, alimento mascotas, fertilizantes e insumos agropecuarios.

Los productores regionales de derivados lácteos acopian el 16% de la leche, son mayor número, Las de menor tamaño acopian alrededor de 20.000 litros/día, las medianas 70.000 litros/día y las más grandes acopian alrededor de 200.000 litros/día.

El producto principal de las pequeñas es el queso fresco, en general se producen Quesos, yogurt, leche, dulces, postres, refrescos y kumis. La empresa líder en la subregión produce posee una procesadora UHT (media vida).

Los productores regionales comercializan sus productos en Antioquia siendo su principal mercado el Valle de Aburrá, poseen logística de distribución propia hasta Medellín y distribución tercerizada.

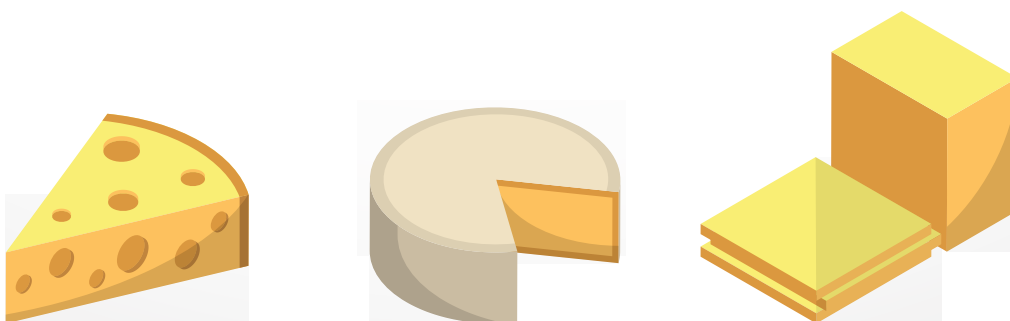
Los productores locales son microempresas productoras de quesos frescos principalmente, sus ventas se concentran en tiendas, mini mercados y distribuidores del municipio donde procesan la leche.

La industria de la leche en Antioquia es un renglón muy importante de la economía y como tal debe invertir en el control de la contaminación de aguas residuales y suelo e implementar programas de ahorro y uso eficiente del agua, dado que es un sector que usa altos volúmenes de agua.

El consumo estimado de agua en una industria de la subregión es de 0,95 litros de agua/litro de leche procesada, este indicador aplicado a una producción de 2.500.000 litros de leche/día representa un consumo de 2.375 m³ de agua diarios.

Adicional al consumo de agua, la producción de quesos, es una fuente de contaminación importante, debido a la generación del suero, su contenido de lactosa y proteína origina un incremento alto de la contaminación de las aguas residuales llegando a superar los 60.000 mg/l de DQO/litro de suero.

Solo las microempresas de la subregión transforman alrededor de 20.000 litros día de leche en queso, lo que genera aproximadamente 17.400 litros de suero, lo que equivale a una carga orgánica de 1.040 kg/día y se desconoce exactamente cuál es la disposición final de estos sueros, la práctica más común es disponerlos en los suelos como fertilizante o para alimento de cerdos.



5. Descripción de los procesos de elaboración de productos lácteos y origen de la contaminación del agua residual

Los procesos productivos más representativos de los principales grupos de productos lácteos son los siguientes:

- Leche de consumo directo.
- Productos obtenidos a partir de la crema de la leche (crema y mantequilla).
- Leches fermentadas (yogur).
- Quesos (madurados y no madurados).
- Operaciones auxiliares (Limpieza y desinfección, suministro de vapor, refrigeración y abastecimiento de agua).

Para cada uno de estos procesos productivos y actividades auxiliares se describirán e identificarán los principales aspectos ambientales que dan origen a la contaminación de las aguas residuales.

Descripción del proceso producción de leche de consumo

Las leches destinadas al consumo humano existentes actualmente se clasifican en dos categorías:

- Leche cruda

La leche cruda, sin transformación alguna, se consume como producto natural desde la antigüedad y sigue siendo una forma muy frecuente de consumo de leche en la zona rural de los municipios de Antioquia, principalmente en las fincas productoras.

- Leche tratada térmicamente (pasteurizada o esterilizada)

La gran facilidad de la leche para sufrir un rápido deterioro y contaminaciones de todo tipo, hace necesario someter la leche a un determinado tratamiento que permita aumentar el tiempo de conservación y eliminar posibles contaminaciones antes de ser consumida. En Colombia este tratamiento viene exigido por la legislación. El decreto 616 de 2006, modificado parcialmente por el decreto 2838 de 2006, reglamenta la venta de leche cruda y leche cruda enfriada, en el cual se hace referencia a la prohibición de venta directa de leche sin procesar, acotando que "solo se permite en zonas del país que por condiciones de accesibilidad geográfica y disponibilidad no pueden comercializar leche higienizada".

- LECHE PASTEURIZADA:

Se somete a la leche a un proceso de aumento de temperatura hasta los 63°C durante 30 minutos (esta sería la LTLT – Low Temperature Long Time – Baja Temperatura Alto tiempo, casi no utilizada salvo en queserías tradicionales), o durante 15 minutos a una temperatura de 71,7°C (HTLT – High Temperature Long Time – Alta Temperatura Alto Tiempo) siendo este el método más utilizado y más adecuado de forma de pasteurización (eliminando mohos, levaduras y la mayor parte de las formas vegetativas de las bacterias). Posterior a este proceso se baja la temperatura hasta los 6°C, siendo su periodo máximo de utilización de una semana, siendo más conocida como la “leche fresca”.

- LECHE ESTERILIZADA

Se produce mediante el aumento de la temperatura hasta los 110°C, por un periodo de 20 minutos una vez envasada la leche herméticamente, el problema fundamental de este método radica en la pérdida de características organolépticas de la leche ya que el tratamiento es bastante severo, destruyéndose algunas vitaminas, desnaturalizando proteínas, caramelizando azúcares de la leche (lactosa), entre otras desventajas. Es un sistema utilizado en menor medida que la pasteurización y la ultrapasterización (UHT).

- LECHE UHT

Es, como en los dos casos anteriores el tratamiento mediante el aumento de la temperatura, en esta ocasión entre 135°C y 150°C durante 1 segundo (mínimo legal exigido) hasta los 4 segundos normalmente, posteriormente se baja la temperatura y se envasa en condiciones asépticas. Prácticamente no se producen modificaciones en la composición de la leche pudiendo notarse no obstante ligeras modificaciones en el sabor (dejando un sabor especial debido a la caramelización de parte de los azúcares de la leche). Esta leche tiene una alta fecha de caducidad y es conocida también como la “leche de brick” o “leche de caja”.

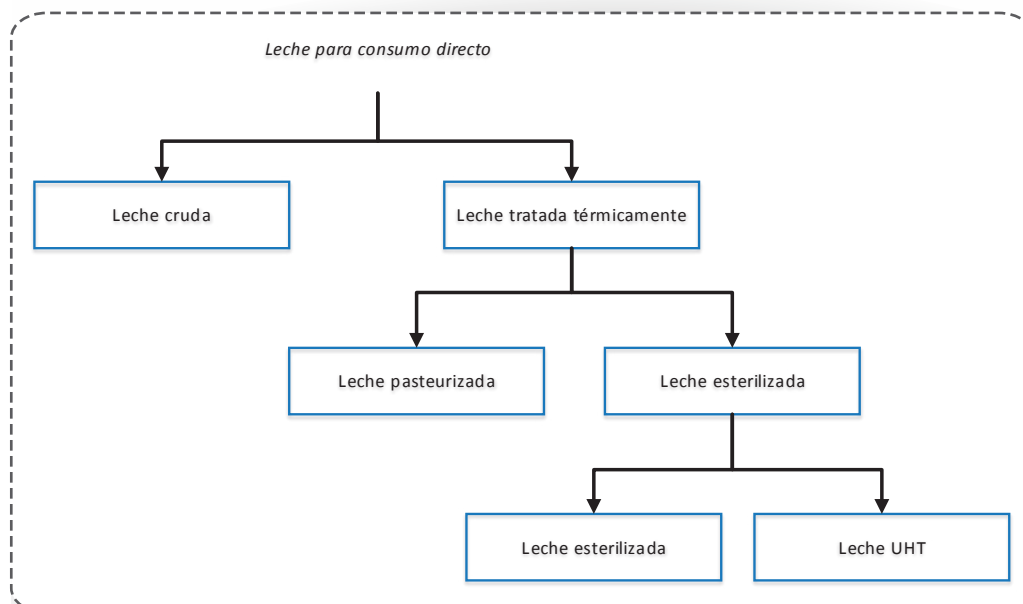
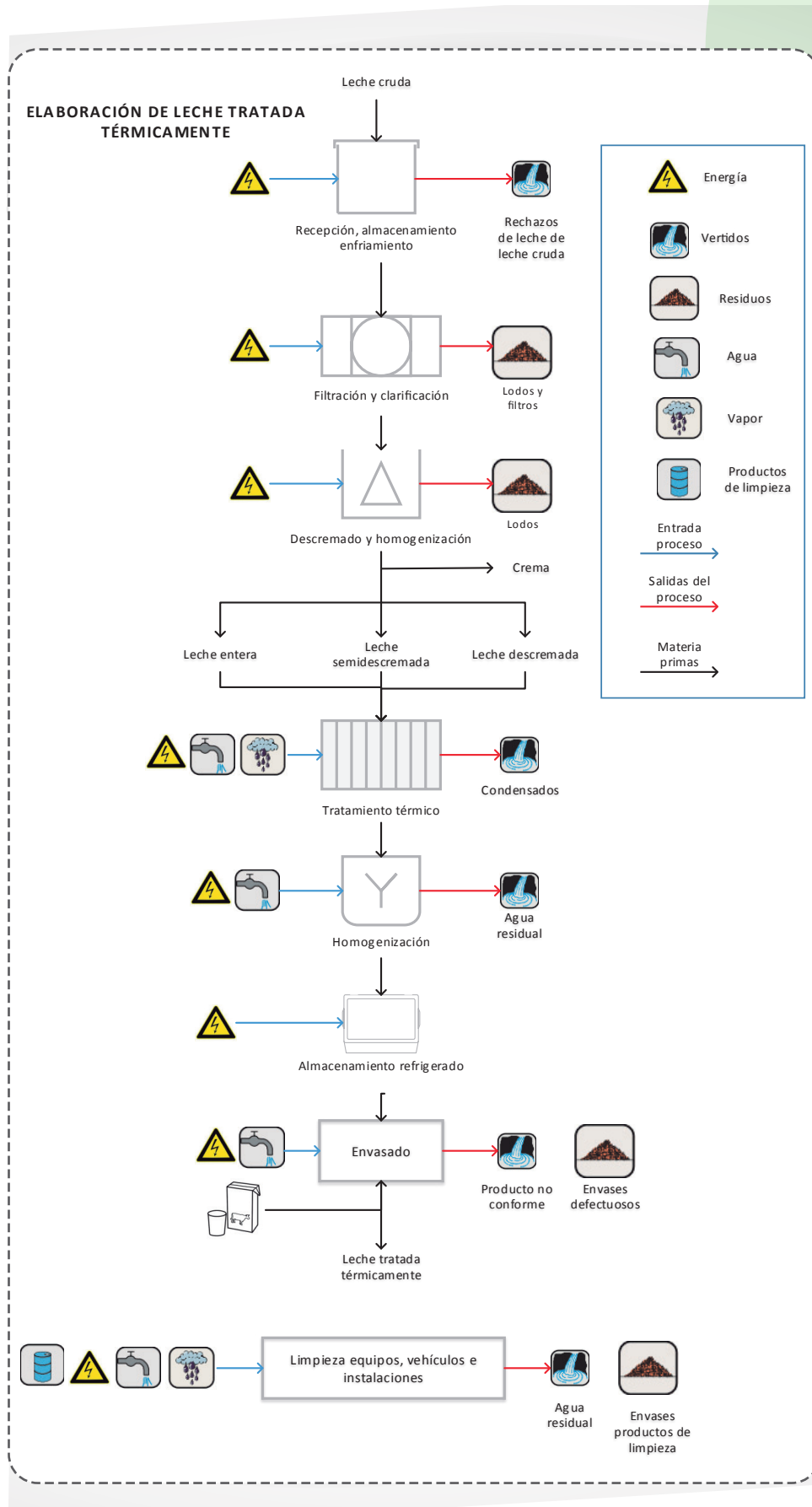


Figura 5.1 Clasificación de leches de consumo directo



Los operaciones del proceso productivo y los aspectos ambientales relacionados se describen a continuación.

Figura 5.2 Diagrama de producción de leche tratada térmicamente

Tabla 5.1 Descripción del proceso productivo de la leche tratada térmicamente.

