

# Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector lácteo

Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector lácteo



# Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector lácteo



**2005**

## **EQUIPO DE TRABAJO Y REDACCIÓN**

### **Directora del equipo:**

- Carmen Canales Canales. Ministerio de Medio Ambiente

### **Coordinador técnico:**

- Andrés Pascual Vidal. AINIA

### **Colaboradores:**

- Albert Avellaneda Bargués. Generalidad de Cataluña
- Pere Vilaseca Ribalta. Generalidad de Cataluña
- Almudena López Matallana. FENIL
- Carolina Padula. Asociación Española de fabricantes de helados
- Mª Paz Santamaría Hergueta. Ministerio de Agricultura
- Paloma Sánchez. FIAB
- Roberto Ortuño. AINIA
- Fernando Collado García. AINIA
- Angel Nuñez Nuñez. AINIA
- Begoña Nava de Olano. TRAGSA

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Medio Ambiente

I.S.B.N. MMA: 84-8320-321-9

NIPO MMA: 310-05-072-0

Depósito legal: M-48945-2005

Imprime: Solana e Hijos A. G., S. A.

I.S.B.N. MAPA: 84-491-0683-4

NIPO MAPA: 251-05-074-3

Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro

## PRESENTACIÓN

El Sexto Programa Comunitario de Acción en Materia de Medio Ambiente, adoptado en julio de 2002, confirma que la aplicación y el cumplimiento más efectivos de la legislación comunitaria en materia de medio ambiente constituyen una prioridad.

Sigue, por tanto, surgiendo la necesidad de dotarnos de herramientas que, partiendo del respeto al medio ambiente, concluyan el proceso de integración entre éste y el crecimiento económico, es decir, de crear instrumentos que pongan en práctica el Desarrollo Sostenible. En nuestro caso, los principales instrumentos integradores dirigidos a los sectores industriales y a las Autoridades Competentes, cuyos ejes más importantes son fundamentalmente la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI) y el concepto de Mejor Técnica Disponible, son la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y los documentos de Mejores Técnicas Disponibles, tanto europeos –documentos BREF- como las Guías de Mejores Técnicas Disponibles en España de diversos sectores industriales.

El sistema de permisos tiene como meta garantizar que los titulares de las instalaciones adopten medidas para la prevención de la contaminación, en especial mediante la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles, así como procurar que no se produzca ninguna contaminación importante, que los residuos inevitables se recuperen o se eliminen de manera segura, que se utilice la energía de manera eficiente, que se tomen medidas para prevenir los accidentes y, en caso de que se produzcan, limitar sus consecuencias y que el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio tras el cese de las actividades.

Teniendo en cuenta este enfoque integrador y para ayudar a las autoridades competentes en la tarea de conceder la AAI y especificar los límites de emisión de las distintas sustancias a los diferentes medios, límites que deben estar basados necesariamente en las Mejores Técnicas Disponibles, el Ministerio de Medio Ambiente, siguiendo con la serie que inició en el 2003, publica esta **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Lácteo**.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consciente de la necesidad de fomentar procesos industriales cada vez más respetuosos con el medio ambiente, colabora en este proyecto mediante la financiación de estas Guías, con cargo al Convenio Específico de Colaboración para el año 2005 firmado con la Federación de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB).

Es importante señalar la estrecha colaboración que todo el sector ha tenido en la elaboración de esta Guía y el interés mostrado en la innovación tecnológica y mejora de procesos. El objetivo del sector es incluir metodologías de mejora ambiental continua en su estrategia empresarial como criterios de competitividad.

Por último, es necesario destacar que los documentos de Mejores Técnicas Disponibles en España están facilitando el paso hacia una nueva forma de compromiso de mejora del medio ambiente y desear que, de las ideas expuestas en la Guía y del diálogo entre los implicados, surjan nuevas iniciativas que puedan redundar en beneficio y mejora del medio ambiente.

*JAIME ALEJANDRE MARTÍNEZ  
Director General de Calidad  
y Evaluación Ambiental  
Ministerio de Medio Ambiente*

*MARÍA ECHEVARRIA VIÑUELA  
Directora General de Industria  
Agroalimentaria y Alimentación  
Ministerio de Agricultura, Pesca y  
Alimentación*



## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INFORMACIÓN GENERAL DEL SECTOR LÁCTEO EN ESPAÑA .....</b>	<b>15</b>
1.1 PRODUCCIÓN DE LECHE.....	15
1.2 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS .....	16
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INDUSTRIAS LÁCTEAS .....	17
1.4 COMERCIO EXTERIOR EN EL SECTOR .....	18
1.5 LA INDUSTRIA LÁCTEA ESPAÑOLA Y EL MEDIO AMBIENTE.....	19
<b>2 PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS .....</b>	<b>21</b>
2.1 LECHE DE CONSUMO Y LECHE AROMATIZADAS.....	21
2.1.1. Recepción y almacenamiento .....	23
2.1.2. Termización .....	23
2.1.3. Desnatado .....	24
2.1.4. Estandarización.....	24
2.1.5. Homogeneización .....	24
2.1.6. Tratamiento térmico.....	25
2.2 LECHE EN POLVO .....	30
2.2.1. Concentración .....	31
2.2.2. Deshidratación .....	32
2.2.3. Tamizado y recuperación de finos .....	32
2.2.4. Envasado.....	32
2.3 LECHE CONCENTRADAS .....	33
2.3.1. Concentración .....	34
2.3.2. Tanque de espera .....	34
2.3.3. Inoculación .....	35
2.4 YOGURES Y LECHE FERMENTADAS .....	35
2.4.1. Incubación.....	37
2.4.2. Refrigeración .....	37
2.4.3. Envasado.....	38
2.5 YOGUR PASTERIZADO DESPUÉS DE LA FERMENTACIÓN .....	38
2.5.1. Incubación.....	38
2.5.2. Pasterización .....	39
2.5.3. Envasado aséptico.....	39
2.6 QUESO FRESCO Y MADURADO .....	40
2.6.1. Coagulación.....	41
2.6.2. Corte y desuerado .....	43

---

## Índice

2.6.3. Moldeo y prensado.....	44
2.6.4. Salado .....	45
2.7 QUESO FUNDIDO .....	47
2.7.1. Mezclado/estandarización.....	48
2.7.2. Tratamiento térmico.....	48
2.7.3. Fusión .....	48
2.7.4. Envasado.....	49
2.7.5. Enfriamiento .....	49
2.7.6. Almacenamiento .....	49
2.8 NATA.....	49
2.8.1. Tratamiento térmico.....	50
2.8.2. Envasado y envasado aséptico .....	51
2.8.3. Almacenamiento .....	51
2.9 MANTEQUILLA.....	51
2.9.1. Pasteurización de la nata.....	52
2.9.2. Refrigeración.....	52
2.9.3. Batido-amasado .....	53
2.9.4. Envasado.....	54
2.9.5. Almacenamiento refrigerado .....	54
2.9.6. Almacenamiento congelado.....	54
2.10 POSTRES LÁCTEOS.....	54
2.10.1. Tratamiento térmico.....	55
2.10.2. Homogeneización .....	55
2.10.3. Refrigeración .....	55
2.10.4. Aireado/montado .....	56
2.10.5. Envasado y otros tratamientos .....	56
2.10.6. Almacenamiento refrigerado .....	56
2.11 HELADOS .....	56
2.11.1. Almacenamiento a temperatura controlada .....	58
2.11.2. Mezclado.....	58
2.11.3. Pasterización .....	58
2.11.4. Homogeneización .....	59
2.11.5. Refrigeración .....	59
2.11.6. Maduración .....	59
2.11.7. Congelación previa y batido .....	60
2.11.8. Envasado y congelado .....	61
2.11.9. Almacenamiento congelado.....	61
2.12 OPERACIONES AUXILIARES .....	62
2.12.1. Limpieza de equipos e instalaciones.....	62
2.12.2. Generación de Calor .....	65
2.12.3. Generación de frío .....	65
2.12.4. Generación de energía eléctrica.....	66
2.12.5. Generación de aire comprimido.....	66

---

2.12.6. Tratamiento de aguas .....	66
2.12.7. Mantenimiento de equipos e instalaciones .....	68
2.12.8. Almacenamiento de productos auxiliares (productos químicos, combustibles, agua oxigenada).....	68
2.12.9. Recogida, acondicionamiento y almacenamiento de residuos (industriales, laboratorio, etc.).....	68
2.12.10. Tratamiento de aguas residuales .....	69
<b>3 NIVELES ACTUALES DE CONSUMO Y EMISIÓN .....</b>	<b>73</b>
3.1 ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS INDUSTRIAS LÁCTEAS .....	74
3.2 NIVELES DE CONSUMO.....	76
3.2.1. Consumo de materiales.....	76
3.2.2. Consumo de agua.....	78
3.2.3. Consumo de energía.....	78
3.3 NIVELES DE EMISIÓN .....	80
3.3.1. Agua residual .....	80
3.3.2. Residuos.....	84
3.3.3. Emisiones a la atmósfera .....	85
3.3.4. Ruido.....	85
<b>4 MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES.....</b>	<b>87</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	87
4.2 CONSIDERACIONES GENERALES A LA APLICACIÓN DE LAS MTD'S EN UNA INDUSTRIA LACTEA.....	88
4.2.1. Seguridad alimentaria .....	88
4.2.2. Especificaciones de producto.....	88
4.2.3. Viabilidad económica .....	89
4.2.4. Condicionantes locales y de instalación .....	89
4.3 MTD'S DE LA INDUSTRIA LÁCTEA .....	89
4.3.1. MTDs específicas .....	89
4.3.2. MTDs genéricas.....	145
<b>5 MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES.....</b>	<b>149</b>
5.1 CONSUMO DE RECURSOS .....	150
5.2 AGUAS RESIDUALES.....	150
5.2.1. Caudal/volumen .....	151
5.2.2. Toma de muestras .....	152
5.2.3. Parámetros de control .....	154
5.2.4. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER) .....	156
5.2.5. Valores límite actuales en la legislación española y europea .....	157
5.3 EMISIONES ATMOSFÉRICAS .....	159
5.3.1. Análisis de gases de combustión .....	159
5.3.2. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER) .....	161
5.3.3. Valores límite actuales en la legislación española y europea .....	162

---

---

## Índice

5.4 SUBPRODUCTOS/RESIDUOS.....	163
5.4.1. Subproductos orgánicos.....	163
5.4.2. Peligrosos.....	164
5.4.3. Otros residuos .....	165
<b>6 TÉCNICAS EMERGENTES Y EN DESUSO .....</b>	<b>167</b>
6.1 TÉCNICAS EMERGENTES.....	167
6.1.1. Reducción del consumo de energía mediante el tratamiento de aire en el almacenamiento de queso .....	167
6.1.2. Uso de soluciones de limpieza CIP de una sola fase .....	167
6.1.3. Utilización de agua ozonizada en la etapa de desinfección de los sistemas CIP ....	168
6.2 TÉCNICAS EN DESUSO .....	168
6.2.1. Centrífugas para clarificación inicial de la leche de limpieza manual:.....	168
6.2.2. Limpieza manual de equipos .....	169
<b>ANEJOS.....</b>	<b>171</b>
DEFINICIONES DE PRODUCTO .....	171
MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS EPER QUE AFECTAN A LAS AGUAS .....	173
MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER ATMOSFÉRICOS .....	178
GLOSARIO .....	180
Abreviaturas.....	180
Elementos y compuestos químicos .....	181
Unidades de medida y símbolos .....	181

## PRÓLOGO

Este documento es el resultado de llevar a la práctica uno de los compromisos indicados en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación, que es el de la publicación de Guías de mejores técnicas disponibles en España para cada uno de los sectores industriales.

Su elaboración parte del convenio entre la Federación de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), que ha aportado la financiación, para la creación de un Grupo de Trabajo entre la Administración, la FIAB y representantes de los sectores industriales agroalimentarios, en este caso la Federación Española de Industria láctea (FENIL) y la Asociación Española de Fabricantes de helados (AEFH).

Por medio de estas asociaciones se creó un Comité Técnico Sectorial para la elaboración de la Guía, compuesto por expertos del sector y seleccionados por la propia asociación industrial, y se designó como redactor técnico de la misma al Centro Tecnológico AINIA.

En el desarrollo de la Guía han colaborado en tareas de revisión y mejora de contenidos, tanto los representantes de las Asociaciones y del Comité Técnico Sectorial, como los expertos de las Administraciones públicas estatales y autonómicas. Todo esto, coordinado y apoyado por la FIAB y el Ministerio de Medio Ambiente.

Fruto de este esfuerzo es esta **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Lácteo**.

Por último, queremos resaltar que este documento es el primer paso de una nueva forma de mejora del medio ambiente, enmarcado dentro de la Estrategia General del Desarrollo Sostenible, ya que la necesaria actualización de los contenidos de la Guía en función de los avances técnicos y tecnológicos, garantiza el trabajo en común entre la Administración y la propia industria para la revisión continua del documento, dando así respuesta adecuada a los nuevos retos medioambientales.