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Recepción y almacenamiento	La leche llega normalmente en carro tanques de capacidad variable. Se toman muestras para análisis de calidad, contenido graso y proteico de la leche, el precio de la leche varía según su composición.	Leche de rechazo. Pérdidas de leche en las operaciones de vaciado y llenado de tanques, la leche se va por los desagües contribuyendo a la carga orgánica de las aguas residuales
Filtración/Clarificación	Se eliminan las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o debido al transporte. También se eliminan los aglomerados de coágulos que se forman en la leche. El grado de impurezas varía de acuerdo a la procedencia y de las técnicas de ordeño, este proceso es inevitable.	Lodos de clarificación: son residuos semipastosos formados por partículas de suciedad, componentes sanguíneos sanguíneos, gérmenes y por otras sustancias principalmente de tipo proteico. Si son vertidos con el efluente final pueden producir aumentos importantes de la carga contaminante del vertido dando lugar a problemas en el medio receptor. También se producen pérdidas de leche que pueden ser arrastradas junto con las aguas residuales hasta el vertido final.
Descremado y homogenización	Inicialmente se separa la crema de la leche y luego se homogeniza el contenido graso de la leche en distintas proporciones de acuerdo al producto que se quiere: Leche entera, semidescremada y descremada. La crema sobrante se emplea para producir la crema de leche y la mantequilla	Este proceso genera lodos con un contenido menor de componentes sanguíneos y bacterias que en el caso de la leche cruda. Si los lodos son vertidos directamente al efluente final producen un aumento importante de la carga orgánica del vertido.
Tratamiento Térmico	El tratamiento térmico destruye casi completamente los microorganismos que hay contenidos en la leche. Un efecto adicional es la inactivación en mayor o menor grado de las enzimas lácteas.	El consumo energético derivado de esta operación es elevado, aunque disminuye en función del porcentaje de recuperación de calor, mediante la recuperación de condensados.

	Los tratamientos térmicos son pasteurización [calentamiento hasta 70-85°C], esterilización [calentamiento 100-120°C] y Ultra pasteurización (UHT) [calentamiento hasta 135-150°C]	
Homogeneización	Antes o después del tratamiento térmico se realiza la homogeneización. Con la homogeneización se reduce el tamaño de los glóbulos grasos favoreciendo una distribución uniforme de la materia crema a la vez que se evita la separación de dichas cremas.	Agua residual
Almacenamiento refrigerado	La leche, una vez tratada y refrigerada se almacena en tanques hasta su envasado. Este almacenamiento refrigerado permite controlar la calidad de la leche antes de su envasado e independizar esta etapa del proceso de producción.	Posibles pérdidas de leche que pueden darse durante su estancia en los tanques de almacenamiento.
Envasado	proceso y consiste en el llenado de los envases con el producto. La condición indispensable para conseguir la conservación del producto durante un largo período de tiempo es mantener las condiciones asépticas durante el envasado.	Generación de residuos de envases por defectos de fabricación o problemas durante el envasado.
Limpieza tanques, equipos e instalaciones	Consumo de agua Consumo de productos químicos para limpieza. Consumo de energía térmica y eléctrica	Vertido aguas residuales [volumen de vertido y carga contaminante] Generación de residuos [envases de productos de limpieza]

Descripción del proceso de elaboración de mantequilla y crema de leche

Los principales productos lácteos obtenidos a partir de la crema de la leche son la crema de leche y la mantequilla. La crema de leche es una emulsión de crema en agua, mientras que la mantequilla es un producto que se obtiene a partir de la maduración de la crema de leche y tras la eliminación de gran parte de la fase acuosa. Por tanto, la mantequilla es una emulsión de agua en crema.

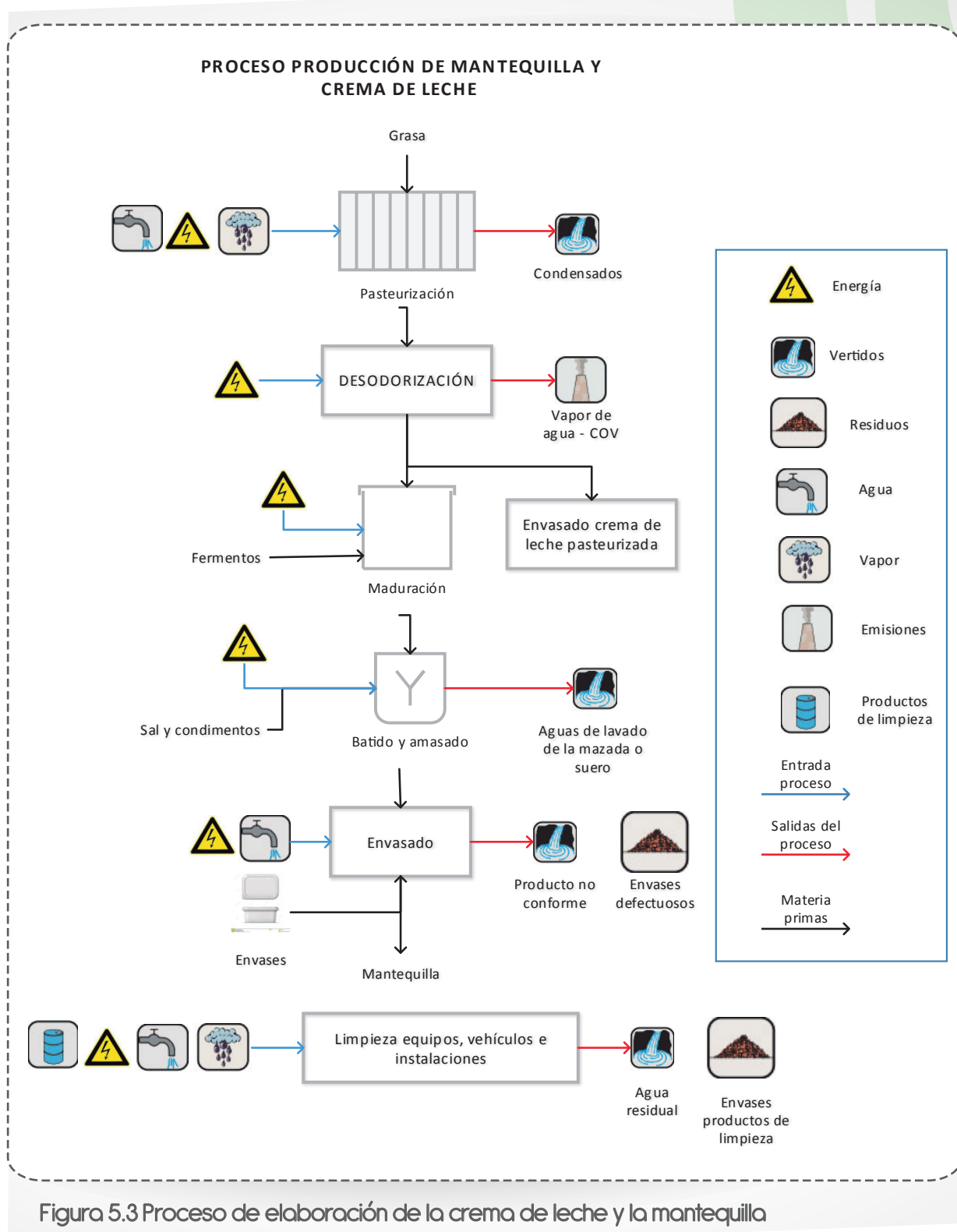


Figura 5.3 Proceso de elaboración de la crema de leche y la mantequilla

Tabla 5.2 Descripción general del proceso productivo de la crema de leche y la mantequilla

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Pasteurización de la crema	Las temperaturas de pasteurización de la nata oscilan entre los 95 °C y 110 °C. Cuanto mayor sea el contenido de crema más alta tendrá que ser la temperatura de pasteurización. Antes de entrar en la fase de maduración, la crema debe enfriarse hasta una temperatura de alrededor de 20 °C.	Condensados
Desodorización de la crema	Consiste en la eliminación de parte de las sustancias aromáticas de la crema que pueden posteriormente transmitir olores o sabores extraños a los productos finales. Esta desodorización reduce también la oxidación de los ácidos grasos y el crecimiento de microorganismos aerobios indeseables. Se puede realizar antes y/o después de la pasteurización.	Consumo de energía y la generación de vahos que arrastran los COV eliminados de la crema.
Maduración de la crema	La maduración de la crema tiene por objeto la cristalización de los glóbulos de crema y el desarrollo de los aromas. Se producen una serie de cambios físicos y bioquímicos que dependen del sistema empleado en su fabricación. Tras el periodo de maduración la crema se enfría por debajo de los 10 °C.	
Batido-amasado	Para proceder al batido de la nata madurada, ésta se debe calentar a una temperatura superior a la de maduración. El batido produce una gran fuerza de cizallamiento que rompe la envoltura de los glóbulos grasos y permite su unión, de manera que al final de la operación se obtienen dos fases: una fase crema compuesta por grumos de mantequilla y una acuosa compuesta denominada	Si la mazada es eliminada junto con las aguas residuales generadas en la empresa se produce el aumento de la carga contaminante de esta agua pudiendo dañar el medio receptor. Por otra parte, en el lavado se produce el consumo de agua y su vertido posterior con los restos de mazada.

	mazada o suero de mantequilla. La primera es realmente una emulsión de agua en materia crema. La operación de amasado a la que se somete a los granos de mantequilla persigue obtener una masa compacta, ajustar el contenido en agua y mezclar de forma homogénea los aditivos que en su caso se puedan añadir (sal, aromas).	
Envasado	La mantequilla se tiene que envasar nada más salir de la máquina de fabricación para evitar contaminaciones microbianas. Para el envasado se pueden utilizar máquinas moldeadoras, llenadoras y selladoras.	Restos de producción y envases defectuosos debidos a fallos en el envasado y contaminaciones microbiológicas. Consumo de energía eléctrica de las máquinas envasadoras.
Limpieza tanques, equipos e instalaciones	Consumo de agua Consumo de productos químicos para limpieza. Consumo de energía térmica y eléctrica	Vertido aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante) Generación de residuos (envases de productos de limpieza)

Descripción del proceso de elaboración de yogurt

El Yogurt (leches fermentada) se obtiene por la multiplicación de bacterias lácticas, en ocasiones acompañadas de otros microorganismos, en una preparación de leche. El ácido láctico que producen coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor ácido más o menos pronunciado.

Existe una gran variabilidad de tipos de yogurt en función de su consistencia (coagulados, líquidos, mousse), composición (desnatados, semidesnatados, normales, enriquecidos) o sabor (natural, con azúcar, con sabores, con fruta, etc.).



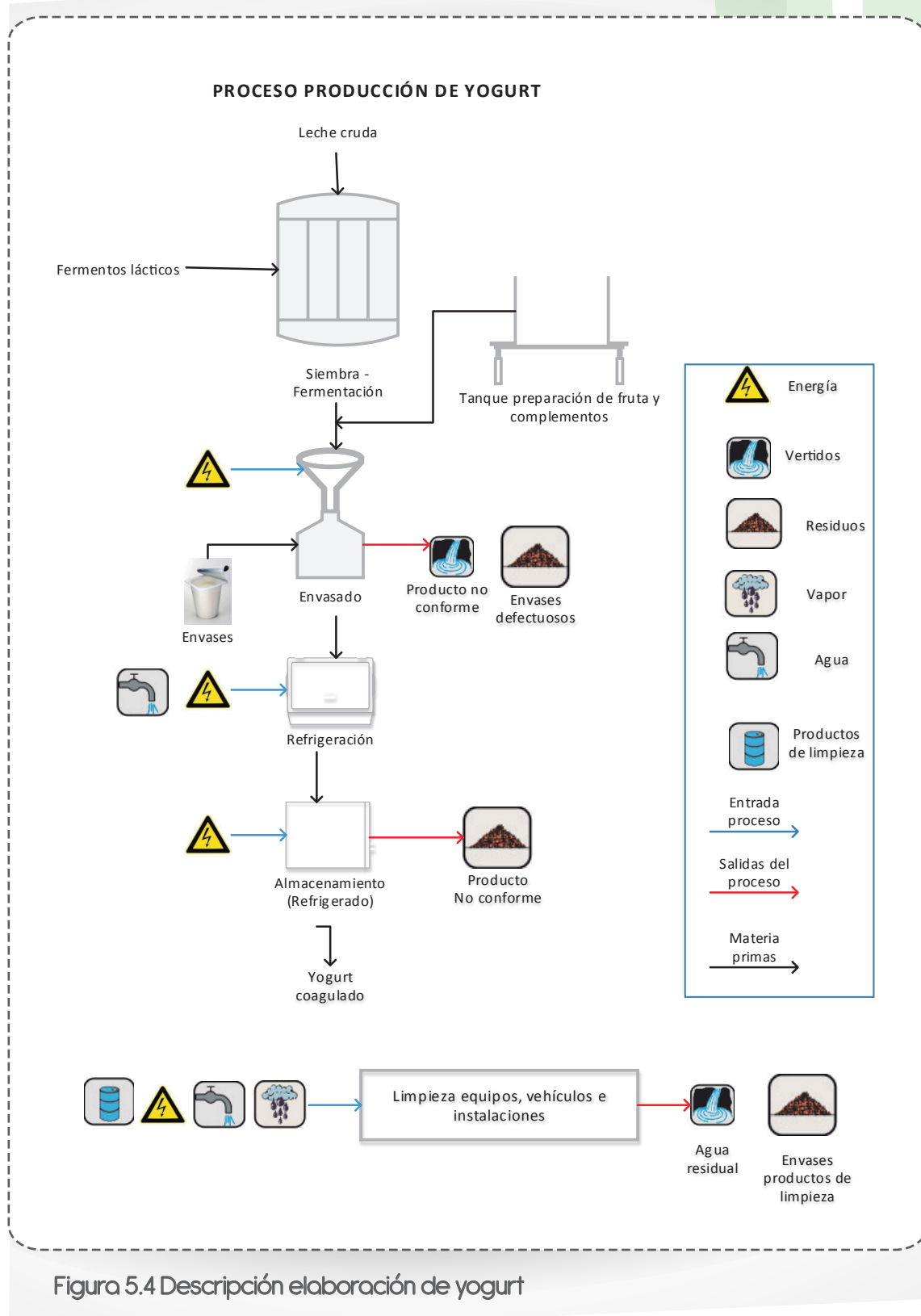


Figura 5.4 Descripción elaboración de yogurt

Tabla 5.3 Descripción general del proceso productivo de Yogurt

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Siembra	Es la inoculación del fermento en la leche previamente calentada a la temperatura de incubación apropiada para el fermento.	
Incubación	En esta etapa los microorganismos fermentativos metabolizan la lactosa produciendo ácido láctico. Este fenómeno hace que el pH descienda produciéndose la coagulación de la caseína. Este proceso tiene lugar en unas condiciones determinadas de temperatura y tiempo (42-45 °C durante 2,5-3 horas), que varían en función del tipo de fermento utilizado.	Pérdidas de producto
Envasado	El envasado puede realizarse antes o después de la incubación. Para el envasado del yogur se utilizan envases de poliestireno con tapas laminadas de aluminio recubierto de polietileno sellable con calor. También se utilizan otro tipo de envases como los tarros de poliestireno.	Generación de residuos de envases Pérdidas de producto que se eliminan con las aguas residuales en las operaciones de limpieza.
Refrigeración	El enfriamiento del yogur para- liza las reacciones fermentati- vas, evitando que el yogur siga acidificándose.	
Limpieza tanques, equipos e instalaciones	Consumo de agua Consumo de productos quími- cos para limpieza. Consumo de energía térmica y eléctrica	Vertido aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante) Generación de residuos (envases de produc- tos de limpieza)

Descripción del proceso de elaboración de quesos

La elaboración de queso es una de las formas más antiguas de procesado de la leche, realizándose de forma tradicional en cada familia o pueblo, aún lo hacen los campesinos de las regiones productoras de leche.

El queso es un producto que se elabora con leche entera, crema, leche descremada, mazada o con mezclas de estos productos. De forma general, el queso se produce por coagulación de las proteínas de la leche, a partir de fermentos lácteos y/o cuajo.

Este proceso se puede favorecer añadiendo enzimas, acidificando y/o calentando. A continuación, se moldea, se sala, se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos también se le añaden colorantes, especias u otros alimentos no lácteos. Se consume en fresco o con distintos grados de maduración.

Se conocen más de 2.000 tipos de quesos diferentes en todo el mundo, presentan características muy distintas y que requieren para su elaboración una serie de procedimientos más o menos diferenciados. Las fábricas de derivados lácteos en la zona lechera de Antioquia en general, fabrican quesos como el queso crema, tipo mozzarella, cuajada y quesito.

La fabricación del queso se hace con la leche, bien sea descremada, semidescremada o entera que ya ha sido tratada térmicamente y homogenizada. Una vez lista, antes del proceso de coagulación se adecua la temperatura y se añaden los fermentos y/o enzimas encargados de la formación del gel o coágulo, terminada la coagulación se corta la cuajada en pequeños cubos para favorecer la separación del suero, después de separar el suero la cuajada se pasa a los moldes y en algunos casos se prensa. Una vez estabilizada la forma del queso, se sala y se procede a la maduración.

En algunos quesos el proceso termina con el desuerado y envasado sin que tenga lugar la etapa de maduración (quesos frescos).



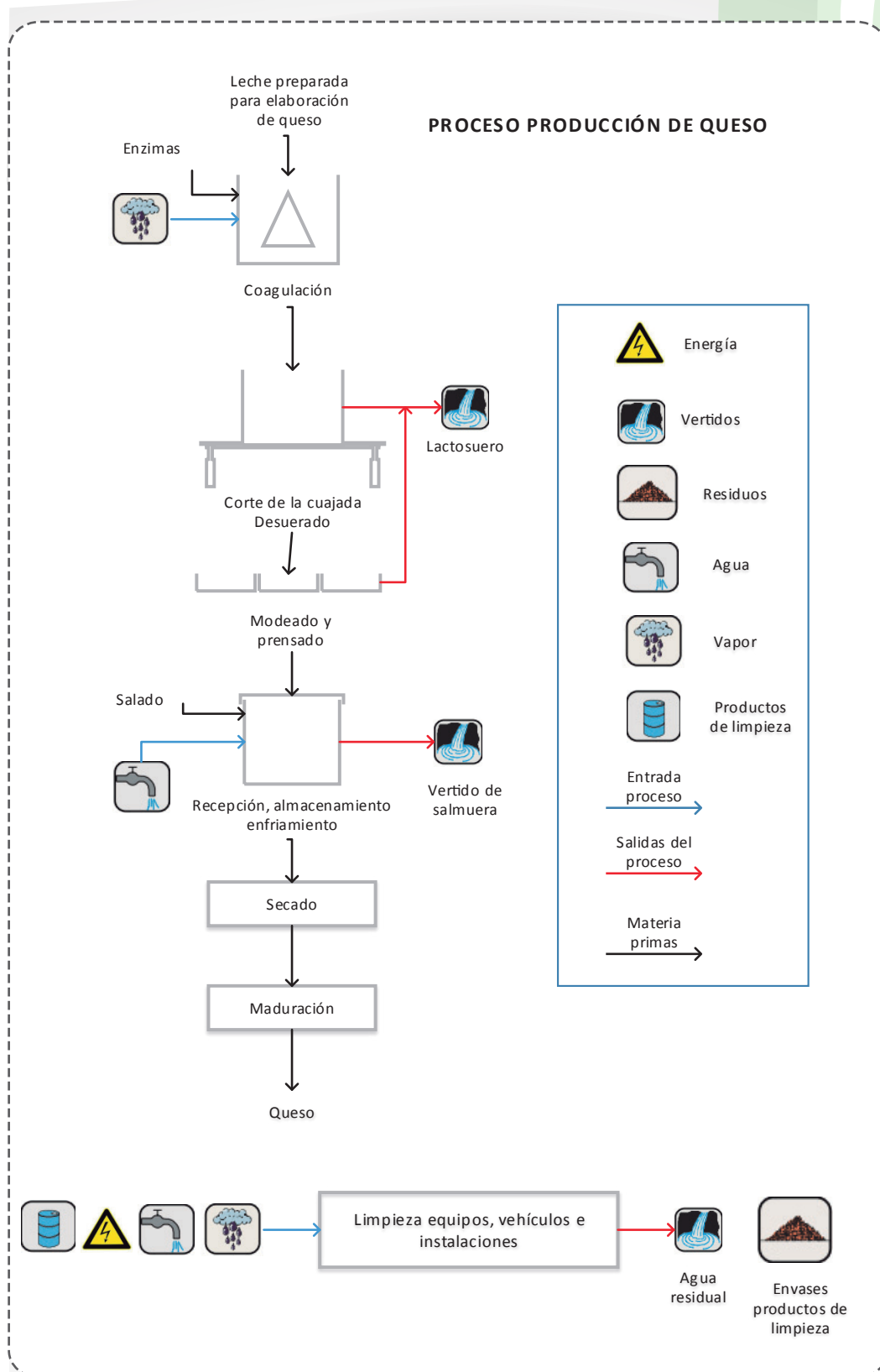


Figura 5.5 Descripción proceso de elaboración del queso

Tabla 5.4 Descripción general del proceso productivo del queso

Operación	Descripción	Aspectos ambientales
Coagulación	La operación de coagulación se basa en provocar la alteración de la caseína y su precipitación, dando lugar a una masa gelatinosa que engloba todos los componentes de la leche. La naturaleza del gel que se forma al coagular la caseína influye sobre los posteriores procesos de fabricación del queso (desuerado, desarrollo de la maduración, formación de "ojos").	Pérdidas o derrames de leche debido al manejo de la misma. El consumo de energía térmica producido en esta etapa es debido a las condiciones de temperatura que a veces son necesarias para la formación de la cuajada.
Corte y Desuerado	El gel formado en la coagulación, cualquiera que sea el método empleado, constituye un estado físico inestable. Según las condiciones en las que se encuentra la fase líquida o lactosuero que lo impregna, se separa más o menos rápidamente. Este fenómeno es el que se conoce como desuerado.	Lactosuero, dependiendo del tipo de coagulación es ácido o dulce. El contenido en lactosa y proteína del lactosuero origina un incremento especialmente alto del grado de contaminación de las aguas residuales (llegando a superar los 60.000 mg DQO / l de lactosuero). Por esta razón hay que evitar el vertido del lactosuero junto con el resto de las aguas residuales.
Moldeo y prensado	El moldeo consiste en verter, en los moldes preparados para este fin, los trozos de cuajada. Los moldes suelen ser de plástico (PVC), aunque a veces se emplean metales o maderas. Esto depende del tipo de queso que se produce.	Lactosuero
Salado	Cada variedad de queso tiene asignado un determinado contenido en sal común. Como norma general, el contenido de sal disminuye a medida que disminuye la proporción de extracto seco. Esta operación puede hacer en el tanque de coagulación o sobre el queso empleando salmueras (16 al 22% de sal) o sal seca.	Vertido de salmuera y/o generación de residuo (sal seca). Esto produce un vertido de elevada conductividad (similar al vertido de salmuera). En caso de que la sal sea retirada en seco, se produce un residuo.

Secado	Una vez terminada la operación de salado, el queso puede exponerse a una corriente de aire para que se seque la superficie. El secado superficial tiene una especial importancia cuando el queso se envuelve o se recubre de cera para su maduración.	
Limpieza tanques, equipos e instalaciones	Consumo de agua Consumo de productos químicos para limpieza. Consumo de energía térmica y eléctrica	Vertido aguas residuales (volumen de vertido y carga contaminante) Generación de residuos (envases de productos de limpieza)

El aporte de DQO de cada uno de los componentes de la leche se muestra en la Figura 5.6, en esta observa que el mayor aporte de DQO de los productos es la crema (crema de leche y mantequilla), seguido de la leche y el lactosuero, este último es un residuo líquido o subproducto líquido, esto indica que si se hace un buen manejo de la leche en las plantas evitando derrames de producto y recogiendo el lactosuero para un tratamiento independiente se obtiene una importante reducción en la carga orgánica de las aguas residuales, esto se sustenta en que se estima que el 90% de la DQO de las aguas residuales de una industria láctea es atribuible a componentes de la leche y sólo el 10% a suciedad ajena a la misma⁴.

En la composición de la leche además de agua se encuentran cremas, proteínas (tanto en solución como en suspensión), azúcares y sales minerales. Los productos lácteos además de los componentes de la leche pueden contener azúcar, sal, colorantes, estabilizantes etc., dependiendo de la naturaleza y tipo de producto y de la tecnología de producción empleada. Todos estos componentes aparecen en las aguas residuales en mayor o menor cantidad bien por disolución o por arrastre de los mismos con las aguas de limpieza.