### Marco administrativo

La *Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación*, conocida popularmente como Ley IPPC por sus siglas en inglés (integrated pollution prevention and control), incorpora al ordenamiento interno español la *Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre*, del mismo título.

La citada ley, de carácter básico, nace con una vocación preventiva y de protección del medio ambiente en su conjunto, con la finalidad de evitar, o al menos reducir la contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo. La aprobación de estos textos legislativos ha supuesto un cambio importante en la concepción de los condicionados ambientales aplicables a las actividades industriales agroalimentarias. Las condiciones ambientales que se exigen para la explotación de las instalaciones recogidas en el anexo 1 de la Ley IPPC, quedarán plasmadas en el nuevo permiso único, denominado Autorización Ambiental Integrada (AAI).

El Ministerio de Medio Ambiente (MMA), cumpliendo con el compromiso reflejado en el artículo 8.1 de la Ley IPPC, ha promovido la elaboración de guías nacionales sobre mejores técnicas disponibles (MTDs) por sectores.

Como consecuencia de este compromiso se ha elaborado el presente documento, “Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector lácteo”.

## Objetivos

En el caso concreto del sector agroalimentario, que es un sector que procesa materias primas muy variadas para producir multitud de productos distintos, y debido a la diversidad de procesos que en él se dan, se ha decidido abordar estas guías desde el punto de vista subsectorial, de manera que cada uno de los subsectores con empresas afectadas por la Ley IPPC pueda contar con una guía específica. Este es el caso del sector lácteo, que en el ámbito de esta guía incluye las actividades de elaboración de los distintos tipos de leche, quesos, yogures, postres lácteos, nata, mantequilla y helados.

Respecto a los potenciales usuarios de las distintas guías sectoriales de MTDs (ya editadas o por editar) en el ámbito global de la industria agroalimentaria y de las explotaciones porcinas y avícolas españolas, cabe destacar que sus actividades suman buena parte del total de las 4.983<sup>1</sup> instalaciones afectadas por la Ley IPPC en España. En concreto son 2.569<sup>2</sup> las instalaciones que corresponden a estas actividades, el 51,5% del total.

Estas actividades están recogidas bajo el epígrafe 9 del anexo 1 de la Ley IPPC, y sus respectivas categorías. Las actividades incluidas en el alcance de esta guía están referidas en el epígrafe 9.1 c): “Tratamiento y transformación de la leche, con una cantidad de leche recibida superior a 200 t/d (valor medio anual)”.

Los objetivos que se persiguen con esta guía son básicamente:

- servir de referencia a las administraciones competentes a la hora de conceder las AAI a las empresas del sector. Teniendo esto en cuenta, se ha pretendido que la guía constituya una herramienta sencilla y práctica en su uso, recogiendo la información necesaria y disponible en el momento de su redacción, expuesta y descrita con la claridad, extensión y precisión conveniente, para facilitar así la comprensión y el trabajo de las Comunidades Autónomas (CCAA), ya que corresponde a los órganos ambientales competentes de las CCAA la coordinación de los trámites de concesión de las AAI.
- disponer de un documento cuyos contenidos se adapten a la realidad de la industria española y profundizar en la especificidad de las diferentes actividades de la industria láctea, tomando como base los documentos de referencia europeos sobre MTDs.
- servir como herramienta de soporte para que las empresas puedan orientar sus futuras inversiones de forma compatible con los objetivos marcados en la Ley IPPC.

---

<sup>1</sup> Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, noviembre 2004

<sup>2</sup> Fuente: EPER-España, mayo 2004

## Destinatarios

Conforme a lo expuesto en el punto anterior, los principales destinatarios de la guía son las empresas del sector lácteo que estén obligadas a solicitar la AAI y las administraciones públicas autonómicas que deben otorgar este permiso. Sin embargo, también puede ser un documento útil para las administraciones públicas de ámbito local y estatal, las cuales participan así mismo en el proceso de tramitación de las AAI mediante la emisión de informes vinculantes y no vinculantes de distinta índole.

Esta guía, puede constituir también una herramienta de consulta importante para apoyar el trabajo cotidiano que se desarrolla en empresas de ingeniería, consultoría, centros tecnológicos o para estudiantes. Por último, no hay que olvidar a aquellas instalaciones del sector lácteo que aún no estando afectadas por la Ley IPPC, tienen a su alcance un documento específico de su actividad, del que pueden ayudarse a la hora de tomar decisiones de alcance técnico y ambiental en sus instalaciones.

## Autorización ambiental integrada (AAI) y mejores técnicas disponibles (MTDs)

Todas las industrias afectadas por la *Ley 16/2002* deberán sustituir, antes del 31 de octubre de 2007, sus actuales autorizaciones y permisos en materia de vertidos, emisiones a la atmósfera o residuos, por el permiso único (AAI), definido en el artículo 3 de Ley IPPC.

La tramitación y evaluación de los expedientes se basará en la actividad específica de la instalación, su antigüedad y características técnicas, y especialmente en el entorno natural y geográfico en el que se ubica y los factores locales con los que interactúa. El alcance del permiso engloba todo tipo de aspectos ambientales: consumo de recursos naturales, aguas residuales, residuos, contaminación del suelo y aire, etc.

Esto supone una gran diferencia con los permisos anteriores a la Ley IPPC ya que éstos eran otorgados sin ponderar el tipo de actividad industrial desarrollada y exclusivamente asociados a alguno de los aspectos mencionados anteriormente.

La Ley IPPC persigue incentivar y discriminar positivamente soluciones o técnicas que en su diseño ahorren realmente contaminación, en otras palabras, se pone el acento en la prevención. Bajo este marco normativo entramos por tanto en la era de las tecnologías limpias frente a las ya muy extendidas tecnologías de corrección o control de la contaminación al final de línea.

En muchos casos es inevitable e imprescindible controlar la contaminación generada ya que la prevención por si sola no es suficiente para evitar que ésta se produzca a unos niveles admisibles. Así pues, se trata de encontrar un equilibrio o integración lógica entre prevención y control, y de ahí el nombre de la Ley IPPC de “prevención y control integrado de la contaminación”.

Uno de los puntos clave de la Ley IPPC es el de establecer unos valores límite de emisión (VLEs) en la correspondiente Autorización Ambiental Integrada, basándose en los niveles de consumo y emisión asociados a las MTDs y tomando en consideración los aspectos señalados en el 2º párrafo de este punto (también relacionados en el artículo 7.1 de la ley).

Las MTDs son técnicas especialmente eficaces desde el punto de vista ambiental por su menor consumo de recursos y/o impacto ambiental, y que son viables en el ámbito técnico y económico para cualquier industria afectada por la Ley IPPC.

En comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica en una instalación industrial, una MTD debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la MTD debe estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción de alimentos de calidad, inocuos y cuya fabricación no supongan un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Se debe de tener en cuenta que en el caso de la industria agroalimentaria, la seguridad alimentaria es criterio prioritario sobre la protección del medio ambiente.

Finalmente, una técnica no podría considerarse MTD si fuera económicamente inviable para una industria. La adopción de MTDs por parte de una instalación no debería suponer un coste tal que pusiera en riesgo la continuidad de la actividad.

En este sentido, es conveniente recordar que algunas MTDs que pueden resultar técnica y económicamente viables para instalaciones de nueva planta, pueden no serlo en el caso de instalaciones existentes.

## **Elaboración de la guía**

Antes de mencionar los aspectos más importantes que han caracterizado la elaboración de la “Guía de MTDs en España del sector lácteo”, es conveniente introducir, en líneas generales, la evolución que han seguido los trabajos de determinación de MTDs a nivel europeo, así como los actores que han participado en este proceso, y cuyos resultados se han materializado en una serie de documentos de referencia sobre mejores técnicas disponibles, denominados BREF, (acrónimo de Best available technology REFerence document).

La Comisión Europea, de acuerdo con el artículo 16.2 de la Directiva IPPC y a través de un organismo europeo, concretamente el Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) con sede en Sevilla, coordina unos grupos de trabajo en los que se están acordando las MTDs europeas en cada uno de los sectores industriales afectados por la Directiva IPPC. El resultado de estos trabajos son los BREF, en los que se incluye para cada uno de los sectores afectados, información general del sector industrial, una descripción de las operaciones y técnicas aplicadas y los principales aspectos ambientales asociados, los niveles de consumo y emisión característicos, las técnicas a considerar en la determinación de las MTDs, las propias MTDs y un capítulo de técnicas emergentes.

Las MTDs europeas integradas en los documentos BREF son aprobadas para cada actividad industrial por la Comisión Europea, tras un proceso de supervisión a cargo del Foro de Intercambio de Información, en el que intervienen autoridades ambientales de los países de la UE, expertos de los sectores industriales y ONGs.

El papel principal en la elaboración de un documento BREF lo juegan los TWGs (Technical Working Groups) o grupos técnicos de trabajo específicos que se constituyen para cada

documento sobre MTDs. En estos grupos están representados todos los Estados miembros de la UE así como otros agentes interesados.

El documento BREF en el que se encuentran reflejadas las instalaciones del sector lácteo incluidas en el alcance de esta guía es el *Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry*<sup>3</sup>.

La presente guía sobre MTDs en el sector lácteo toma como punto de partida el BREF anterior, adaptándolo a la casuística de la industria española pero atendiendo a las pautas marcadas en aquél, para armonizar la situación técnica y ambiental del sector lácteo español dentro del contexto legal europeo observado en la *Directiva 96/61/CE*.

Este documento ha sido elaborado por las asociaciones industriales del sector lácteo y de helados, FENIL y AEFH respectivamente, las cuales han seleccionado a **AINIA Centro Tecnológico** para encargarse de la redacción técnica. En el desarrollo de la guía también ha colaborado activamente, en tareas de revisión y mejora de contenidos, un comité técnico sectorial compuesto por expertos del sector y seleccionados por las propias asociaciones industriales. También han participado, en labores de revisión y mejora, expertos de las administraciones públicas estatales y autonómicas. Todos estos agentes, coordinados y apoyados por representantes del MMA y de la Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB), con financiación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

La participación de las asociaciones y las empresas ha sido uno de los aspectos clave para conseguir que los documentos reflejen la realidad del sector en España. Una realidad forzosamente cambiante a corto plazo, ya que cada centro productivo es un elemento dinámico en constante evolución, obligado a adaptarse a las múltiples circunstancias de carácter legal, tecnológico, económico, etc. para garantizar su desarrollo en un entorno altamente competitivo.

Por estos mismos motivos, además de por el hecho de que la AAI debe ser renovada periódicamente, esta “Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector lácteo” se concibe como un documento abierto y dinámico, que debe ser actualizado periódicamente para recoger las transformaciones que, a todos los niveles, afectan al sector, pero especialmente desde el punto de vista de la legislación y la tecnología ambiental, siendo estas las parcelas que más evolucionan en los últimos tiempos. De este modo, se dispondrá en todo momento de una herramienta que puede seguir siendo útil a sus destinatarios.

---

<sup>3</sup> Disponibles en; <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>



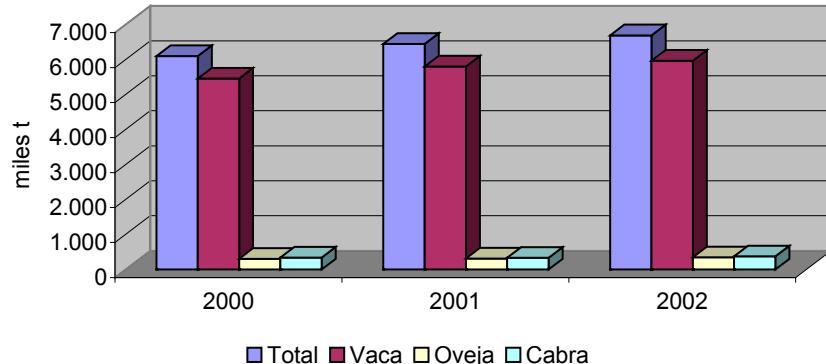
## 1 INFORMACIÓN GENERAL DEL SECTOR LÁCTEO EN ESPAÑA

Cuando se habla de sector lácteo se entiende el sector industrial elaborador de productos alimenticios procedentes de la leche. Son varios los tipos de industrias y de productos finales que se encuadran dentro de este sector, principalmente, fabricación de leche envasada para consumo, quesos, yogur, mantequilla, helados y postres lácteos.

### 1.1 PRODUCCIÓN DE LECHE

Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), la leche recogida en España en el año 2002 se situó en 6.991.000 t, representando la leche de vaca un 85% de la leche total recogida.