⁴ Prevención de la contaminación en la Industria láctea. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). Barcelona España 2002

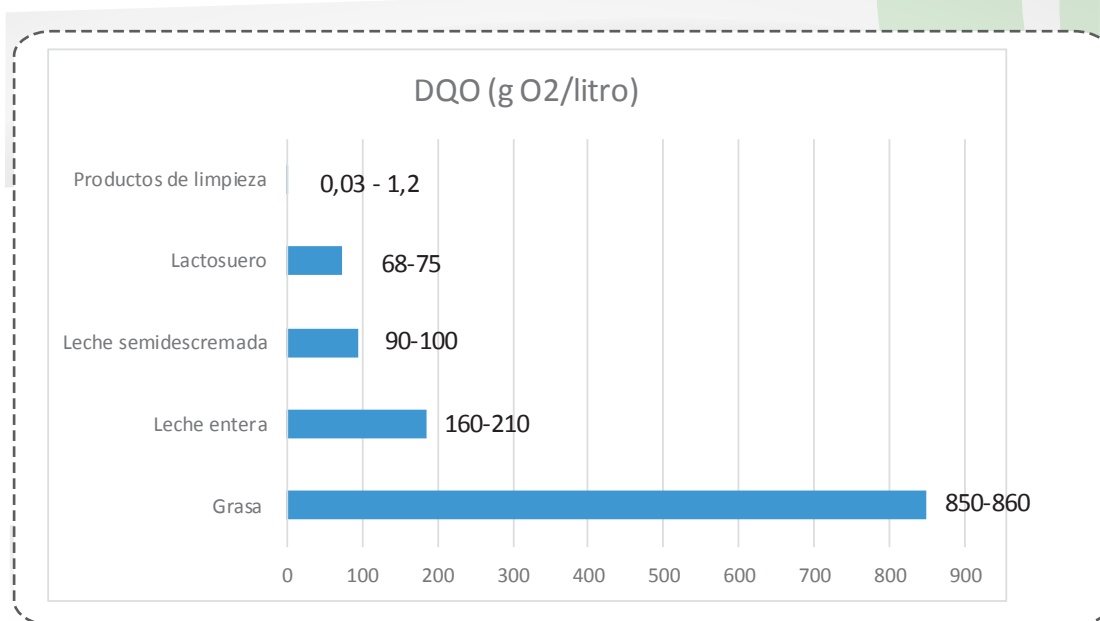


Figura 5.6 DQO de diferentes productos lácteos y detergentes

En general, los efluentes líquidos de una industria láctea presentan las siguientes características⁵:

- **Alto contenido en materia orgánica**, debido a la presencia de componentes de la leche. La DQO media de las aguas residuales de una industria láctea se encuentra entre 1.000–6.000 mg DBO/L. En las Industrias lácteas de Norte de Antioquia la DQO oscila entre 16.879 y 29.261, lo que permite inferir que hay componentes de la leche en las aguas residuales.
- **Presencia de aceites y cremas**, debido a la crema de la leche y otros productos lácteos, como en las aguas de lavado de la mazada. En las industrias lácteas del norte de Antioquia los contenidos de crema oscilan entre 1.816 y 5.237 mg/l.
- **Niveles elevados de nitrógeno y fósforo**, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección. En las industrias del Norte de Antioquia el Fósforo oscila entre 88 y 90,6 mg/l de P y el nitrógeno entre 13 y 5,1 mg/l.
- **Contenido de cloruros elevados**, principalmente en las productoras de queso debido al salado del queso. En las industrias del norte de Antioquia los cloruros se encuentran entre 700 y 800 mg/l de Cl⁻.

De acuerdo con los resultados de la contaminación de las aguas residuales de la industria láctea en el Norte de Antioquia se concluye que en estas industrias las pérdidas de leche son altas lo cual se demuestra con el alto contenido de materia orgánica de las aguas residuales.

Las principales fuentes de pérdida de leche se muestran en la Tabla 5.5.

⁵Prevención de la contaminación en la Industria láctea. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). Barcelona España 2002

PROCESO	
Producción de leche consumo directo	• Derrames de los tanques de almacenamiento. • Rebose de tanques. • Derrames y fugas en las conducciones • Depósitos en las superficies de los equipos • Eliminación de los lodos de filtración /clarificación. • Derrames por envases dañados o en mal estado. • Fallos en la línea de envasado. • Operaciones de limpieza.
Producción de crema de leche y mantequilla	• Derrames en el almacenamiento. • Derrames y fugas en las conducciones. • Rebose de tanques. • Operaciones de limpieza.
Producción de yogur	• Fugas y derrames de los tanques de almacenamiento. • Derrames de los tanques de incubación. • Fallos en la línea de envasado. • Operaciones de limpieza
Producción de queso	• Fugas y derrames de los tanques de almacenamiento. • Pérdidas en el tanque de cuajado. • Rebose de los moldes. • Separación incorrecta del lactosuero del queso. • Operaciones de limpieza.

Tabla 5.5
Principales fuentes de pérdidas de leche a los flujos de aguas residuales

En el proceso de elaboración de queso cabe destacar la generación de lactosuero. El volumen de lactosuero generado en la elaboración del queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60.000 mg/l). Por ello, su vertido junto con las aguas residuales aumenta considerablemente la carga contaminante del vertido final.

Elaboración de derivados lácteos en plantas de producción en Antioquia

En los Municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, las plantas de elaboración de derivados lácteos, excepto COLANTA, producen básicamente leches de consumo, yogurt, quesos, crema de leche y mantequilla. El consumo de agua en una planta de producción en el Norte de Antioquia es en promedio 0,95 litros de agua/litro de leche y la carga orgánica es de 1.281 kg de DBO5/día, que representa 0,0062 Kg/DBO5/litro de leche procesado. El principal problema de la región es la disposición final del lactosuero, cuya generación es alta dado que en esta región se produce la mayor cantidad del queso que se consume en el Departamento de Antioquia.

6.

Opciones de mejora para prevenir la contaminación y reducir los consumos de agua

Los factores principales en el origen de los desperdicios y emisiones son:

- El personal.
- El manejo de materias primas y productos.
- Tecnologías.
- Procedimientos.
- Proveedores.

Sobre la base de estos factores, existen numerosas opciones que pueden ser agrupadas de distinta forma y que apuntan hacia la producción más limpia y la reducción de desperdicios, las opciones de Producción Más Limpia se clasifican en:

- Cambios tecnológicos.
- Buenas Prácticas Operativas.
- Sustitución de materiales.
- Reciclaje interno y externo.

Prevenir la contaminación Evite derrames de leche

La leche es la materia prima de toda empresa láctea, el hecho que se derrame representa un alto valor económico asociado a: lo que se pagó por la leche en el momento del acopio, costos relacionados al proceso, pago al personal, los ingresos que se dejan de percibir por el producto no elaborado, costos asociados al manejo de efluentes, entre otros.

Las pérdidas de leche se pueden evitar de la siguiente manera:

- Mejorando el transporte interno de la leche a las áreas de producción.
- Acortando las distancias de las rutas de transporte.
- Ubicar los equipos de modo que se minimicen los vertidos y las pérdidas.
- No llenando los recipientes hasta el borde del recipiente para evitar que se derrame.
- Empujar con agua la leche que ha quedado en las tuberías del pasteurizador, procurando interrumpir el flujo cuando empieza solo a salir agua.
- Reparando las tuberías con fugas.
- Limpiando el producto contenido en tanques, equipos y líneas antes de iniciar las operaciones de limpieza.

- Manejar diámetros adecuados de tubería (pequeños).

Los beneficios con la implementación de esta medida son los siguientes:

- Mayor aprovechamiento de la materia prima.
- Incremento de la productividad de la empresa
- Reducción de la carga contaminante en el efluente.
- Reducción de los costos por tratamiento de aguas residuales.

Medidas para el ahorro y uso eficiente del agua

- Monitoreo del consumo de agua en áreas de producción

En la industria Láctea el agua es ampliamente utilizada para las operaciones de limpieza de áreas de trabajo, equipos, instrumentos. Las fuentes de agua se agotan y contaminan, esa es la razón por la cual es necesario prestar atención a su consumo. Para asegurar que el consumo de agua esta optimizada, éste debe ser monitoreado con métodos muy básicos.

Instalar medidores de agua

Instalar medidores de agua en áreas claves de la planta, por ejemplo: en las diferentes áreas de producción con el fin de controlar los consumos y asociarle a cada área de la planta sus costos. En el anexo 3 se explica la metodología para el cálculo de los módulos de consumo.

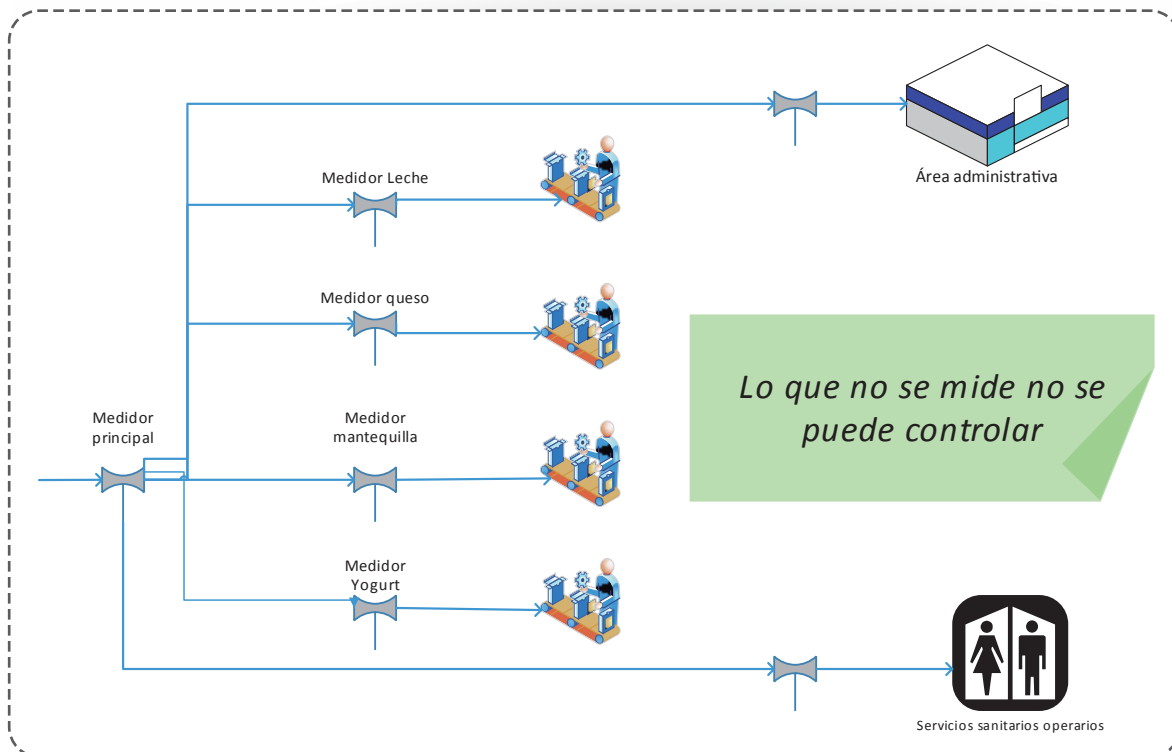


Figura 6.1 Medidores de agua para monitoreo del consumo de agua

Los datos recolectados de los medidores servirán para:

- Iniciar un programa de monitoreo continuo.
- Calcular los indicadores de uso de agua de la planta y de sus departamentos claves.
- Establecer metas de uso de agua para la planta.
- Reducir los costos y volumen del tratamiento de agua.

- Revisión del estado de tuberías, válvulas y grifos

El mal estado de las tuberías, grifos y válvulas generan incremento en el consumo de agua, por lo tanto, se incrementan los costos.

Las acciones a seguir para control de fugas son las siguientes:

- Campañas de ahorro y uso eficiente del agua y concientizar al personal sobre la importancia de no desperdiciar el agua.
- Los operarios de la planta deben informar al personal de mantenimiento cuando observen fugas en los grifos y tuberías en las zonas de la planta donde trabajan y en los servicios sanitario.

Beneficios:

- Se evitan fugas, incrementando los rendimientos.
- Reduce cantidad de efluentes a tratar.
- Mejora la higiene y evita accidentes.
- Mejora la imagen de la empresa.



Una llave goteando, desperdicia
7 litros de agua en un día

- Colocar pistolas de bajo volumen y alta presión en las mangueras para limpiar los equipos y pisos.

Los procedimientos de lavado en las áreas de producción de las plantas de elaboración de productos lácteos contribuyen con más del 90% del consumo total de agua, prácticamente todas las actividades de lavado se hacen con mangueras, la mayoría no tienen boquillas o pistolas de presión por lo que los operadores al no estar utilizando la manguera, dejan abiertas las llaves por descuido u olvido provocando el desperdicio del recurso.

Para optimizar el consumo de agua en lavados se recomienda:

- Equipar las mangueras con boquillas o pistolas de presión para reducir las pérdidas de agua cuando éstas no están en uso.
- Colocar boquillas o pistolas de alta presión en las mangueras, con lo cual se obtienen grandes ahorros en el consumo de agua en las diferentes operaciones de la planta.