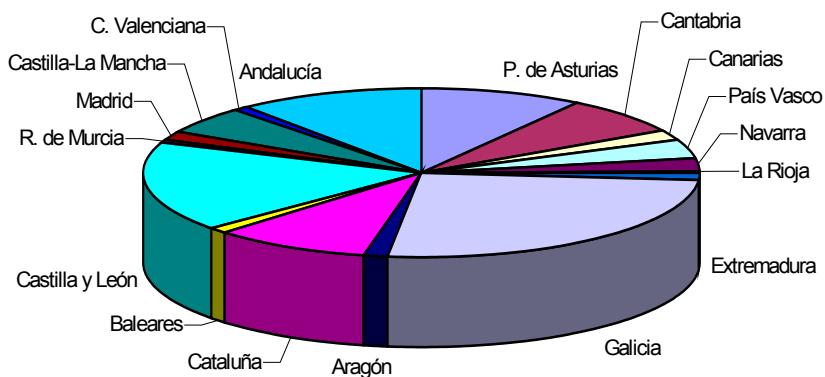
En la Figura 1 se puede apreciar la evolución en los años 2000 a 2002 para los tres tipos de leche más significativos en España.



*Figura 1. Evolución de la producción de leche según origen (Anuario MAPA, 2002)*

En el ámbito autonómico, la distribución de la producción de leche en el año 2001, sitúa a Galicia como la de mayor producción con el 26% del total, seguida de Castilla y León con el 17% y Andalucía con el 11%.

En la Figura 2 se indica de forma gráfica esta distribución por comunidades autónomas (MAPA Anuario 2002).

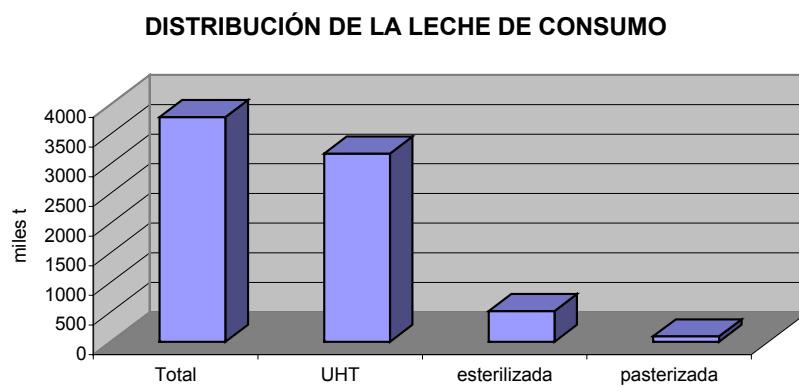


*Figura 2. Distribución de la producción de leche por comunidades autónomas en 2001  
(Anuario MAPA 2002)*

## 1.2 ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

El procesado de la leche da lugar a una gran variedad de productos: leche de consumo, leche concentrada, en polvo, nata, mantequilla, quesos, leche acidificada, yogur, postres lácteos y helados, principalmente.

Destaca de entre todos ellos la leche para consumo que en el 2001 supuso el 65% de la leche recogida. En la Figura 3 se muestran los principales tipos de leche de consumo, de la que el 82% correspondió a leche UHT (MAPA 2001).



*Figura 3. Distribución de leches de consumo (miles de t)*

Tras la leche para consumo, le siguen en nivel de producción anual el queso con 603.700 t, el yogur con 614.400 t y los helados con 326.000 t. En la Figura 4 se puede observar el nivel de producción de cada uno de estos productos en el año 2002.

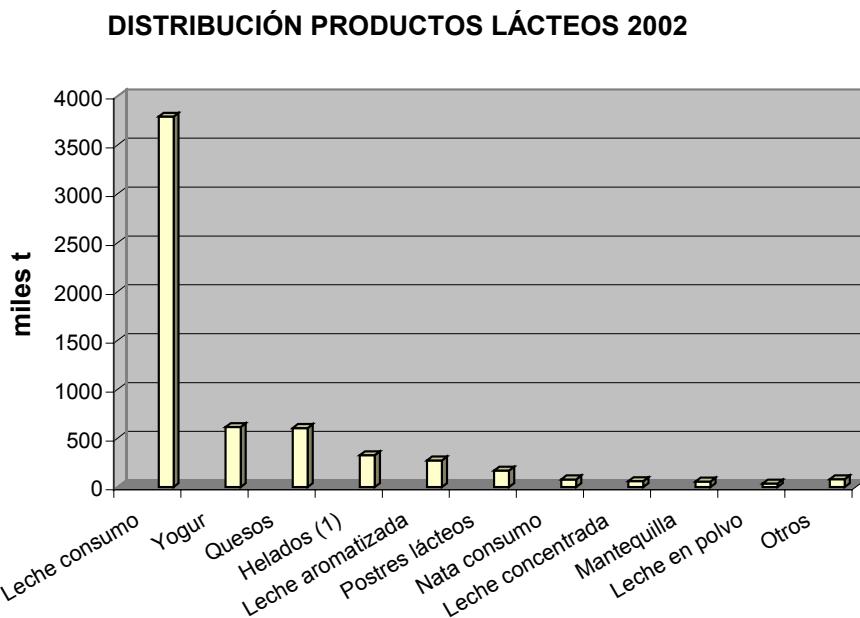


Figura 4. Distribución de productos lácteos en 2002<sup>4</sup>

En cuanto a la evolución de los índices de producción de la industria láctea, la media del 2002 fue de 110,9, suponiendo una tasa de variación de 4,5 respecto de 2001 (FENIL).

En cuanto a los datos de consumo interno de producto lácteo, el consumo de leche líquida fue de 4.522,18 millones de litros en 2002, lo que supuso una cantidad de 111,5 l/per cápita (Fuente: La alimentación en España, MAPA). El consumo de derivados lácteos fue de 35,5 kg/per cápita, con una cantidad total de 1.666,44 millones de kg. El consumo de helados se situó entorno a los 8 litros/per cápita. (Asociación Española de Fabricantes de Helados).

El valor total de los productos lácteos comprados en hogares, en cuanto a leche y derivados, fue en el 2002 de 5.911 millones de euros, un 4,3% superior a 2001 (FENIL).

### 1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INDUSTRIAS LÁCTEAS

El subsector lácteo contaba en el 2002 con 1.695 empresas, es decir, el 5% de todas las empresas alimentarias. En cuanto a producción bruta, en el 2001, contribuyó con un 10,5% a la producción del total de la industria alimentaria, por detrás de las industrias cárnicas (21,2%) y de bebidas alcohólicas (13,2%) (FIAB Informe económico 2002).

En la Figura 5, se muestra la evolución del número de empresas entre los años 1996 y 2002, con un incremento acumulado del 5,67%.

<sup>4</sup> Los datos referentes a la fabricación y consumo de helados son de la Asociación Española de Fabricantes de Helados (AEFH) y pertenecen al año 2003, al ser el año 2002, según la Asociación, un periodo no representativo de la evolución del subsector en los últimos años.

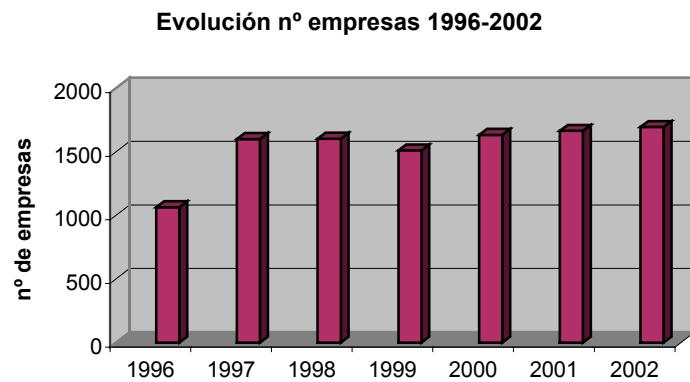


Figura 5. Evolución del número de empresas lácteas en el periodo 1996-2002

Al igual que ocurre en otros sectores de la industria alimentaria, la mayoría de las industrias lácteas tienen menos de 10 trabajadores. En concreto (Figura 6), el 85% de las industrias tienen menos de 10 empleados y el 96% menos de 50 empleados (Fuente: FENIL).

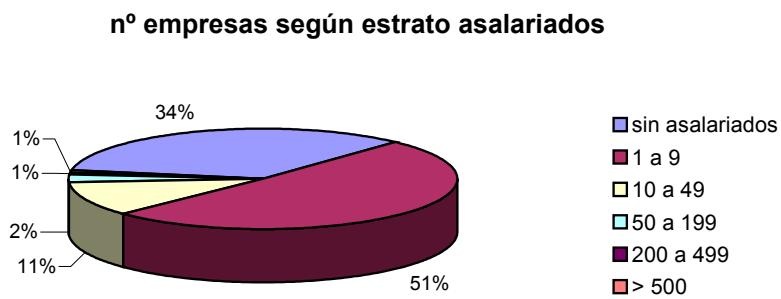


Figura 6. Distribución de empresas por número de asalariados (Fuente: FENIL)

En cuanto al empleo en el sector lácteo, el número de ocupados, en el cuarto trimestre de 2002, fue de 30.700, lo que supone más o menos el 7% del total de ocupados de la industria alimentaria (FENIL).

#### 1.4 COMERCIO EXTERIOR EN EL SECTOR

La industria alimentaria española ocupa en el contexto europeo una posición importante por detrás de Alemania, Francia y Reino Unido, y en términos similares a los de Italia. Ocupa el quinto puesto en ventas y en porcentaje de producción con el 10,3%. (FIAB 2002).

En la Tabla 1 se muestran los datos del comercio exterior en el año 2002. El valor de las importaciones fue de 1.104 millones de €, mientras que el de las exportaciones fue de 545 millones de €. El ámbito europeo es el más significativo ya que el 98% de las importaciones se

realizaron en la Unión Europea mientras que las exportaciones a la UE supusieron el 87% del total (Fuente: Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2002).

*Tabla 1. Datos de comercio exterior del sector lácteo español en 2002 (Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales, 2002)*

<b>LECHE</b>	<b>TOTAL PAISES</b>		<b>U.E.</b>		<b>RESTO PAISES</b>	
	<i>Toneladas</i>	<i>Valor (miles €)</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Valor (miles €)</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Valor (miles €)</i>
Productos Lácteos						
Exportaciones	448.431	545.415	389.637	91.813.072	58.794	91.813
Importaciones	945.489	1.104.795	928.628	1.067.078	16.861	42.716

Entre los productos importados destacan, por este orden, la leche de vaca en pequeños envases, a granel y el yogur. (MAPA 2002). Entre las exportaciones a la U.E. destacan la leche de vaca en pequeños envases, a granel y el yogur, mientras que entre las exportaciones a terceros países destacan las leches condensadas, fermentadas distintas del yogur y leche en polvo desnatada a granel (MAPA 2002).

## 1.5 LA INDUSTRIA LÁCTEA ESPAÑOLA Y EL MEDIO AMBIENTE

Según el MAPA, el número de instalaciones industriales del sector alimentario cuyo sistema de gestión medioambiental ha sido certificado según la norma ISO 14001, a 31 de diciembre de 2003, asciende a 199, de las cuales 16 corresponden al sector lácteo.

Los establecimientos industriales afectados por la Directiva 96/61/CE y su transposición a la legislación nacional por medio de la *Ley 16/2002 sobre Prevención y Control Integrado de la contaminación* son los indicados en el Anexo I, epígrafe 9.1.c “Tratamiento y transformación de la leche, con una cantidad de leche recibida superior a 200 t por día (valor medio anual)”.

El nivel tecnológico del sector es alto, sobre todo las industrias de procesado de leche para el consumo en sus distintas variantes, quesos, yogures y postres lácteos ya que se suele realizar por medio de grandes grupos industriales. En la elaboración de quesos tradicionales todavía existen pequeñas industrias que han experimentado un gran avance técnico en los últimos años adecuándose a la normativa higiénico-sanitaria.



## 2 PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS

En el apartado de anejos, se recoge la definición legal de la leche destinada la elaboración de productos lácteos así como las definiciones de los principales tipos de productos lácteos.

El estudio de los diferentes procesos productivos que existen dentro de la industria láctea se ha realizado atendiendo a las siguientes categorías de producto:

- Leche de consumo y leches aromatizadas
- Leche en polvo
- Leches concentradas
- Yogures y leches fermentadas
- Yogur pasterizado después de la fermentación
- Queso fresco y madurado
- Queso fundido
- Nata
- Mantequilla
- Postres lácteos
- Helados

A continuación se describen cada unos de estos procesos productivos, así como las operaciones auxiliares más relevantes dentro de la industria láctea.

### 2.1 LECHE DE CONSUMO Y LECHES AROMATIZADAS

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.

La leche de consumo en España está definida en el *Real Decreto 1679/1994*, cuya definición se muestra en el apartado de anejos. Se entiende por leches aromatizadas (más conocidas como *batidos*) las destinadas al consumo humano y que han sido tratadas térmicamente y a las que se les ha añadido una serie de ingredientes que les aportan unas características organolépticas de color, aroma y sabor determinadas.