Lavado equipos con manguera

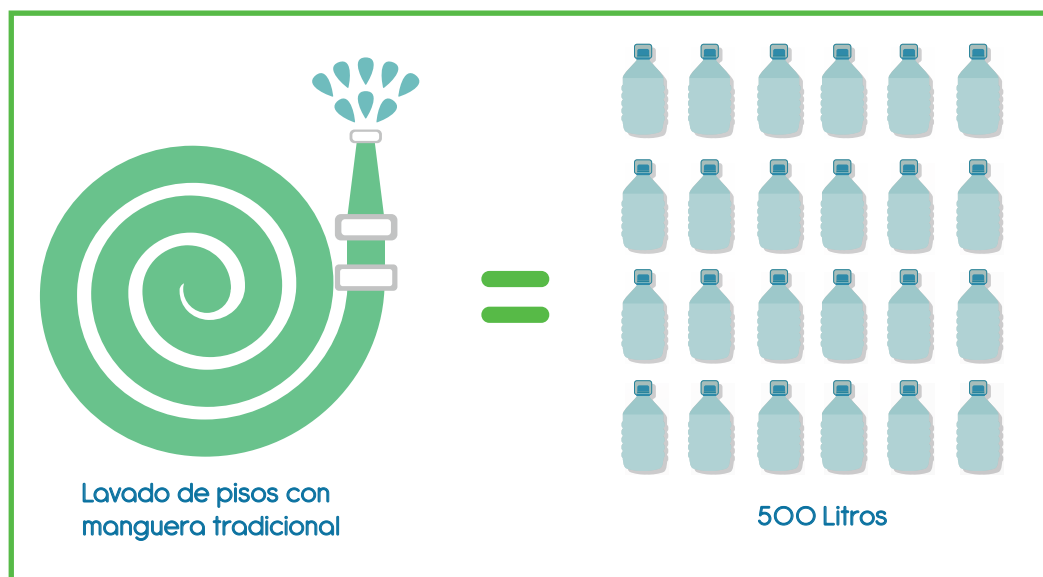
Tabla 6.1 Ahorro de agua estimado por uso de pistolas industriales

Diámetro de tubería (pulgadas)	Tiempo de lavado sin pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Tiempo de lavado con pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Ahorro (Litros)
½	5	66	4	53	13
¾	5	84	4	67	17
1	5	264	4	211	53
1 ½	5	1.135	4	1.068	67

- Usar hidrolavadoras en el lavado de las instalaciones

La eficacia de la hidrolavadora para lavar camiones de transporte, pisos de las instalaciones son indiscutidas "En primer lugar, porque garantiza excelentes resultados, al remover la suciedad y protegiendo la pintura o las superficies a lavar, solamente por acción de la presión del agua, sin refregar. En segundo lugar, porque trae otro beneficio que es cada vez más importante, el gran ahorro de agua. Un lavado con hidrolavadora ahorra el 80% del agua que se gastaría en un lavado con manguera. Y, por último, la rapidez. Un lavado con hidrolavadora es en promedio 70% más rápido.

- Manguera Tradicional

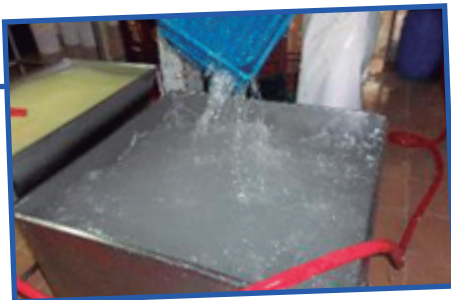


- Hidrolavadora



**Ahorro
83%**

del consumo del agua



Lavado de canastas



Túnel del lavado

- Instalar túnel de lavado de canastas

El lavado de las canastas usadas para transporte de producto terminado es un área en la cual el consumo es alto a las pérdidas de agua cuando se sacan las canastas de los tanques usados comúnmente para esta actividad.

Una lavadora automática de canastas puede lavar 300 unds/hora dependiendo de la suciedad y de las dimensiones. Vienen provistas de un depósito de agua de 500 litros, se regula a un caudal de 8 - 10 litros/minuto. Tienen las siguientes ventajas:

- Alta eficiencia en el lavado de canastas
- Lavado de canastas con solución de jabón en agua caliente.
- Lavado de canastas con 46 chorros de agua a presión.
- Enjuague de canastas dentro de la misma máquina.
- Arrastre de canastas por cadena.
- Las canastas se entregan en los pies del operario, lo que evita desplazamientos alrededor de la máquina.
- Recolección de residuos sólidos en doble filtro de cojón.
- Rebose de cremas y otros sólidos.
- Desagüe de tanque de agua y cabina para fácil limpieza y mantenimiento.

- Limpieza en seco del equipo y de las zonas de producción, antes del lavado

Durante el proceso de limpieza de la planta es común observar que los operarios consumen mucha agua y utilizan el agua para empujar los residuos sólidos.

- Haciendo una limpieza de los pisos y equipos en seco utilizando cepillos o escobas, se reducen los consumos de agua. Las ventajas de esta limpieza son las siguientes:
- Aumento significativo en la eficiencia del uso del agua.
- Reduce el volumen de efluentes.
- Reducción de los sólidos en el agua residual que influyen directamente con el sistema de tratamiento.
- Reducción del tiempo de limpieza.

También se recomienda evaluar la implementación de lavadoras de pisos automáticas, significan mayor productividad, eficiencia y capacidad de limpieza para pisos pequeños con lugares ajustados. Son las máquinas perfectas para lugares de tránsito intenso que requieren limpiezas frecuentes con una máxima maniobrabilidad en pasillos, habitaciones chicas y otras áreas difíciles de limpiar.

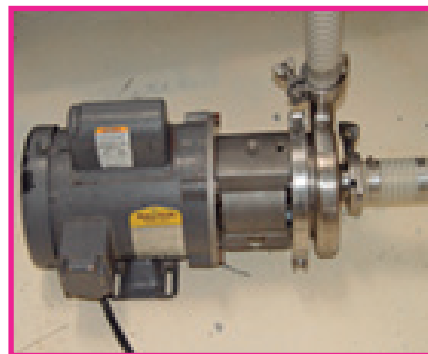


Fregadora automática de pisos
Fuente: Lo gistmarket

Buen manejo de sueros

- Adquisición de una bomba sanitaria para transporte del suero

La presencia del suero dificulta la separación de la cuajada de forma rápida. Un desuerado más rápido, reduciría tanto el tiempo total para que los equipos se encuentren listos para el siguiente proceso, como el tiempo de residencia de la cuajada dentro del suero, que evitaría mayor acidez de la cuajada. La evacuación del suero se agiliza mediante extracción mecánica, haciendo uso de una bomba sanitaria (para succión) de acero inoxidable con el objetivo de reducir el tiempo del desuerado



Bomba sanitaria para desuerado
Fuente: Guía tecnológica lácteos
CPML Nicaragua

Los beneficios de esta medida son los siguientes:

- Reducción del tiempo de desuerado y por consiguiente la reducción del costo operativo por mano de obra y disponibilidad de tiempo para incrementar la producción.
- Evitar el derrame de suero por transporte manual que se traduce en reducción de la carga contaminante del efluente.

– Uso del suero en alimentación de ganado vacuno y/o porcino

Con el fin de reducir la contaminación debido al suero que se mezcla con el afluente, se debe evaluar la posibilidad de destinarlo a consumo animal.

Para la implementación de esta medida se requiere:

- Adecuar un sistema de recolección del suero proveniente de las finas de proceso y prensas, para garantizar que no se mezcle con el efluente.

Valorización energética Producción de biogás⁶

A nivel global la tecnología de digestión anaeróbica para la producción de biogás está considerada como madura, actualmente en una etapa avanzada de comercialización. Países como China e India son líderes en cuanto a cantidad de biodigestores, con millones de equipos instalados; otra región desarrollada es Europa con 15.000 sistemas de biogás y en Estados Unidos existen alrededor de 2.000. En Latinoamérica su desarrollo es incipiente aún.

El biogás puede utilizarse para generar energía térmica y eléctrica. La energía térmica puede ser aprovechada de modo similar al del gas natural o gas licuado de petróleo. La conversión de biogás a electricidad se realiza mediante generadores eléctricos diseñados para utilizar biogás como combustible.

En Colombia, hasta el 2014 que sale la ley 1715 Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, los proyectos de generación de biogás no eran viables, esta ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

⁶ Hernández, Francisco. Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero

¿Qué se debe tener en cuenta para estudiar la viabilidad de un sistema de biogás?

La instalación de un sistema de biogás está determinada por aspectos técnicos, económicos y productivos. Se debe considerar la calidad del sustrato, la tecnología disponible, el abastecimiento y los costos de energía actual, la disposición actual del suero, la posibilidad de utilizar co-sustratos y el financiamiento, entre otros.

¿Cuáles son los beneficios de un sistema de biogás con el suero?

- Disminución de la carga orgánica contaminante en el efluente
- Menor consumo de energía en el tratamiento,
- Remoción de olores
- Ahorro de energía y potencial venta de electricidad
- Reducción de agentes patogénicos
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y
- Producción de biofertilizante agrícola

¿Cuáles son las características del suero de queso como sustrato para generar biogás?

- **Adecuado porcentaje de sólidos totales:** El suero tiene consistencia líquida con baja concentración de sólidos suspendidos, por lo que no se requieren sistemas de separación de sólidos. Esto facilita mucho su manipulación y bombeo. El porcentaje de sólidos totales varía en general entre el 3 y 7 %, encontrándose dentro de los límites requeridos para un adecuado proceso de biodigestión.

- **Alto porcentaje de sólidos volátiles:** El porcentaje de sólidos volátiles es importante en la producción de biogás ya que estos sólidos poseen valor calorífico y en definitiva son los que se degradarán formando el biogás. En el caso del suero, los sólidos volátiles representan entre el 80 y 95 % de los sólidos totales.

- **Biodegradabilidad:** El lactosuero tiene componentes con una alta biodegradabilidad, entre ellos la lactosa, que es un azúcar (disacárido) con una excelente biodegradabilidad al igual que las proteínas. Los lípidos, un componente secundario del suero, tienen buena biodegradabilidad pero menor a la de los azúcares y proteínas.

Es importante destacar que aun cuando se realice un aprovechamiento del lactosuero, luego de extraída la proteína el efluente resultante, denominado permeado de suero, sirve como sustrato para la digestión anaeróbica ya que contiene lactosa. En ese sentido, no sólo existen proyectos en funcionamiento utilizando permeados para generar biogás sino que se han realizado investigaciones en proyectos de valorización del suero que han dado resultados positivos para el permeado.

- **Alta tasa de producción de biogás por unidad de sólido volátil:** El lactosuero posee una de las tasas más altas de producción de biogás por kilogramo de sólido volátil entre los residuos orgánicos, variando entre 0,75 y 0,95 m³ de biogás por kg de sólido volátil. Tomando valores ideales de tasa producción de sólidos volátiles y de porcentajes de sólidos totales y volátiles, idealmente se podrían generar unos 40 m³ de biogás por m³ de suero, aunque como se verá más adelante en la práctica se obtienen valores menores.

- **Reducido tiempo de retención hidráulica:** El tiempo de retención hidráulica tiene relevancia porque determina el tamaño del biodigestor, y por ende su costo. El suero de queso tiene un muy bajo tiempo de retención hidráulica, en general entre los 3 y 10 días, pero puede incluso llegar a ser menor.

- **Buen porcentaje de metano en el biogás:** Como se describió anteriormente el biogás está compuesto un porcentaje de metano que varía según el sustrato o combinación de sustratos y el proceso de biodigestión. Se busca que ese porcentaje sea lo más alto posible ya que es el metano el gas con valor energético. El biogás proveniente del lactosuero tiene un porcentaje de metano que varía entre el 60 y 80%.

Antecedentes de producción de biogás en base a suero de queso

- Europa

La Asociación Industrial de Alimentos y Bebidas europea tiene un área específica de biogás que provee información detallada, lo cual permite acceder a datos sobre generación de biogás con lactosuero en esa región. De sus registros se puede saber que en Austria hay dos plantas de biogás que utilizan lactosuero, una de ellas con co-digestión; en Francia hay 11 plantas que funcionan con residuos lácteos y en Polonia hay tres plantas que usan suero en combinación con otros sustratos. Se resalta la actividad de una empresa francesa llamada Valbio que se especializa en sistemas de biogás para fábricas de quesos. En la Tabla 6.2 se presentan en forma resumida las características de algunos de sus proyectos.

Proyecto	Millones de litros de suero/año	m ³ de biogás/año	% DBO ₅ y DQO removidos	Volumen del Biodigestor	Uso de la energía
Industria láctea de la Abadía de Tamié (Francia)	1,5	48.000	90%	40 m ³	Combustible para caldera
Lácteos Gaugri (Francia)	1,5	78.000	97% DBO ₅ 98% DQO	Dos biodigestores de 98 m ³	Combustible para caldera
Berger du Larzac Lácteos (Francia)	1,6	120.000	92% DBO ₅ 91% DQO	Dos biodigestores de 55 m ³	Combustible para caldera
Lácteos Blackburn (Canadá)	0,7	28.000	98% DBO ₅ 99% DQO	30 m ³	Combustible para caldera
Lácteos Bonitrex (Bulgaria)	8,5	330.000	92%	200 m ³	Combustible para caldera

Tabla 6.2
Características de Proyectos de biogás

- Latinoamérica

La empresa Lácteos y Energía de Chile genera biogás con suero de queso utilizando reactores UASB. Al suero se le extraen las proteínas por ultrafiltración para generar un concentrado de proteínas y el permeado con lactosa es enviado a los biodigestores. El biogás se utiliza para generar electricidad y energía térmica.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Argentina, publicó en marzo de 2014 los resultados de un ensayo de generación de biogás a partir de suero de queso ácido, proveniente de la producción de ricota. A escala de laboratorio se determinó un potencial de producción de metano de 9.6 m³ por m³ de suero de queso (INTI 2014).

¿Cuánta energía se puede generar con lactosuero en una empresa?

Suponiendo que una empresa PYME en el norte de Antioquia que procesa 200.000 litros de leche diarios para producir quesos, yogurt, mantequilla y leche para consumo, procesa 50.000 litros en la producción de quesos, lo que representa una producción de 43.500 litros de suero, teniendo en cuenta que el suero es aproximadamente el 90% del volumen de leche.

Para el cálculo de la generación de energía los valores de conversión a tener en cuenta son los siguientes⁷:

2 Kwh/m³ de biogás con 70% de metano

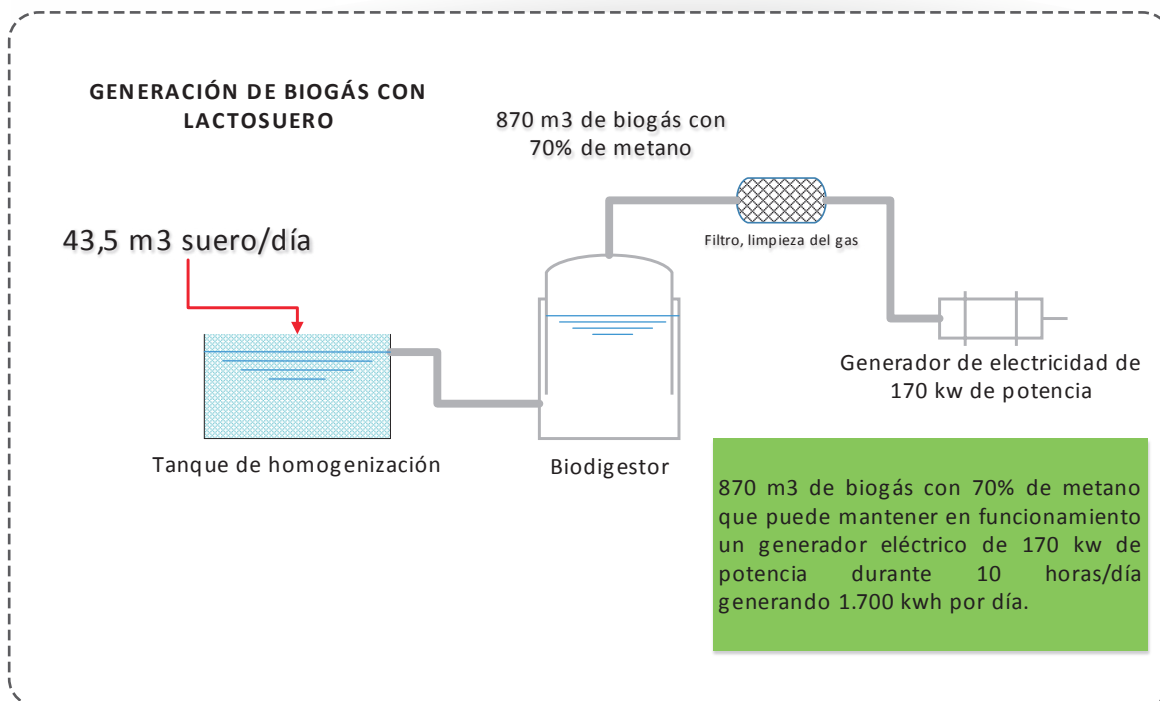


Figura 6.2 Producción de energía a partir de la biodigestión del suero

⁷ Hernández, Francisco. Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero, página 28

Tratamientos del suero y productos que pueden obtenerse

El suero obtenido a 25–38°C contiene lactosa, proteínas y sales, donde los microorganismos pueden crecer con rapidez en pocas horas; por ello, se recomienda recuperar la caseína y la crema que aun contiene el suero. En la Figura 6.3 se muestra una guía de los tratamientos del suero y los productos que se pueden obtener.

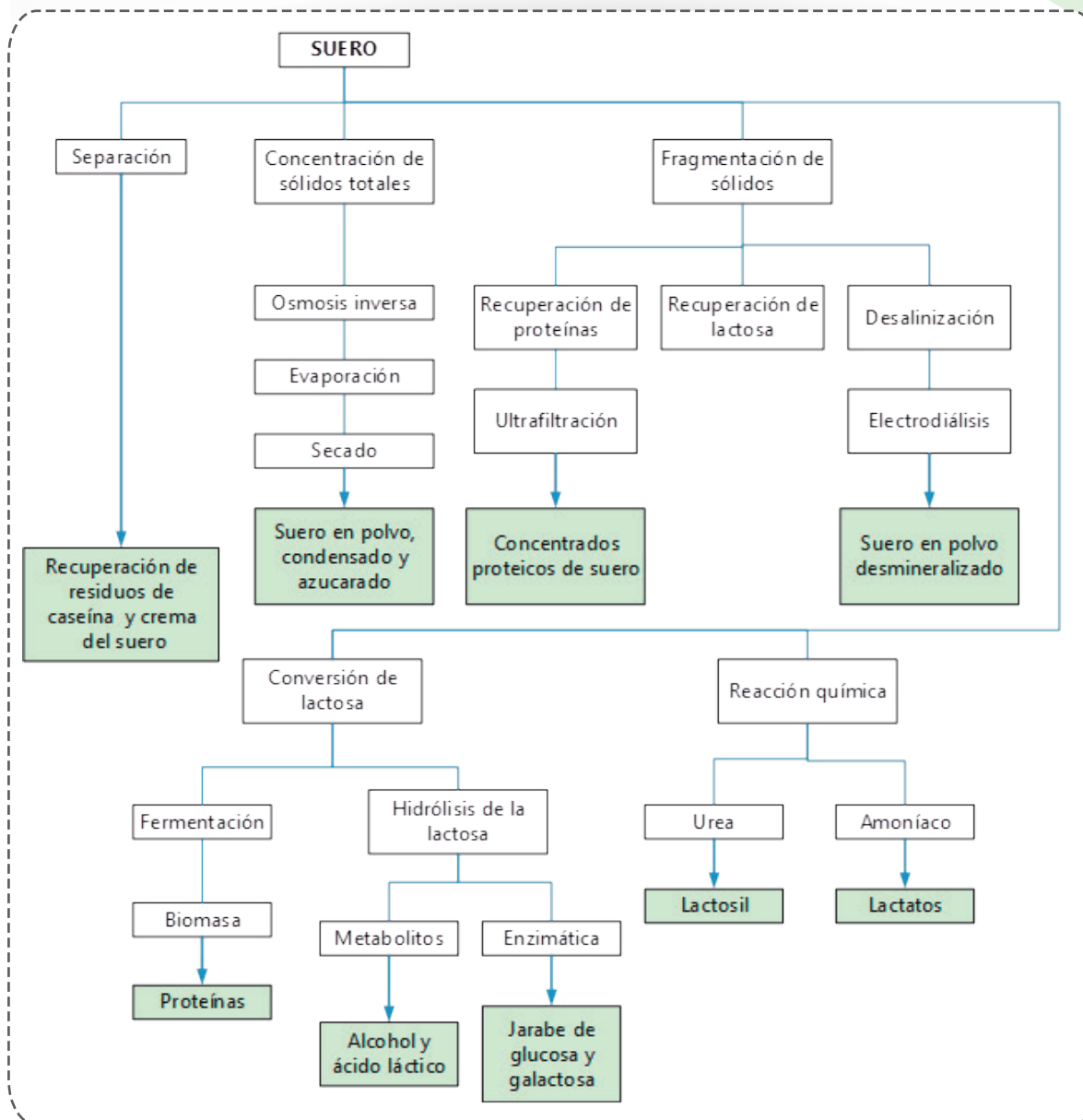


Figura 6.3 Tratamientos del suero y productos que pueden obtenerse

Fuente: Endara Figueroa, Francisco Andrés, Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango, Honduras 2002

7.

Anexos

Anexo 1

- Límites permisibles elaboración de productos lácteos

En la clasificación de las actividades productivas que hace la resolución 631, la actividad alimentos y bebidas subdivide de la siguiente manera:

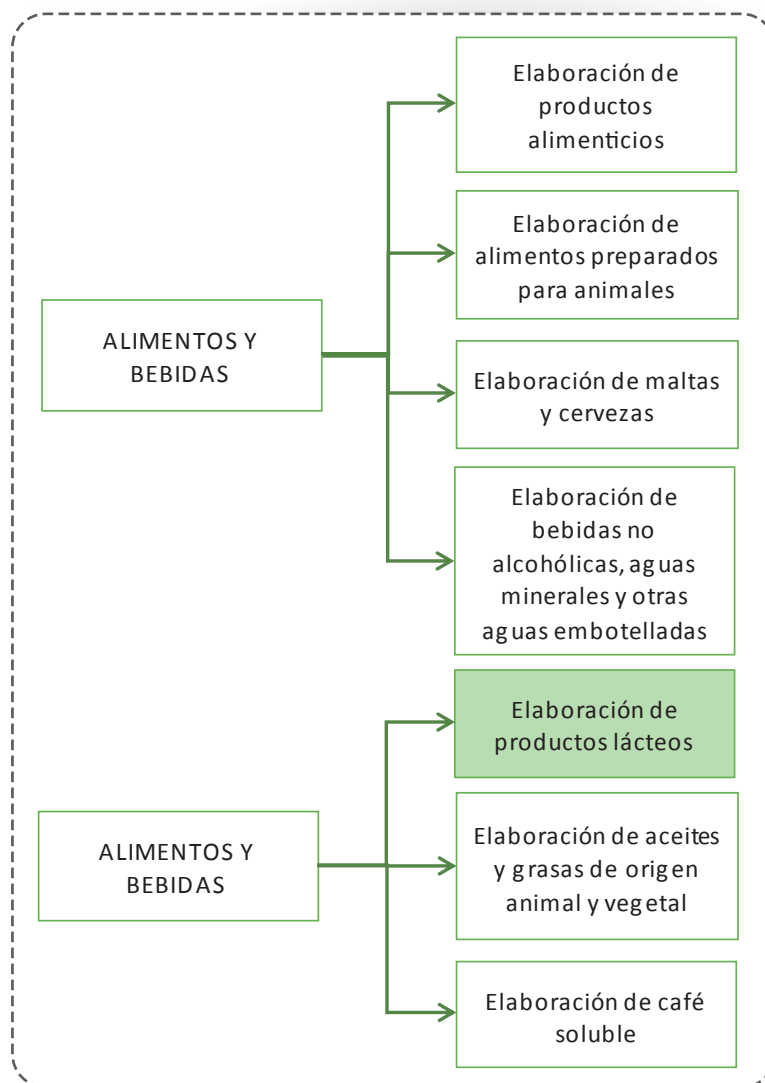


Figura 7.1

Clasificación del sector alimentos y bebidas resolución 631 de 2015

ACTIVIDAD PRODUCTIVA DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

Tabla 7.1 Límites permisibles elaboración de productos lácteos

	Unidades	ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS
GENERALES		
pH	Un. de pH	6 a 9
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O ₂	450
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂	250
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST	150
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l	2
Crema y aceites	mg/l	20
COMPUESTOS DE FÓSFORO		
Fósforo total (P)	mg/l	Análisis y reporte
COMPUESTOS DE NITRÓGENO		
Nitrógeno total	mg/l	Análisis y reporte
IONES		
Cloruros	mg/l	500
Sulfatos	mg/l	500
OTROS PARÁMETROS PARA ANÁLISIS Y REPORTE		
Acidez Total (mg/l CaCO ₃), Alcalinidad Total (mg/l CaCO ₃), Dureza Cálrica (mg/l CaCO ₃), Dureza Total (mg/l CaCO ₃).		
Color real, medidas de absorbancia a las longitudes de onda de 436, 525, 620 nm		

Anexo 2

– Modelo de cálculo tasas retributivas

Decreto 1076 de 2015: CAPÍTULO 7 TASAS RETRIBUTIVAS POR VERTIMIENTOS PUNTUALES AL AGUA. [Decreto 2667 de 2012 – Tasas retributivas]

Por medio de este decreto se reglamenta la tasa retributiva, por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, se resaltan los siguientes artículos que inciden en el monto de la tasa retributiva: En el Artículo 2.2.9.7.2.2. establece las autoridades ambientales y las entidades competentes para el cobro de la tasa, los artículos 2.2.9.7.3.1.2.2.9.7.3.2. establece las metas de cargas contaminantes globales, individuales y grupales respectivamente. En la sección 4 se establece la metodología de cálculo de la tasa retributiva, el Artículo 2.2.9.7.4.1. establece la Tarifa de la tasa retributiva (T_{tr}) a cobrar por la autoridad ambiental como el producto entre la Tarifa mínima (T_m) multiplicada por el factor regional, los artículos 2.2.9.7.4.2, 2.2.9.7.4.3, 2.2.9.7.4.4, definen la tarifa mínima que es fijada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el modelo de cálculo y valor del factor regional respectivamente.