Cuando se habla de tratamiento térmico, la legislación indica que es *cualquier tratamiento por calentamiento que, inmediatamente después de su aplicación, tenga como consecuencia una reacción negativa a la prueba de la fosfatasa*. Desde el punto de vista técnico se pueden realizar varios tipos de tratamiento en función de las temperaturas alcanzadas y el tiempo durante el cual éstas se mantienen.

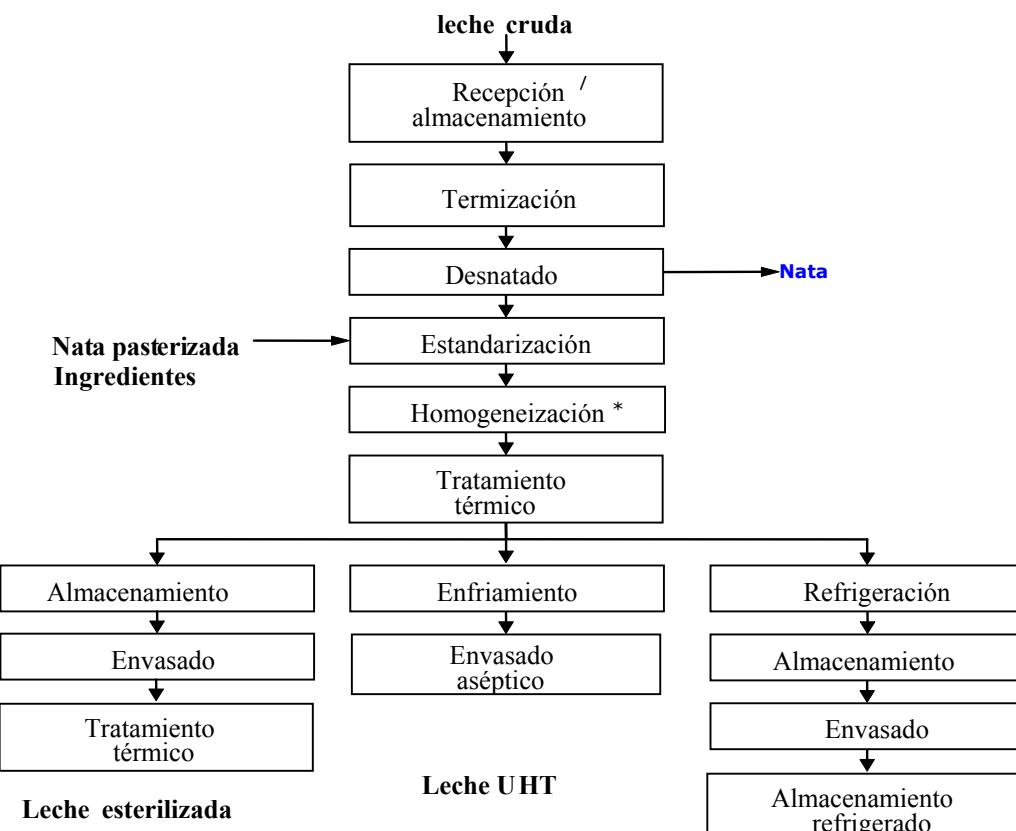
Dependiendo de las características del tratamiento térmico al que se somete a la leche, obtendremos básicamente tres tipos de producto final: leche pasterizada, leche esterilizada y leche UHT.

## Descripción general del proceso productivo

Una vez recibida la leche se almacena temporalmente en tanques refrigerados hasta su entrada en proceso. A continuación, la leche se filtra para eliminar los sólidos extraños visibles y se clarifica para eliminar la suciedad residual. En esta etapa inicial puede sufrir un proceso de acondicionado térmico o termización para impedir el crecimiento bacteriano y reacciones químicas enzimáticas. Posteriormente, se procede a un desnatado para separar la nata de la leche y se realiza la normalización o estandarización para ajustar el contenido graso final de la leche. Por último, se procede al tratamiento térmico de estabilización microbiológica, que en función de las condiciones de tiempo-temperatura podrá considerarse como pasterización, esterilización o tratamiento UHT. Normalmente, el tratamiento térmico y la homogeneización se realizan de forma simultánea; tras el tratamiento térmico, la leche se almacena en condiciones adecuadas de temperatura en función del tipo de producto final. La leche pasterizada debe mantenerse refrigerada, la leche UHT se enfriará hasta su temperatura de envasado y la leche esterilizada se mantiene caliente hasta su envasado final.

Finalmente, la leche es envasada y acondicionada para su distribución comercial, siendo la técnica de envasado apropiada al tipo de leche tratada. La leche UHT se envasa en condiciones asépticas, la leche pasterizada se envasa y se almacena en cámaras de refrigeración y la leche esterilizada se envasa y se hace el tratamiento térmico final una vez envasada.

A continuación, se describe el diagrama de flujo para el procesado de la leche de consumo y leches aromatizadas.



\*La etapa de homogeneización se puede realizar durante o después del tratamiento térmico.

**Leche pasterizada**

*Figura 7. Diagrama de flujo de elaboración de leche de consumo y aromatizada.*

## **Descripción de las operaciones**

### **2.1.1. Recepción y almacenamiento**

Normalmente la leche llega hasta la planta de tratamiento en camiones cisterna, tanques o en cántaras. Estos tanques o silos son de acero inoxidable, aluminio o de plástico. La capacidad de los mismos es también muy variable.

Es habitual que a la llegada de la leche a la planta se tomen muestras para realizar los correspondientes análisis de calidad y determinación del contenido graso y proteico de la leche.

Tras la recepción, la leche se almacena en condiciones refrigeradas hasta su entrada en línea. De esta forma se garantiza la conservación de la leche hasta su tratamiento. Esta medida tiene especial importancia cuando por motivos de suministro, la leche debe permanecer almacenada antes de ser tratada.

Hay que señalar que durante esta etapa puede detectarse leche que no cumpla con los requisitos de calidad exigidos, por lo que puede dar lugar a un rechazo de la leche recibida.

### **2.1.2. Termización**

Antes de someter la leche al proceso de termización, se procede a eliminar las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o el transporte.

Se puede realizar mediante filtros incluidos en las conducciones que llevan la leche a los tanques de almacenamiento y haciéndola pasar por centrífugas que separen las impurezas con un peso específico superior al de la leche.

En esta operación se generan los llamados lodos de clarificación, que son residuos semipastosos formados por partículas de suciedad, células somáticas, gérmenes y por otras sustancias principalmente de tipo proteico. Derivado del uso de centrífugas clarificadoras se produce un consumo de energía eléctrica.

La etapa de termización consiste en el calentamiento de la leche cruda, durante 10-20 segundos como mínimo, a una temperatura comprendida entre 62°C y 65°C. Como se ha indicado anteriormente, esta etapa tiene como objetivo higienizar la leche recibida y acondicionarla microbiológicamente y enzimáticamente (se inactiva el crecimiento microbiano, se procede a la inactivación de enzimas que puedan dar lugar a reacciones químicas no deseadas).

Después de la termización se requiere una refrigeración inmediata a una temperatura de unos 4°C y conservarse después, en su caso, a un máximo de 8°C.

Aunque este proceso se puede realizar por medio de sistemas de calentamiento directo o indirecto, solamente se utilizan sistemas de termización indirectos (intercambiadores de placas y/o tubulares), donde no hay un contacto directo entre la leche y el fluido portador de calor. Ambos sistemas están detallados en el punto de Tratamiento térmico (punto 2.1.6).

### **2.1.3. Desnatado**

El desnatado es la separación de la grasa de la leche para la obtención de leche parcial o completamente desnatada. En esta operación se obtiene también nata con un contenido graso aproximado del 40%.

Para esta operación se emplean desnatadoras centrífugas. Algunas centrífugas pueden realizar simultáneamente la clarificación o higienización y el desnatado de la leche, por lo que su utilización está muy extendida. La temperatura óptima para el proceso de desnatado es de 50-60°C. Estas centrífugas pueden contar además con un equipo de estandarización del contenido de grasa de la leche.

El proceso de separación de la nata por centrifugación genera unos lodos o fangos (esos lodos normalmente están conectados con la red de aguas residuales de las plantas) con un contenido menor de componentes sanguíneos y bacterias que en el caso de la filtración inicial de la leche cruda. Las centrífugas con sistemas de autolimpieza eliminan estos lodos automáticamente de forma periódica y sin interrupción del proceso de desnatado.

### **2.1.4. Estandarización**

La estandarización del contenido graso de la leche consiste en ajustar el contenido de grasa o añadir nata a la leche desnatada en distintas proporciones en función del tipo de leche y/o producto lácteo que se quiera obtener.

La nata sobrante de esta etapa se destina a la elaboración de otros productos como nata para consumo o mantequilla.

Para esto se emplean equipos de normalización automáticos que permiten realizar una mezcla continua dentro del circuito de corriente del líquido en función del contenido graso de la nata. Se instalan inmediatamente después de la desnatadora centrífuga y únicamente conducen a la leche desnatada el caudal parcial del peso de nata necesario para ajustar el contenido graso de la leche. La nata sobrante se desvía a otro circuito.

### **2.1.5. Homogeneización**

Una vez que se ha ajustado el contenido graso, se procede a su homogeneización para reducir y uniformizar el tamaño de los glóbulos gramos entre 0,5-1 µm. Con esto se evita la separación de la nata, se favorecen las características organolépticas de la leche de consumo y se facilita el procesado de otros productos lácteos.

Esta etapa se puede realizar de forma simultánea, antes o después del tratamiento térmico de la leche. Como la homogeneización reduce la estabilidad de las proteínas frente al calor, cuando se va a exponer la leche a altas temperaturas esta operación se realiza tras el tratamiento térmico.

El efecto homogeneizador se consigue haciendo pasar la leche a elevada presión a través de estrechas hendiduras cuyas medidas sean menores que las de los glóbulos gramos. Cuanto más bajo sea el contenido de grasa y cuanta más alta sean la temperatura y la presión, mayor será el grado de homogeneización. La temperatura óptima oscila entre los 60-80°C.

Lo habitual es utilizar equipos homogenizadores que están formados por una bomba de alta presión con varios émbolos y cabezales, en cuyo interior se encuentran las toberas de homogeneización.

### **2.1.6. Tratamiento térmico**

El propósito del tratamiento térmico es la eliminación de los microorganismos que contenga la leche y adicionalmente inactivar en mayor o menor grado los enzimas lácteos presentes.

En función de la calidad de la leche cruda, del efecto germicida que se pretende alcanzar (reducción o eliminación total de gérmenes), qué tipo de producto final se busca (leche de consumo, fabricación de queso u otros productos lácteos) y lo que especifica la legislación para cada caso, existen varios tipos de tratamiento térmico que se distinguen entre sí por las características del binomio temperatura-tiempo utilizado en ese tratamiento.

Según esto, se realizan principalmente tres tipos de tratamiento: pasterización, UHT y esterilización.

#### **Pasterización**

Se entiende por leche pasterizada la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida a un proceso tecnológico adecuado que asegure la destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal, sin modificación sensible de su naturaleza físico-química, características biológicas y cualidades nutritivas.

La legislación española considera que la leche pasterizada debe haberse obtenido mediante un tratamiento (calentamiento uniforme de la leche en flujo continuo) que utilice una temperatura elevada durante un corto lapso de tiempo (como mínimo 71,7°C durante quince segundos) o un procedimiento de pasterización que utilice diferentes combinaciones de tiempo y temperatura para conseguir un efecto equivalente.

A nivel industrial, los valores tiempo-temperatura oscilan entre 15-30 segundos a 72-85 °C.

Al ser un tratamiento que no persigue la destrucción de todos los gérmenes de la leche, debe enfriarse inmediatamente y alcanzar lo antes posible una temperatura que no exceda de 4-6°C.

#### **El tratamiento UHT**

La ultrapasterización o esterilización a temperaturas ultra-altas se basa en la aplicación de una temperatura muy elevada (135-150°C) durante un corto lapso de tiempo (por lo menos, dos segundos) con el fin de destruir todos los microorganismos y sus formas de resistencia (esporas), y posteriormente realizar un envasado aséptico en un recipiente adecuado, de modo que se reduzcan a un mínimo las transformaciones químicas, físicas y organolépticas.

#### **Esterilización**

Se entiende por leche esterilizada, la leche natural, entera, desnatada o semidesnatada, sometida después de su envasado a un proceso de calentamiento en condiciones tales de temperatura y tiempo que asegure la destrucción de los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia. Se realiza normalmente a temperaturas de 100-120°C durante tiempos de hasta 20 minutos.

Si atendemos al sistema o forma en el que se realiza el tratamiento térmico, podemos distinguir entre sistemas de calentamiento directo o indirecto.

### a) Sistemas de calentamiento directo

En estos la leche o los productos lácteos se calientan al entrar en contacto con un fluido a temperatura elevada (vapor de agua).

La leche debe tener a la entrada una temperatura de 70–80°C (mediante calentamiento indirecto), entrando entonces en contacto con el vapor de agua (4 segundos hasta 150°C). Posteriormente, la leche pasa a una campana de vacío o flash-cooler para eliminar el agua añadida durante la esterilización. Esta eliminación del agua hace que la temperatura de la leche se reduzca rápidamente hasta temperaturas cercanas a los 80°C.

Los sistemas de esterilización UHT utilizan sistemas directos y éstos pueden ser de dos tipos:

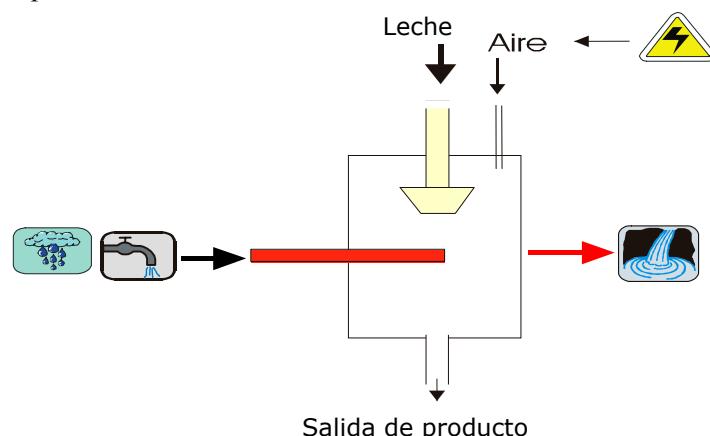
- Sistemas de inyección: estos sistemas operan mediante la inyección directa de vapor dentro del producto a tratar térmicamente. Este contacto directo preserva mejor las condiciones de calidad del producto frente a los sistemas de calentamiento indirecto ya que se trata de un sistema menos agresivo.

Este sistema proporciona un calentamiento y enfriamiento muy rápido, aunque más lento que los sistemas de infusión. El precalentamiento y enfriamiento final se realiza mediante sistemas indirectos de intercambio de calor.

Aunque proporciona una buena calidad de producto final y permite producciones de gran capacidad son equipos más caros que los sistemas indirectos, con altos costes de operación al tener menor porcentaje de recuperación de calor. Se usan principalmente para productos de baja viscosidad y requiere un vapor de alta calidad.

- Sistemas de infusión: en estos sistemas el producto es precalentado a una temperatura aproximada de 75°C y posteriormente introducido en una atmósfera de vapor por medio de múltiples inyectores en una cámara presurizada. El producto pasa después a una cámara de enfriamiento o flash-cooler antes de someterse a una homogeneización aséptica y terminar de ser enfriado hasta temperatura de envasado.

Es un sistema menos agresivo que el anterior, lo que hace que la calidad del producto final sea algo superior.

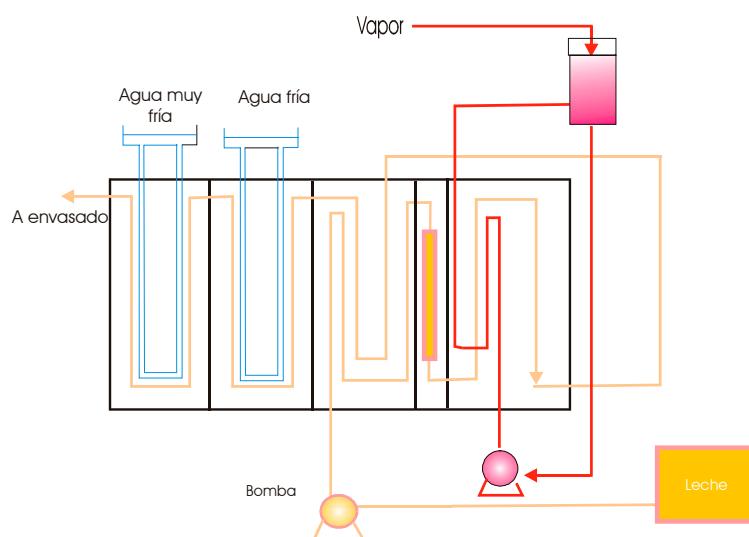


*Figura 8. Intercambiador de calor directo por inyección de vapor*

La ventaja que ofrece este método radica en la brevedad de los tiempos de calentamiento lo que supone un tratamiento muy moderado del producto. Como desventajas se encuentran la necesidad de un vapor de muy alta calidad. La capacidad de recuperación térmica es tan solo del 40–50%.

### b) Sistemas de calentamiento indirecto

En el calentamiento indirecto, la transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido que se encuentra a temperatura elevada (vapor de agua, agua caliente o agua sobrecalentada) no llega a entrar en contacto con la leche. Estos procesos se llevan a cabo en cambiadores de placas, tubulares o en combinaciones de éstos.



*Figura 9. Intercambiador indirecto de placas.*

Este sistema de calentamiento tiene la ventaja de una elevada recuperación de calor (80–90%). Como inconvenientes cabe destacar la posibilidad de dañar el producto debido a sobrecalentamientos y la dificultad de las limpiezas debido a los depósitos de sustancias en los intercambiadores.

Por lo general, para la pasteurización y esterilización se utilizan sistemas de calentamiento indirecto, mientras que para tratamiento UHT pueden emplearse sistemas directos o indirectos.

De forma común a los tres tipos de tratamiento térmico se debe realizar un enfriamiento de la leche para evitar sobrecocciones. En el caso de la leche UHT, se hace un enfriamiento hasta temperatura de envasado (24-26°C). A esta misma temperatura se enfría la leche esterilizada. La leche pasterizada se refrigerará a una temperatura no superior a 6°C.

Como se ha comentado anteriormente, el tratamiento térmico que se realiza a la leche depende del tipo de producto final que se quiere obtener: leche pasterizada, esterilizada o leche UHT. En este sentido, las etapas de proceso posteriores están así mismo condicionadas por el tipo de tratamiento realizado:

**a) Leche pasterizada**

Cuando la leche de consumo final es pasterizada, las etapas posteriores a la pasterización son: refrigeración inmediata, almacenamiento, envasado y almacenamiento final en cámara frigorífica.

**a.1 Refrigeración**

La refrigeración es el proceso que sigue inmediatamente a la pasterización. La leche se refrigerara para situarla fuera de la zona de peligro térmico y por tanto es necesario refrigerarla a temperaturas considerablemente inferiores a las del calentamiento. En este caso se llega a temperaturas menores o iguales a 4°C, incrementando de esta forma la capacidad de conservación del producto.

La legislación indica que debe ser rápidamente refrigerada después del tratamiento térmico y a una temperatura no superior a 6°C. La refrigeración de la leche se suele llevar a cabo en varias etapas para recuperar parte del calor contenido en la leche:

- Intercambio de calor con leche aún no calentada
- Refrigeración con agua
- Refrigeración con agua helada, salmueras u otros agentes refrigerantes

Los equipos utilizados suelen ser habitualmente equipos cerrados del tipo cambiadores de placas o tubulares, donde el medio refrigerante y la leche no entran en contacto y circulan, generalmente, en contracorriente.

Desde el punto de vista técnico, el equipamiento y metodología utilizada es lo referido en el punto de sistemas indirectos de tratamiento térmico.

**a.2 Almacenamiento**

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.

**a.3 Envase**

Una vez pasterizada, la leche se envasa en recipientes herméticamente cerrados para protegerla de las contaminaciones durante la comercialización.

El envasado es la última etapa del 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 higiénicas adecuadas durante el envasado. El material de envasado puede ser vidrio, cartón, polietileno, material macromolecular u otros autorizados.

**a.4 Almacenamiento refrigerado**

En el caso de la leche pasterizada, desde su tratamiento térmico hasta su consumo debe mantenerse en una cadena de frío no superior a los 6°C, por tanto, después del envasado y hasta

que es distribuida a los puntos de ventas debe mantenerse en condiciones de almacenamiento refrigerado.

**b) Leche UHT**

Cuando la leche de consumo final es del tipo UHT, leches aromatizadas o batidos, las etapas posteriores al tratamiento térmico son: enfriamiento inmediato a temperatura de envasado y envasado aséptico en recipientes estériles. La elaboración de leches aromatizadas o batidos sigue este mismo proceso.

**b.1 Enfriamiento**

En esta etapa de enfriamiento, lo que se busca es adecuar la temperatura de la leche tratada al proceso de envasado, teniendo en cuenta que el producto a envasar debe mantenerse estéril durante los procesos de conducción y llenado.

Normalmente se realiza un enfriamiento inmediato hasta una temperatura de 24-26°C. Como se ha comentado en la descripción de los sistemas de calentamiento directo, al quitar el vapor de agua se reduce la temperatura de la leche hasta la temperatura que alcanzó inicialmente mediante calentamiento indirecto al inicio del sistema UHT (unos 80°C aproximadamente). Se aprovecha el calor que cede la leche en su enfriamiento para precalentar la leche entrante en el sistema.

**b.2 Envasado aséptico**

El envasado aséptico es una técnica de llenado de productos estériles en envases estériles en condiciones asépticas. Para ello el producto a envasar debe estar estéril durante todo el proceso. Todas las partes de la instalación de envasado que contactan con el producto, así como las tuberías de conducción del producto, del aire y del vapor se han de someter a una preesterilización.

También se han de mantener estériles las zonas que influyen en las condiciones de esterilidad así como la atmósfera de la maquinaria envasadora y, finalmente, los envases que van a contener el producto.

Las instalaciones de envasado están equipadas con unos sistemas para esterilizar y mantener estériles las máquinas y los aparatos. Estos sistemas de esterilización suelen trabajar con vapor o con aire caliente, aunque también se emplean productos químicos y la acción combinada de factores físicos y químicos.

La esterilización de los envases se suele realizar fundamentalmente con agua oxigenada. En menor medida se utiliza vapor saturado a temperaturas superiores a 130°C.

Los envases utilizados son envases de material complejo del tipo Tetrabrik, Combibloc, etc., cuya base está formada por láminas de cartón o papel y, además, por capas de plástico, parafina o aluminio o tipo PET.

Si la capacidad de calentamiento UHT de la instalación o la logística de la producción es superior a la de envasado aséptico se suele almacenar la leche en tanques estériles que actúan

como depósitos de regulación (tanques asépticos). En este caso los depósitos son esterilizados previamente a la introducción de la leche en ellos.

### c) Leche esterilizada

Cuando la leche de consumo o los productos lácteos son esterilizados, las etapas posteriores al tratamiento térmico son: almacenamiento en tanque aséptico, envasado y tratamiento térmico del producto envasado.

Conviene indicar que en la leche esterilizada el tratamiento térmico consiste en dos fases. La primera es un tratamiento térmico continuo, en flujo continuo y homogeneización intercalada durante esta fase del proceso. La segunda es el tratamiento final del envase cerrado después del llenado y sellado de la leche precalentada.

#### C.1 Almacenamiento

El almacenamiento de leche esterilizada se realiza en depósitos o tanques asépticos que permiten mantener la leche en condiciones óptimas (24°C) para su envasado final. Esta etapa de almacenamiento sirve también para regular y adecuar la producción de leche esterilizada y el envasado final.

#### C.2 Envasado

El tipo de envase utilizado para este tipo de leche son botellas de plástico (normalmente polietileno), que son muy resistente desde el punto de vista mecánico, resisten bien temperaturas superiores a los 100°C y las botellas son casi estériles en el momento del llenado.

Las botellas son fabricadas previamente por extrusión. Posteriormente, se guillotina el cuello y se procede al llenado. El llenado y cierre de las botellas se realiza empleando una máquina de llenado y cierre separada de la máquina de extrusión e insuflado. Finalmente la botella es cerrada con una lámina de aluminio por termosellado.

#### C.3 Tratamiento térmico del producto envasado

Es el tratamiento final del envase cerrado después del llenado y sellado de la leche preesterilizada. Esté segundo tratamiento se hace generalmente en autoclaves en discontinuo o en una torre hidrostática continua entre 109-120°C durante 20-40 minutos con una fase final de sprinkler con agua fría para llevar la leche hasta 25-30°C.

## **2.2 LECHE EN POLVO**

Leche en polvo es el producto seco y pulverulento que se obtiene mediante la deshidratación de la leche natural concentrada o de la total o parcialmente desnatada, de la nata o de una mezcla de estos productos, higienizada en estado líquido antes o durante el proceso de fabricación, y cuyo contenido en agua es igual o inferior a un 5% en peso del producto final.

### **Descripción del proceso productivo**

Los procedimientos de fabricación se subdividen en las siguiente etapas: selección y tratamientos previos de la leche al igual que la leche de consumo (recepción, almacenamiento, termización, desnatado y almacenamiento previo a su concentración), obtención del concentrado, deshidratación y envasado.