En la sección 5, artículo 2.2.9.7.5.1 establece la metodología del cálculo de la Tasa retributiva y en el artículo 2.2.9.7.5.2 define los elementos, sustancias o parámetros contaminantes objeto del cobro de tasas retributivas.

En el artículo 2.2.9.7.5.3 establece que los recaudos de la tasa retributiva por vertimientos al agua se destinarán a proyectos de inversión en descontaminación hídrica y monitoreo de la calidad del agua.

► Cálculo tasas retributivas

Carga contaminante diaria (Cc):

Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de una sustancia, elemento o parámetro contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas por día, es decir:

$$Cc = Q \times C \times 0,0036 \times t$$

Cc = Carga contaminante en Kg/día,

Q = Caudal (Litros/s)

C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/l)

0.0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)

t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

Tarifa de la tasa retributiva (Ttr):

Para cada uno de los parámetros objeto de cobro, la autoridad ambiental competente establecerá la tarifa de la tasa retributiva (Ttr) que se obtiene multiplicando la tarifa mínima (Tm) por el factor regional (Fr), así:

$$T_{tr} = T_m \times F_r$$

Tarifa mínima de la tasa retributiva (Tm):

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá anualmente mediante resolución, el valor de la tarifa mínima de la tasa retributiva para los parámetros sobre los cuales se cobrará dicha tasa, basado en los costos directos de remoción de los elementos, sustancia o parámetros contaminantes presentes en los vertimientos líquidos, los cuales forman parte de los costos de recuperación del recurso afectado.

Las tarifas mínimas de los parámetros objeto de cobro establecidas en la Resolución número 273 de 1997 actualizada por la Resolución número 372 de 1998, continuarán vigentes hasta tanto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible las adicione, modifique o sustituya.

TARIFA MÍNIMA A TRA 2016	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	131,17 \$/Kg
Sólidos suspendidos totales (SST)	56,09 \$/Kg

► Factor Regional

Es un factor multiplicador que se aplica a la tarifa mínima y representa los costos sociales y ambientales de los efectos causados por los vertimientos puntuales al recurso hídrico.

Este factor se calcula para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros objeto del cobro de la tasa y contempla la relación entre la carga contaminante total vertida en el periodo analizado y la meta global de carga contaminante establecida; dicho factor lo ajustará la autoridad ambiental ante el incumplimiento de la mencionada meta.

Los ajustes al factor regional y por lo tanto a la tarifa de la tasa retributiva, se efectuarán hasta alcanzar las condiciones de calidad del cuerpo de agua para las cuales fue definida la meta.

De acuerdo con lo anterior, el factor regional para cada uno de los parámetros objeto del cobro de la tasa se expresa de la siguiente manera:

$$FR_1 = FR_0 + \left(\frac{Cc}{Cm} \right)$$

Donde:

FR_1 = Factor regional ajustada, para el primer año del quinquenio $FR_1 = 1$

FR_0 = Factor regional del año inmediatamente anterior,

Para el primer año del quinquenio $FR_0 = 0$

Cc = Total de carga contaminante vertida por los sujetos pasivos de la tasa retributiva al cuerpo de agua o tramo del mismo en el año objeto de cobro expresada en Kg/año

Cm = Meta global de carga contaminante para el cuerpo de agua o tramo del mismo expresada en Kg/año.

La autoridad ambiental competente cobrará la tarifa de la tasa retributiva evaluando anualmente a partir de finalizado el primer año, el cumplimiento de la meta global del cuerpo de agua o tramo del mismo, así como las metas individuales y grupales.

El monto a cobrar a cada usuario sujeto al pago de la tasa dependerá de la tarifa mínima, el factor regional de cada parámetro objeto de cobro y la carga contaminante vertida, de conformidad con la siguiente fórmula:

$$MP = \sum_{i=1}^n T_{mi} \times F_{ri} \times C_i$$

Donde:

MP = Total Monto a Pagar.

T_{mi} = Tarifa mínima del parámetro i.

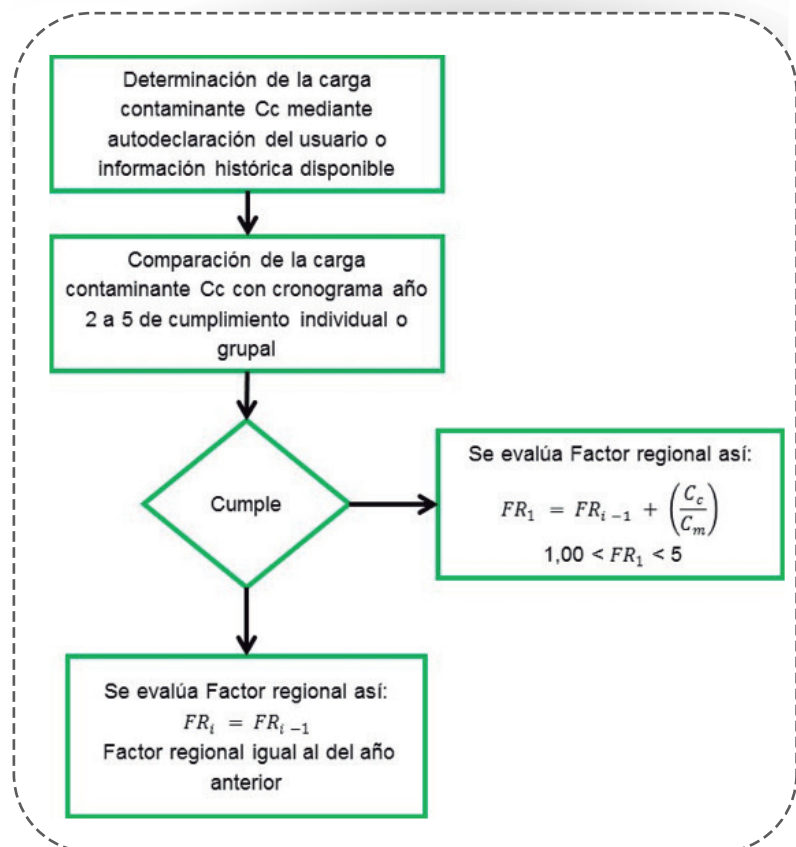
F_{ri} = Factor regional del parámetro i aplicado al usuario.

C_i = Carga contaminante del parámetro i vertido durante el período de cobro.

n = Total de parámetros sujetos de cobro.

CORANTIOQUIA en el acuerdo 441 de 2013 define la meta global, metas individuales y grupales de carga contaminante para los parámetros DBO5 y SST, en los cuerpos de aguas o tramos de los mismos en su jurisdicción, para el periodo 2014-2018".

Para el cálculo del Factor regional para años 2 a 5 del Quinquenio (2014 - 2018) se sigue el siguiente procedimiento:



Anexo 3

– Módulos de consumo y factor de vertimiento

Módulos de consumo de agua y factor de vertimiento⁸

Módulo de consumo:

Es la cantidad de agua que se requiere para el desarrollo de una actividad o la obtención de un producto. Sirve para determinar los caudales o volúmenes de agua que se asignan a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de sus actividades domésticas, agropecuarias, industriales, comerciales o de otro tipo; así mismo, sirve como criterio para determinar potenciales de ahorro y uso eficiente del recurso.

Factor de vertimiento:

Se define como la carga contaminante generada por unidad de producción en el sector industrial o por usuario en el sector de servicios. A partir de este se podrán definir criterios para cumplir con las metas de reducción de contaminantes.

Metodología cálculo de módulos de consumo

Para obtener los módulos de consumo del proceso de minería se deben seguir los siguientes pasos:

Recopilar información

Revisión de la información histórica de consumos de agua y vertimientos de la empresa o en su defecto hacer una minuciosa recopilación de información secundaria que permita preparar diagramas de procesos y balances de agua preliminares. Muchas veces no es posible tener datos precisos, sin embargo, se requiere, en la medida de lo posible, tener una buena aproximación al estado actual del consumo de agua y del vertimiento generado.

Diagrama del proceso

Se hace un diagrama del proceso identificando cada una de las etapas donde se consume el mayor volumen de agua y se generan los vertimientos más significativos. Se deben presentar las fuentes de agua utilizada (pozo, quebrada, planta de tratamiento propia, acueducto, etc.).

⁸ Metodología cálculo de módulos de consumo y factor de vertimientos Área Metropolitana del Valle de Aburrá – diciembre de 2010

Variables que inciden en el consumo de agua y el vertimiento

Existen muchas variables propias de cada proceso, que inciden directamente en el volumen de agua consumida o en la carga contaminante generada. Se deben identificar aquellas que requieren registrarse o medirse de tal manera que se logre cuantificar su importancia en el uso eficiente del agua. Adicionalmente, existen variables que no son susceptibles de control y sin embargo influyen en el proceso. Lo anterior implica que las mediciones de módulos de consumo tendrán un mayor grado de incertidumbre.

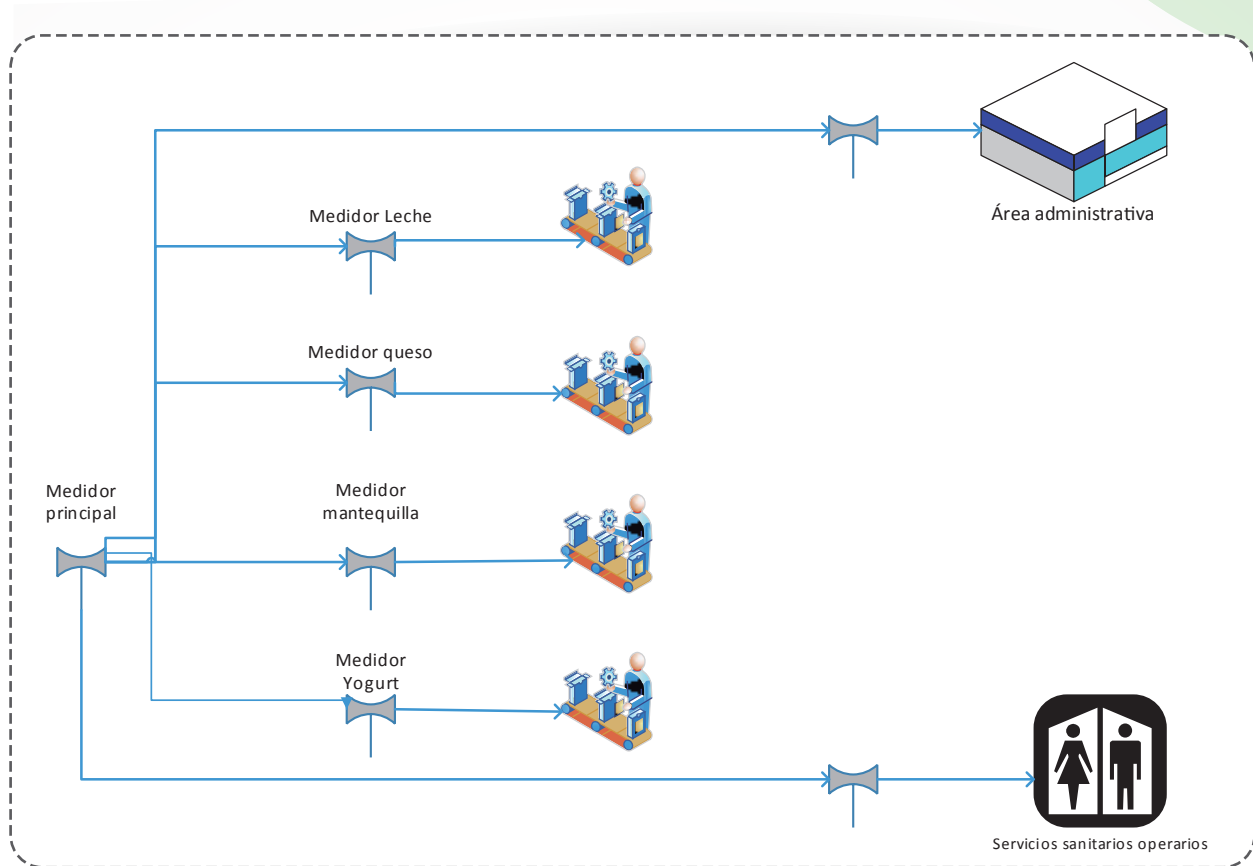


Figura 7.2

Diagrama de instalación de medidores de caudal en planta de elaboración de lácteos

► Medición de consumos de agua

La medición es la herramienta básica del control, la cual sirve de guía para alcanzar eficazmente los objetivos planteados con el mejor uso de los recursos disponibles. Una buena medición permitirá obtener mejores resultados en el proceso de medición y reducirá el tiempo requerido para conocer los módulos de consumo.