En este proceso, las etapas de concentración y deshidratación de la leche son las más significativas.

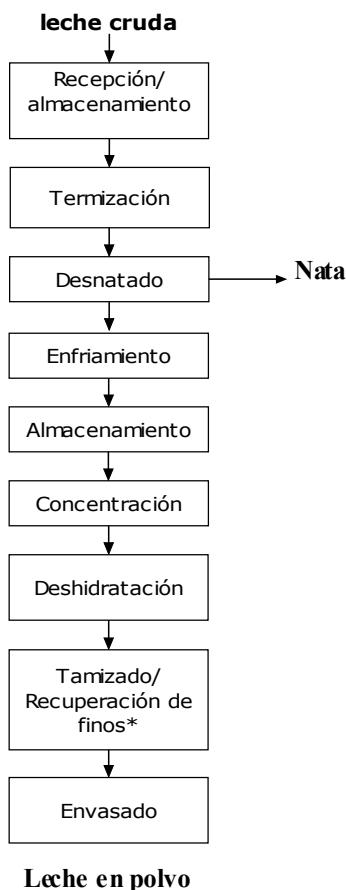


Figura 10. Diagrama de flujo de elaboración de leche en polvo

#### **2.2.1. Concentración**

En el proceso de concentración de la leche se ha de incrementar lo más posible la proporción de extracto seco del producto a concentrar, ya que el proceso de concentración por evaporación es hasta tres veces más eficiente desde el punto de vista térmico que el proceso final de desecación por aire.

El concentrado se deshidrata hasta que se llega casi al límite de fluidez, es decir, hasta una proporción de extracto seco del 40-50%.

La relación de concentración depende del procedimiento de desecación a que se somete el producto.

Para la obtención del concentrado se utilizan en la mayoría de los casos evaporadores de película descendente de funcionamiento en múltiples efectos o evaporadores de circulación natural, también de múltiples efectos.

### 2.2.2. Deshidratación

Se pueden utilizar dos tipos de desecación: secado por método de cilindros calientes (por contacto o por película) y secado por atomización o pulverización.

El primero sólo se utiliza para la elaboración de determinados productos especiales como pueden ser los elaborados con leche y cereales o los destinados a la alimentación infantil, principalmente. El método por atomización es básicamente el sistema utilizado de forma general para la elaboración de leche en polvo en España.

■ **Secado por atomización** (pulverización): consiste en pulverizar el concentrado de leche en una cámara llena de aire caliente o atravesada por corrientes de aire caliente. Las gotitas son recogidas y arrastradas por una corriente de aire caliente que les aporta el calor necesario para que se produzca la evaporación del agua y que también se encarga de recoger y de evacuar esta agua que se evapora. Las partículas secas, por el contrario, caen al fondo y se descargan.

La temperatura de entrada del aire calefactor oscila entre los 170-520°C, mientras que la del producto a desecar es de aproximadamente 45-50°C esta diferencia de temperatura permite un rápido traspaso del calor, lo que se traduce en una desecación rápida del producto.

Para evitar desnaturalización térmica del producto el proceso se divide en varias etapas con distintas relaciones de temperatura-tiempo.

En la desecación primaria, que se hace en torre de secado, es donde se vaporiza rápidamente la mayor parte del agua, dejando el producto con un 10-20% de humedad y en forma de aglomerados de tamaño variable.

La desecación secundaria (en lecho fluidificado) termina de desecar el producto. Por último, hay una aglomeración moderada con aire caliente o vapor de agua a temperaturas menores a 100°C y un enfriamiento por medio de aire frío deshumectado a la temperatura adecuada para el almacenamiento o el envasado.

Estas instalaciones suelen disponer de sistemas de limpieza CIP independientes.

### 2.2.3. Tamizado y recuperación de finos

Esta etapa solo es necesaria cuando el secado se realiza en torres con lechos fluidificados, pudiendo existir también una recuperación de finos.

### 2.2.4. Envasado

El envasado del producto en polvo enfriado se puede realizar, bien directamente a la salida del último ciclón o del fluidificador, bien después de un almacenamiento temporal en silos.

Se suele envasar en sacos o recipientes herméticamente cerrados que aseguren protección total contra contaminaciones, absorción de la humedad y acción de la luz.

## 2.3 LECHE CONCENTRADAS

Las denominadas leches concentradas, al igual que la leche en polvo, se encuadran dentro de los denominados productos lácteos conservados, que son productos obtenidos de la leche a los que se les somete a un proceso de extracción de agua.

Con el objetivo de conseguir productos que posean una conservación a largo plazo, en esta denominación se encuadraría la leche concentrada, la leche condensada y la evaporada.

### Descripción del proceso productivo

Los procedimientos de fabricación se subdividen en las siguiente etapas: selección y tratamientos previos de la leche, al igual que la leche de consumo (recepción, almacenamiento, termización, desnatado, estandarización, tratamiento térmico), concentración o evaporación, inoculación, almacenamiento y envasado.

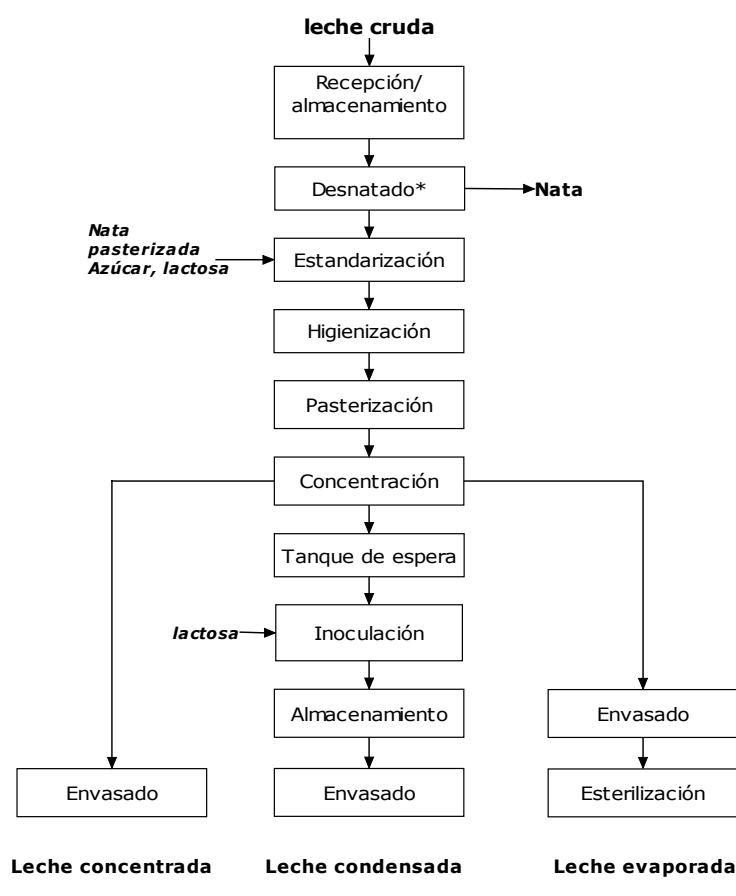


Figura 11. Diagrama de flujo de elaboración de leche concentrada

En el caso de la elaboración de leche condensada, una vez realizada la evaporación o concentración de la leche, se le añade azúcar y se envasa. El bajo contenido en agua y la alta concentración de azúcar del producto final hace que este producto no necesite ningún tipo de acondicionamiento final del producto envasado.

Sin embargo, para la elaboración de leche evaporada, después de la fase de concentración se procede a su envasado y posteriormente se le realiza una tratamiento térmico de esterilización.

En este proceso, la etapa de concentración es la más significativa. El resto de etapas ya se han descrito en puntos anteriores.

### **2.3.1. Concentración**

La obtención del concentrado consiste en reducir el contenido de agua de la leche aproximadamente en un 70%.

Este proceso se alcanza evaporando la cantidad adecuada de agua utilizando unos equipos denominados evaporadores, consiguiéndose con ellos una reducción del peso y volumen, con un aumento de la viscosidad y densidad de la leche.

La concentración consiste en evaporar productos líquidos que se hacen llevar a su temperatura de ebullición en una cámara en donde únicamente hay vapor a presión atmosférica.

Se utilizan evaporadores que funcionan a un vacío parcial para rebajar la temperatura de ebullición. Este método tiene la ventaja de evitar modificaciones profundas de la estructura de la leche (transformación de la lactosa y alteraciones organolépticas), ya que se impide que la temperatura de ebullición tenga que llegar a 100°C.

Lo habitual es utilizar más de un evaporador, lo que se denomina evaporación de múltiple efecto, ya que permite un consumo energético más eficiente.

El sistema más ampliamente utilizado es el doble efecto, en el que en un primer evaporador se hace hervir una fracción del líquido a concentrar. Los vapores que salen de él sirven para calentar y evaporar otra fracción del líquido contenida en un segundo evaporador, en el que se mantiene una presión inferior a la que aún reina en el primero. Prácticamente, el líquido circula en continuo y, sucesivamente, a través de los dos evaporadores sin dejar de hervir. El ahorro de vapor de calentamiento es de alrededor del 50% con este sistema.

Generalmente se usan evaporadores en continuo de múltiple efecto, que tienen como principal ventaja el reducir el tiempo de contacto entre la leche y el fluido calefactor.

Otro método de ahorro energético, alternativo al múltiple efecto, es la recompresión mecánica o térmica del vapor, ya que la entalpía del vapor emitido por el evaporador, no es, por lo general, muy superior a la entalpía del vapor utilizado para el calentamiento del propio evaporador.

Es habitual la reutilización de los condensados de los últimos efectos (agua a unos 45°C aproximadamente) para varias aplicaciones dentro de la industria: agua de calentamiento para otras zonas, complemento al agua de aporte a calderas o para la preparación de soluciones de limpieza, aunque en éste caso, se debe tener en cuenta el tipo de detergente que se va a utilizar con este tipo de agua.

El proceso de concentración se da por finalizado cuando el concentrado alcanza el porcentaje de extracto seco exigido para el producto lácteo concentrado en cuestión.

### **2.3.2. Tanque de espera**

La leche concentrada que sale del último efecto de la etapa de concentración, y que se encuentra a una temperatura de 60-64°C, se mantiene en un tanque de espera durante un corto periodo de

tiempo a fin de ajustar su viscosidad hasta los niveles requeridos. Antes de su pase a la etapa siguiente de inoculación, la leche concentrada se enfriá hasta una temperatura de 25-28°C.

### **2.3.3. Inoculación**

En un tanque de incubación dotado de una agitación suave se añade lactosa en polvo esterilizada con el objetivo que cada partícula de lactosa actúe como núcleo de cristalización del azúcar y así conseguir una dispersión de los mismos. Esta dispersión de los cristales mejora sus propiedades texturales finales.

## **2.4 YOGURES Y LECHE FERMENTADAS**

Todas las leches fermentadas tienen una característica común, la de obtenerse por la multiplicación de bacterias lácticas en una preparación de leche. El ácido láctico que producen coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor ácido más o menos pronunciado.

Las características propias de las diferentes leches fermentadas se deben a la variación particular de ciertos factores, como la composición de la leche, la temperatura de incubación o la flora láctica.

La fermentación de la leche por las bacterias lácticas da como resultado la modificación de los componentes normales de la leche, así la lactosa se transforma parcialmente en ácido láctico o, en ciertas leches, en alcohol etílico. Los prótidos sufren un comienzo de peptonización que mejora su digestibilidad y, en ocasiones, la leche se carga de CO<sub>2</sub> y se vuelve espumosa.

El yogur es la leche fermentada más conocida por lo que en este apartado se estudiará con mayor atención.

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

### **Descripción general del proceso productivo del Yogur:**

Se entiende por «yogur» o «yoghourt» el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de «Lactobacillus bulgaricus» y «Streptococcus thermophilus» a partir de leche pasterizada, leche concentrada pasterizada, leche total o parcialmente desnatada pasterizada, leche concentrada pasterizada total o parcialmente desnatada, con o sin adición de nata pasterizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de la leche.(RD 179/2003).

El yogur puede prepararse con leche de cabra, de oveja y de burra aunque el más extendido es el fabricado con leche de vaca.

Para la fabricación de yogur se parte de leche estandarizada en su contenido graso y pasterizada para evitar contaminaciones microbianas no deseadas.

En primer lugar se procede a la fermentación de la leche mediante la inoculación del cultivo bacteriano y posterior incubación de la leche a la temperatura adecuada. En función del tipo de yogur elaborado la incubación se puede realizar en el mismo envase en el que se comercializa el yogur o en tanques para su envasado posterior. La fermentación se detiene mediante refrigeración.

La consistencia del yogur depende de la proporción del extracto seco magro (caseína) de la leche, de tal forma que en ocasiones, en la elaboración de los yogures consistentes debe añadirse leche en polvo desnatada o concentrando. La adición de azúcar y otros complementos (jarabe de frutas, confituras, mermeladas, pulpa de frutas, etc.) puede realizarse directamente al caudal de producto antes del envasado mediante equipos dosificadores o en el tanque de fermentación o de almacenamiento.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la fabricación de yogur:



Figura 12. Diagrama de flujo de elaboración de yogur

Las etapas de acondicionamiento de la leche (desde recepción de la leche cruda hasta pasterización) ya se han comentado anteriormente (2.1. descripción del proceso productivo de la leche de consumo y aromatizadas).

### 2.4.1. Incubación.

Previamente a la etapa de incubación se realiza la siembra de los microorganismos responsables de la fermentación de la leche. La siembra consiste en la inoculación del medio de cultivo en la leche previamente calentada a la temperatura de incubación del cultivo.

Dependiendo del tipo de yogur, la siembra puede efectuarse en régimen de continuidad, dosificando el cultivo directamente en el caudal de leche antes o después del calentamiento (yogur firme o sólido) o de forma discontinua añadiéndolo en el tanque de incubación (yogur líquido).

Tras la siembra de los fermentos da comienzo la etapa de 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).

Una vez finaliza la coagulación de la caseína, se detiene el proceso haciendo descender la temperatura de forma brusca.

La formación del gel de caseína es especialmente sensible a los esfuerzos mecánicos, por lo que la incubación, en el caso del yogur firme, debe realizarse en reposo total.

Según el producto a elaborar y el tipo de instalación disponible, la incubación puede realizarse de las siguientes maneras:

♦ **Fermentación en los envases.** Se utiliza en la fabricación de yogur coagulado o yogur firme, realizándose la fermentación en el propio envase donde se va a comercializar el producto. La siembra de la leche se produce en línea previamente a su envasado y paletizado. Los palets de envases se introducen en las cámaras de incubación calentadas por aire.

♦ **Fermentación discontinua en tanques.** Es la técnica más eficiente desde el punto de vista productivo y energético. La incubación se realiza en tanques de fermentación y una vez finalizada, el yogur se enfriá y se envasa. Se utiliza preferentemente para la fabricación de yogures líquidos, aunque se puede utilizar para yogures coagulados si se le añade a la leche agentes estabilizadores.

♦ **Fermentación continua.** Este tipo de fermentación requiere de fermentadores especiales que permitan la formación del yogur con un movimiento moderado.

La incubación requiere unas condiciones de temperatura (42–45°C) durante periodos de tiempo que pueden variar entre 2,5 y 3.

### 2.4.2. Refrigeración

El enfriamiento del yogur paraliza las reacciones fermentativas, evitando que el yogur siga acidificándose. Dependiendo del tipo de sistema de incubación utilizado (ver apartado anterior) encontramos dos sistemas de refrigeración principales:

♦ **Túneles de enfriamiento** de aire seco, cuando la fermentación se realiza en el propio envase (yogur firme), los palets con los envases se introducen en túneles de enfriamiento por aire seco frío en donde se hace descender la temperatura del producto hasta 15°C.

♦ **Intercambiadores de placas**, cuando el enfriamiento se produce tras la fermentación y antes del envasado (yogur líquido) se puede enfriar rápidamente el yogur una vez incubado utilizando cambiadores de placas.

### 2.4.3. Envasado

Como se ha comentado anteriormente, el envasado puede realizarse antes o después de la incubación.

Se aprovecha esta etapa de envasado para la adición de fruta, sabores y otros ingredientes.

Generalmente para el envasado del yogur se utiliza casi siempre 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 vidrio.

## 2.5 YOGUR PASTERIZADO DESPUÉS DE LA FERMENTACIÓN

Se entiende por «yogur pasteurizado después de la fermentación» el producto obtenido a partir del «yogur», que como consecuencia de la aplicación de un tratamiento por calor posterior a la fermentación equivalente a una pasteurización, ha perdido la viabilidad de las bacterias lácticas específicas y cumple todos los requisitos establecidos para el yogur en esta norma, salvo las excepciones indicadas en ésta. (RD 179/2003).

### Descripción general del proceso productivo.

Las etapas de acondicionamiento de la leche (desde recepción de la leche cruda hasta su tratamiento térmico) es igual a la del yogur de corta vida indicadas en el punto anterior.

La siembra del inoculo y la incubación se realizan antes del envasado (como los yogures líquidos).

Tras el periodo de incubación en tanque se produce un tratamiento térmico de pasterización que diferencia a este tipo de yogures de los tradicionales. El yogur se almacena en tanque estéril y posteriormente se envasa en condiciones asépticas.

En la figura 13 se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

### 2.5.1. Incubación

Previamente a la etapa de incubación se realiza la siembra de los microorganismos responsables de la fermentación de la leche. La siembra consiste en la inoculación del medio de cultivo en la leche previamente calentada a la temperatura de incubación del cultivo.

Dependiendo del tipo de yogur, la siembra puede efectuarse en régimen de continuidad, dosificando el cultivo directamente en el caudal de leche antes o después del calentamiento o de forma discontinua añadiéndolo en el tanque de incubación. En los yogures pasterizados la incubación se realiza en tanque.

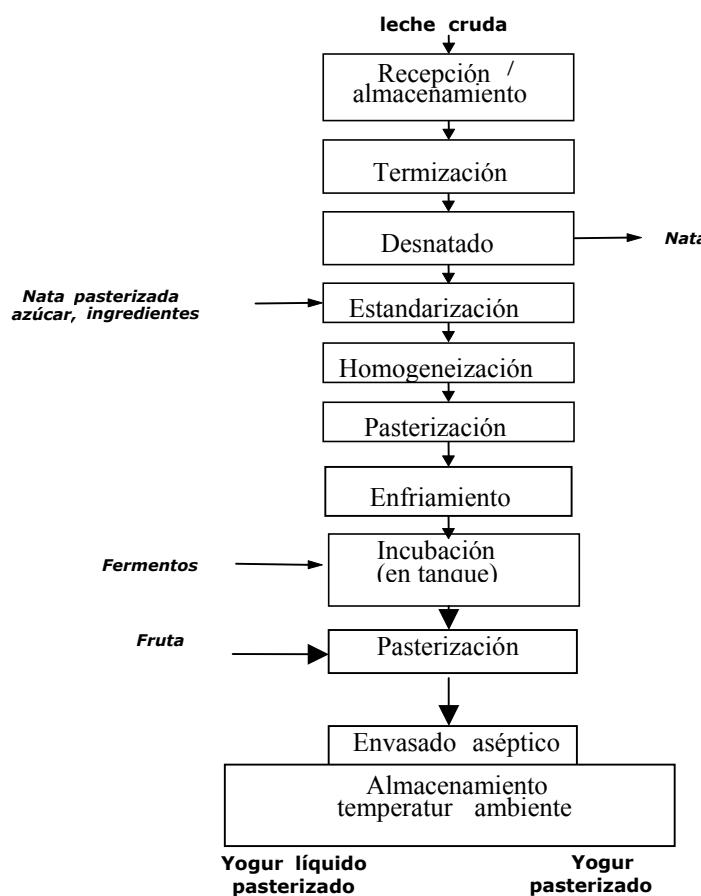


Figura 13. Diagrama de flujo de elaboración de yogur pasterizado

♦ **Fermentación discontinua en tanques.** Es la técnica más eficiente desde el punto de vista productivo y energético. La incubación se realiza en tanques de fermentación y una vez finalizada, el yogur se enfriá y se envasa.

La incubación requiere unas condiciones de temperatura (42–45°C) durante períodos de tiempo que pueden variar entre 2,5 y 3 horas.

### 2.5.2. Pasterización

A diferencia de los yogures tradicionales, este tipo de yogures sufren un tratamiento por el calor posterior a la fermentación equivalente a una pasteurización.

Como se ha comentado en el apartado de leche de consumo, este tipo de tratamiento puede oscilar entre un rango de valores de tiempo-temperatura entre 15-30 segundos a 72-85°C.

### 2.5.3. Envasado aséptico

El envasado aséptico es una técnica de llenado de producto estéril en envases estériles en condiciones asépticas. Para ello el producto a envasar debe estar estéril durante todo el proceso.

Todas las partes de la instalación de envasado que contactan con el producto, así como las tuberías de conducción del producto, del aire y del vapor se han de someter a una preesterilización.

Las instalaciones de envasado están equipadas con unos sistemas para esterilizar y mantener estériles las máquinas y los aparatos. Estos sistemas de esterilización suelen trabajar con vapor o con aire caliente, aunque también se emplean productos químicos y la acción combinada de factores físicos y químicos.

## **2.6 QUESO FRESCO Y MADURADO**

La elaboración de queso es una de las formas más antiguas de procesado de la leche, realizándose de forma tradicional en cada pueblo, zona o comarca.

El queso es un producto fresco o maduro, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos.

A continuación, después de la coagulación, se moldea, se sala, se prensa y en algunos tipos de queso se siembra con cultivos fúngicos o bacterianos. En algunos casos se le añaden también 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, que presentan características muy distintas y que requieren para su elaboración una serie de procedimientos más o menos diferenciados.

Se pueden seguir varios criterios para su clasificación:

- Según el origen de la leche con la que han sido elaborados (leche de vaca, cabra, oveja).
- Según las características del producto final (quesos con sal, quesos fundidos, etc.).
- Según el proceso de maduración (quesos curados, semicurados, frescos).

El queso fundido es una variedad de queso significativa desde el punto de vista de la producción en España. Su elaboración parte de queso ya elaborado al que se le añaden sales fundentes e ingredientes lácteos y, posteriormente, es sometido a un proceso térmico de cremación que da lugar a las características finales de este producto.

Después de la descripción del proceso productivo del queso fresco y curado se realizará una descripción de las etapas de proceso para la elaboración del queso fundido.

### **Descripción general del proceso productivo del queso.**

Antes de comenzar con las operaciones de elaboración de queso, la leche debe ser tratada y preparada para acondicionar sus características físicas, químicas y biológicas (filtración, clarificación, estandarización) al producto final que se quiere obtener (ver descripción del proceso productivo de la leche de consumo). La leche puede ser entera o estandarizada y se pasterizará o termizará en función del tipo de queso a obtener (pasterizado o leche cruda). La

etapa de pasterización será obligatoria para los quesos que se consuman antes de los sesenta días siguientes a su elaboración.

Una vez lista para iniciar la etapa de coagulación, se lleva la leche a la temperatura adecuada 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 el desuerado.

Después de separar el suero, se introduce la cuajada en 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).

Actualmente, la mayor parte de los quesos frescos envasados sufren un proceso previo de ultrafiltración que separa parte del suero antes de proceder a su cuajado en el propio envase.

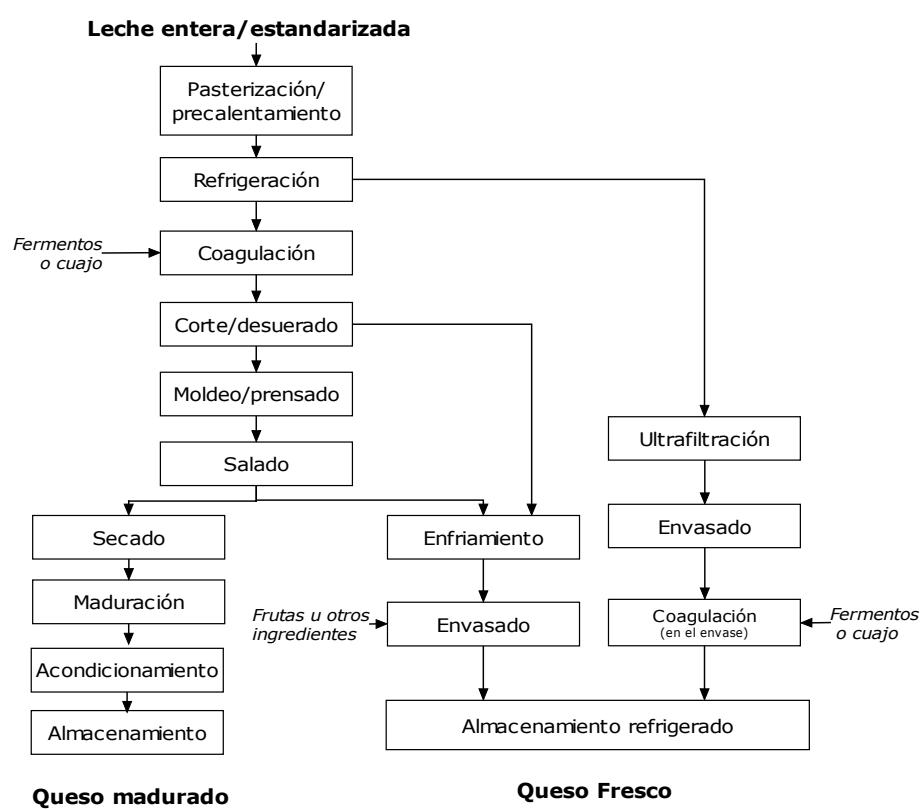


Figura 14. Diagrama de flujo de elaboración de queso

### 2.6.1. 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 a todos los componentes de la leche. La naturaleza del gel que se forma al coagular la caseína influye poderosamente sobre los posteriores procesos de fabricación del queso (desuerado, desarrollo de la maduración, formación de “ojos”, etc.).