Etapas del proceso a medir ◀

Para seleccionar la etapa a la cual se le medirá el módulo de consumo o factor de vertimiento, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

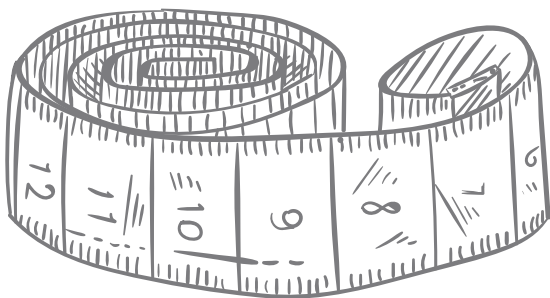
- El diagrama de proceso presenta porcentajes elevados de agua.
- No se tiene información de su consumo y por lo tanto se requiere medición.
- Es un proceso muy común en la producción o prestación del servicio
- Datos de información secundaria reportan altos consumos o carga contaminante.

▶ Cálculo del módulo de consumo

Para obtener los módulos de consumo en la elaboración de productos lácteos se deben medir independientemente los consumos de agua en las siguientes áreas (cada planta define los productos que elabora):

- Producción de leche líquida
- Producción de quesos
- Producción de Yogurt
- Producción de mantequilla

Igualmente se deben registrar los litros de leche que fueron procesados para la elaboración de cada uno de los productos, para el seguimiento del consumo de agua y el cálculo de los módulos de consumo se propone llevar el registro que se muestra en la Tabla 7.2.



REGISTRO DATOS DE CONSUMO DE AGUA EN PLANTA DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS				
Empresa:				
Responsable del proceso				
Registro consumo producción de leche líquida				
Fecha	Lectura inicial medidor	Lectura Final Medidor	Volumen consumido (m ³)	Leche procesada (Litros)
	a	b	(a - b)	d
Total			A	B
Módulo de consumo m ³ agua/litro de leche			C	
Registro consumo producción de queso				
Fecha	Lectura inicial medidor	Lectura Final Medidor	Volumen consumido (m ³)	Leche procesada (Litros)
	a	b	(a - b)	d
Total			A	B
Módulo de consumo m ³ agua/litro de leche			C	
Registro consumo producción de mantequilla				
Fecha	Lectura inicial medidor	Lectura Final Medidor	Volumen consumido (m ³)	Leche procesada (Litros)
	a	b	(a - b)	d
Total			A	B
Módulo de consumo m ³ agua/litro de leche			C	
Registro consumo producción de yogurt				
Fecha	Lectura inicial medidor	Lectura Final Medidor	Volumen consumido (m ³)	Leche procesada (Litros)
	a	b	(a - b)	d
Total			A	B
Módulo de consumo m ³ agua/litro de leche			C	

Tabla 8.2 Formato registro consumos de agua planta elaboración productos lácteos

Las empresas cuya fuente de agua es una concesión de quebrada o agua subterránea deben pagar la tasa por uso, a continuación, se explica la metodología de cálculo.

► Metodología de cálculo de la Tasa por uso

El decreto 155 de 2004 reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones, CORANTIOQUIA como autoridad ambiental es la entidad competente para recaudar la tasa por utilización del agua.

Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión de aguas están obligadas al pago de la tasa por utilización del agua. Esta tasa se cobra por el volumen de agua efectivamente captada, dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión de aguas. Si el usuario de la concesión tiene implementado un sistema de medición podrá presentar a CORANTIOQUIA en los términos y periodicidad que esta determine conveniente, reportes sobre los volúmenes de agua captada, en caso de no contar con sistema de medición CORANTIOQUIA liquidará el cobro de la tasa con base en lo establecido en la concesión de aguas.

La tarifa de la Tasa la establece la autoridad ambiental para cada cuenca hidrográfica, acuífero o unidad hidrológica de análisis y está compuesta por el producto de dos componentes: la tarifa mínima (TM) y el factor regional (FR):

$$TU = T M \times FR$$

La tarifa mínima la define anualmente el Ministerio del Medio Ambiente y desarrollo sostenible, en la resolución 240 del 8 de marzo del 2004 el valor de la tarifa mínima quedó en cero punto cinco pesos por metro cúbico (0.5 \$/m³).

En el artículo 3 de la resolución No. 040140319222, CORANTIOQUIA fija la tarifa de la Tasa para el año 2014 en cero punto setenta y seis (0,76 \$/m³). El artículo 12 del decreto 155 establece el valor a pagar por el usuario como el producto de la tasa por uso (TU) en \$/m³ por el volumen captado corregido por el factor de costo de oportunidad, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VP = T U \times (V \times Fop)$$

VP: es el valor a pagar por el usuario sujeto pasivo de la tasa, en el período de cobro que determine por la autoridad ambiental, expresado en pesos.

TU: es la tarifa de la tasa por utilización del agua, expresada en pesos por metro cúbico (\$/m³)

V: es el volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen de agua captada por el usuario sujeto pasivo de la tasa que presenta reporte de mediciones para el período de cobro determinado por la autoridad ambiental, expresado en metros cúbicos (m³).

Fop: Factor de costo de oportunidad, adimensional.

El factor de costo de oportunidad toma en cuenta si el usuario del agua se encuentra haciendo un uso consuntivo o no consuntivo, generando costos de oportunidad para los demás usuarios aguas abajo. El valor del factor de costo de oportunidad se calculará de conformidad con la siguiente fórmula:

$$Fop = \frac{V_c - V_v}{V_c}$$

V_c: Volumen captado

V_v: Volumen vertido

Fop: para los demás casos es igual a 1.

$$0,1 \leq Fop \leq 1$$

En los casos que el usuario no presente los reportes sobre los volúmenes de agua captada, el cobro se realizará por el caudal concesionado y la autoridad ambiental para efectos de aplicar la fórmula contenida en el presente artículo en lo referente al volumen de agua, se aplica la siguiente expresión:

$$V = Q \times 86,4 \times T$$

V: Volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen concesionado en el período de cobro y expresado en metros cúbicos.

T: Número de días del período de cobro.

Q: Caudal concesionado expresado en litros por segundo (lts/seg)

86,4: Factor de conversión de litros/seg a m³/día.

► Metodología cálculo de factores de vertimiento

Para determinar el factor de vertimiento se requiere conocer la concentración de la sustancia contaminante a evaluar y el volumen vertido en el proceso. Los parámetros mínimos para analizar son Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO5– y Sólidos Suspendidos Totales –SST– (Parámetros objeto de cobro de tasa retributiva a la fecha).

Técnicas de muestreo

Para el cálculo del factor de vertimiento se debe hacer la caracterización del vertimiento; las técnicas para la toma de las muestras son tres: simple o puntual, compuesto e integrado.

Técnica de muestreo	Definición	Aplicación específica en determinación del factor de vertimiento
Simple o puntual	Son las que se toman en un tiempo y lugar determinado para su análisis individual.	Esta técnica de muestreo se aplica cuando todas las aguas de proceso son recogidas en un tanque. También cuando se realiza un proceso por bache en donde toda el agua vertida esta homogenizada o cuando las concentraciones de los contaminantes no varían significativamente.
Compuesto	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en el mismo punto y en diferentes tiempos.	Es la técnica más aplicada para los vertimientos industriales o generados en la prestación de servicios. Se utiliza para procesos en continuo donde hay variaciones de caudal. También para procesos por lotes que tienen descargas de larga duración. La frecuencia de toma de muestras dependerá de la duración del vertimiento. Se recomienda que para vertimientos de menores a 1 hora se tome una muestra simple cada 5 minutos. Si la descarga es de mayor duración, se pueden tomar muestras cada 20 o 30 minutos.
Integrada	Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en puntos diferentes y simultáneamente.	Esta técnica se aplica cuando se conocen los volúmenes vertidos de cada subproceso de tal manera que se pueda integrar con alícuotas proporcionales al volumen. La recolección de la muestra se hace en el momento del vertimiento de la etapa o subproceso. También se utiliza en vertimientos que requieran medición con el molinete para integrar proporcional a las velocidades en las subsecciones de la corriente.

En las plantas de sacrificio se debe usar la técnica de muestreo compuesto, para el cálculo del volumen de cada alícuota se usa la siguiente ecuación:

$$V_i = \left(\frac{Q_i - V}{Q_p - n} \right)$$

V_i = Volumen de cada alícuota

V = Volumen total Litros de muestra requerida para el análisis

$Q_{[p]}$ = Caudal promedio

$Q_{[i]}$ = Caudal instantáneo

n = Número de muestras

Ejemplo:

Durante un muestreo de un día de producción, en el vertimiento final se tomaron los siguientes datos:

MUESTRA	HORA	Q_i (L/s)
1	8:00	0.20
2	8:30	0.30
3	9:00	0.25
4	9:30	0.10
5	10:00	0.15
6	10:30	0.20
7	11:00	0.12
8	11:30	0.30
9	12:00	0.23

Caudal promedio = 0,25 L/s

El V_i de cada alícuota para

recoger un volumen total de 10 litros es:

$$V_i = \left(\frac{V}{n} - V \times Q_p \right) \times Q_i$$

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen (litros)	1.08	1.62	1.35	0.54	0.81	1.08	0.65	1.62	1.24

Toma de muestras ◀

El objetivo de un muestreo de agua es obtener una parte representativa del proceso a evaluar, y al cual se le analizarán los diferentes parámetros de acuerdo al interés. Para lograr este objetivo es necesario que la muestra sea relevante, que conserve las concentraciones de todos sus componentes y que no se presenten cambios significativos en su composición antes del análisis. La selección del punto de muestreo, es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra. Se deben tomar las precauciones necesarias para evitar otras fuentes de contaminación que la afecten.

Los muestreos deben hacerlos laboratorios certificados por el IDEAM en toma de muestra y análisis de los parámetros fisicoquímicos a analizar seleccionados con base en los límites permisibles de la resolución 631 del 2015.

Tabla 7.3 Formato registro vertimientos planta de elaboración de productos lácteos

REGISTRO DATOS DEL VERTIMIENTO				
Empresa			Fecha de muestreo	
Responsable del registro				
REGISTRO DE PRODUCCIÓN				
Litros totales de leche procesados en el turno (En todos los productos (Litros))				b
RESULTADOS DE LA TOMA DE MUESTRAS				
Caudal del vertimiento	c	Litros/s		
Tiempo de toma de muestras		Horas		
Temperatura		pH		
RESULTADOS ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Parámetros	Unidades	Resultado	Cc Kg/día	Fv (Cc/Litro de leche)
pH	Un. de pH			
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/l O ₂		d	d/b
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l O ₂		d	d/b
Sólidos suspendidos totales	mg/l SST		d	d/b
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/l			
Grasas y aceites	mg/l			

8.

Bibliografía

I. Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Comercio exterior, Desarrollo económico y salud. ACUERDO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA LÁCTEA COLOMBIANA. Julio de 1999

II. Consejo Nacional Lácteo, ACUERDO DE COMPETITIVIDAD DE LA CADENA LÁCTEA DE ANTIOQUIA, Medellín 2001.

III. Gobernación de Antioquia, Secretaría de agricultura y desarrollo rural. ANUARIO ESTADÍSTICO DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA 2013

IV. AKTIVA, Servicios Financieros. ESTUDIOS SECTORIALES. EL SECTOR PRODUCTOR DE LECHE Y PRODUCTOS. 2013

V. LÁCTEOS EN COLOMBIA

VI. CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA NICARAGUA. BPO DE PML PARA LA INDUSTRIA LÁCTEA – MATERIA PRIMA

VII. CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA – NICARAGUA. Guía de Aplicación de Producción más Limpia en el Sector Lácteo. 2008

VIII. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL) Plan de Acción para el Mediterráneo. Prevención de la contaminación en la Industria láctea. 2002

IX. CENTRO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA – NICARAGUA. Manual de buenas prácticas operativas de producción más limpia para la industria láctea.

X. Hernández, Francisco M. Tratamiento y generación de energía renovable a partir de lactosuero. 2015

XI. Endara Figueroa, Francisco Andrés. Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. Honduras Diciembre del 2002

XII. Caballero Pablo et al, Diseño y escalado de un proceso biotecnológico de valorización de suero lácteo mediante la producción de ácido láctico. Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Sevilla – C/Profesor García González. Abril 2014

XIII. Pérez Quintáns, Alfonso. Tendencias actuales en la valorización del suero de quesería. Trabajo presentado en el XII Congreso de la Federación Panamericana de Lechería. FEPALE. Asunción, Paraguay