La coagulación se realiza en cubas donde se forma la cuajada, estas cubas no debe moverse ni recibir golpes durante el tiempo de coagulación ya que de no ser así se pueden alterar los procesos de coagulación con la consecuente pérdida de caseína con el residuo líquido.

La coagulación puede realizarse de tres formas:

- Coagulación ácida.
- Coagulación enzimática.
- Coagulación mixta.

La **coagulación ácida** es la que se produce mediante ácidos, generalmente por la acción de bacterias lácticas que producen la transformación de la lactosa en ácido láctico. La formación de ácido láctico reduce el pH de la leche provocando la alteración del complejo caseína-calcio, liberando progresivamente el calcio de este complejo. Cuando el pH alcanza un valor de 4,6 se observa entonces la precipitación de la caseína que queda nadando en la fase líquida (lactosuero) que contiene además el calcio de la caseína en estado disuelto. El gel resultante de este proceso, está formado por cadenas proteicas más o menos polimerizadas formando una red, que no tiene ni rigidez ni compacidad.

La **coagulación enzimática** es el sistema de coagulación más empleado en la elaboración de queso, se produce mediante la adición de enzimas tipo proteasas. El cuajo obtenido de los estómagos secos de terneros en lactación contiene estos enzimas, por lo que se ha empleado tradicionalmente en la producción de queso.

La coagulación enzimática transforma el complejo caseína-calcio que se encontraba en disolución coloidal en una red de paracaseinato cálcico, formando el gel o coágulo, que engloba el resto de componentes del queso. La carga mineral de las micelas del coágulo así formado le confieren rigidez y compacidad. De esta forma una parte importante de la fase líquida (lactosuero) queda retenida en esta estructura.

La cantidad de enzima coagulante a añadir a la leche depende del valor de pH de ésta, del poder o fuerza coagulante del enzima y de la concentración y características de la leche a coagular. Otro factor importante a tener en cuenta en la coagulación es la temperatura de adición del cuajo o enzimas coagulantes.

De la temperatura de adición del cuajo dependen los tiempos de coagulación y de cuajado, además de influir en la capacidad de ligar agua, la retracción del coágulo y la acidificación.

Normalmente se trabaja con temperaturas entre 28º y 34°C excepto en el caso de los quesos que no se someten a maduración donde se trabaja a temperaturas más bajas.

Por último la **coagulación mixta**, es el resultado de la acción conjunta del cuajo y la acidificación láctica. La obtención de un gel mixto puede realizarse adicionando cuajo a una leche ácida o acidificando un gel enzimático.

En los quesos frescos envasados, la leche pasterizada es filtrada por medio de membranas de ultrafiltración que retienen grasas, proteínas, parte del suero, azúcares y sales antes de proceder a su cuajado dentro del envase.

### 2.6.2. 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.

En el caso de fabricación de queso fresco mediante ultrafiltración, la etapa de desuerado no se efectúa de ésta manera. Por el uso de este proceso de filtración, a la leche pasterizada se le retira, entre otros componentes, gran parte del suero contenido en la misma. De esta forma, al añadir el producto en el envase junto con los fermentos o el cuajo, el queso coagula en el propio envase sin necesidad de desuerado posterior.

El desuerado de una cuajada obtenida por coagulación ácida es difícil y da lugar a una cuajada muy húmeda y poco desuerada. Esto es debido a la dispersión de los agregados de caseína, a la escasa contracción del coágulo y a la ausencia de carga mineral de la caseína que forma una masa plástica que encierra el lactosuero. Se puede considerar que el desuerado se produce como un escurrido a través de la masa del coágulo.

El coágulo obtenido por vía enzimática no desuera al dejarlo en reposo sino que para la salida del lactosuero es necesario realizar acciones mecánicas. Para favorecer el desuerado, se corta la cuajada de esta forma se consigue multiplicar la superficie de exudación.

Las condiciones en que se efectúa el troceado del gel influyen sobre el producto final por lo que según el tipo de queso el troceado puede ser más o menos intenso.

Existen dos métodos principales de desuerado.

- En el desuerado en cuba, el coágulo es dividido en cubos los cuales quedan bañados por el lactosuero que exudan.
- En el desuerado en molde, el coágulo más o menos dividido es mantenido en masa, de la cual el lactosuero es separado a medida que se va formando. En algunos tipos de coágulos muy acidificados y desmineralizados se realiza la separación del lactosuero por centrifugación.

La separación del lactosuero de las cuajadas dejadas en reposo es débil y lenta y en la mayor parte de los quesos no se conseguiría la composición final deseada. Por este motivo se realizan otras operaciones que facilitan el desuerado de la cuajada. Existen dos tipos de tratamientos: térmicos y mecánicos.

Para la elaboración de determinados quesos donde se quiere obtener un extracto seco muy alto se emplean los tratamientos térmicos, donde debido a la elevación de la temperatura se produce un aumento del grado de desuerado del queso.

Para otros tipos de queso se pueden utilizar uno o varios de los siguientes tratamientos mecánicos: cortado, la agitación, el moldeo o el prensado.

Según el tipo de coagulación empleado se obtendrá un tipo de lactosuero distinto:

-Suero dulce. Es generado durante la coagulación enzimática de la leche. Generalmente contiene entre 0,6–0,9% de proteína soluble, alrededor del 0,3% de grasa y una gran cantidad de lactosa (más del 5%). En este tipo de suero la presencia de ácido láctico es prácticamente inapreciable.

-Suero ácido. Se genera cuando se realiza coagulación ácida para coagular la leche. Este tipo de lactosuero contiene aproximadamente la misma proporción de proteína soluble que el lactosuero dulce pero una menor proporción de grasa y algo menos de lactosa (4,5%), mientras que el ácido láctico representa hasta un 0.8%.

Genéricamente, hablaremos de lactosuero para referirnos al suero obtenido en el proceso de elaboración de queso independientemente del tipo de coagulación empleado.

### **Recuperación del lactosuero**

El lactosuero generado en la elaboración de queso es unas nueve veces el volumen de queso elaborado, y tiene una DQO de 40.000-60.000 mg/l. Este lactosuero debe ser recogido para su posterior valorización dentro o fuera de la instalación, evitando así su vertido a colector que supondría un aporte muy elevado de la carga orgánica al vertido final.

El lactosuero debe ser recogido, almacenado y transportado en condiciones adecuadas para asegurar su posterior valorización.

En los casos en los que la valorización del lactosuero es externa, suele haber una etapa previa de concentración mediante evaporación u ósmosis inversa para reducir el volumen final transportado. Las posibilidades de valorización del lactosuero son múltiples, aunque muchas de ellas condicionadas a su calidad. Entre ellas podemos destacar:

- Directamente como materia prima para la elaboración de productos lácteos y bebidas.
- Tras un proceso de ultrafiltración y secado mediante "*spray drying*" se obtiene una fracción que puede llegar a contener entre un 25-80% de proteína y que puede ser usada en la elaboración de múltiples productos alimenticios.
- Tras la concentración y secado mediante "*spray drying*" se obtiene un polvo que es susceptible de ser utilizado en alimentación, aunque existen problemas asociados por la caramelización de la lactosa. La precristalización de la lactosa antes de la etapa de secado podría evitar este efecto.
- Para alimentación animal (porcino, bovino).
- Extracción de compuestos de interés (proteínas, sales, extractos alimentarios, etc.).
- Producción de biogás mediante digestión anaerobia.
- Producción de bioalcohol tras fermentación.
- Desmineralización (+ secado para la elaboración de leche infantil y chocolate). Desmineralización por medio de electrodialisis o intercambio iónico. Alto coste de implantación pero da como resultado productos de elevado valor añadido.

#### **2.6.3. 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) y, deben ser tales, que le confieran al queso acabado las medidas y el peso establecido.

El prensado se aplica para favorecer la expulsión del suero intergranular de la cuajada y dar al queso su forma definitiva. Fundamentalmente se prensan los quesos de una mayor consistencia

del producto final. La intensidad de la presión ejercida variará en función del tipo de queso. El prensado de los quesos puede realizarse tanto por la presión que ejerce el peso de los mismos quesos como aplicando una fuerza adicional.

Este debe ser progresivo y uniforme, comenzando por una presión ligera de 1,5-2 kg dependiendo del tamaño de los quesos, para terminar hacia los 3,5-4 kg. de presión.

Durante el prensado también se produce la salida de lactosuero de la masa del queso, aunque la cantidad de lactosuero generada en esta etapa es menor que en el desuero.

#### **2.6.4. 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.

El salado es uno de los factores que más influyen en el sabor del queso. Además interviene en la regulación del contenido de suero y de la acidez. La sal hace que se esponje la pasta del queso, asegura su conservación (junto con el valor de pH), inhibe la germinación de los microorganismos causantes del hinchamiento y estimula el desarrollo de la flora de maduración del queso. El contenido en sal también influye en la consistencia del queso, cuanto mayor es el contenido en sal, mayor es la consistencia.

Esta operación se puede realizar sobre la leche (en la cuba) o sobre el queso, empleando salmueras (al 16–22% de sal) o sal seca. El tiempo y la cantidad o concentración de sal depende del tipo de queso y del método de salado.

Las operaciones posteriores al salado dependen del tipo de queso que deseamos como producto final, bien fresco o madurado. A continuación se indican las distintas etapas para la elaboración de estos dos tipos de quesos.

##### **a) Queso fresco**

Los quesos frescos son aquellos que no tienen periodo de maduración o éste es muy reducido, normalmente son aquellos que están dispuestos para el consumo al finalizar su proceso de fabricación. Despues del moldeo, prensado y salado, sufren un proceso de enfriamiento que proporciona consistencia al queso, se envasa y se almacena a temperatura de refrigeración para ser expedido al consumidor.

###### a.1 Enfriamiento

El queso elaborado se enfria a temperatura de envasado en cámaras de refrigeración.

###### a.2 Envase

Para el envasado del queso fresco generalmente se utiliza envases de poliestireno con tapas laminadas de aluminio recubierto de polietileno sellable con calor.

###### a.3 Almacenamiento refrigerado

Desde el momento del acabado del producto hasta su distribución comercial, los quesos frescos deben permanecer almacenados en cámaras de refrigeración.

**b) Queso madurado**

Queso madurado: es el que tras el proceso de fabricación requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos y/o químicos necesarios y característicos del mismo.

**b.1 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.

Esta operación se realiza en salas o cámaras de secado acondicionadas para este fin. En ellas se hace circular una corriente de aire con unas condiciones de temperatura y humedad controladas para provocar el secado superficial del queso.

**b.2 Maduración**

Los quesos, una vez salados y secados, son llevados a las salas o cámaras de maduración, en las que se controla la temperatura y la humedad.

Durante este periodo los quesos pierden peso por evaporación y desarrollan aromas y sabores característicos de cada tipo.

La maduración del queso incluye procesos físicos, microbiológicos y enzimáticos, dando lugar a un producto acabado con unas determinadas características de aroma, sabor y textura.

***b.2.1 Transformaciones organolépticas***

Los procesos más evidentes que tienen lugar son, generalmente:

- Formación de una corteza más o menos dura que según el tipo de queso puede ser seca o estar recubierta con una capa de fermentos o mohos (aspecto externo).
- Formación de una pasta homogénea y suave de un color que puede ir desde el blanco hasta el amarillo (aspecto interno).
- Formación de agujeros u “ojos”, de fisuras o de hendiduras.

***b.2.2 Transformaciones químicas***

La caseína sufre un desdoblamiento hidrolítico (descomposición con adición de agua) que se desarrolla escalonada o paralelamente, a veces hasta sus componentes elementales, los aminoácidos. En las transformaciones químicas también se ven involucradas las grasas, que sufren un desdoblamiento que va a ser el origen de la producción de las sustancias aromáticas que caracterizarán al queso acabado.

***b.2.3 Transformaciones microbiológicas***

Una de las condiciones indispensables para que la maduración se desarrolle de una forma óptima es la formación de una flora específica de maduración. Se caracteriza fundamentalmente por ser una flora superficial y por la formación de agujeros en el interior de la pasta del queso.

### b.3 Acondicionamiento

Para una adecuada maduración los quesos sufren volteos periódicos con una frecuencia determinada que permite que adquieran la forma correcta, se sequen de forma homogénea y haya una correcta distribución de las sustancias antimoho añadidas a la corteza (sorbato potásico o pintura plástica con pimaricina).

### b.4 Almacenamiento

Después de la maduración los quesos están listos para salir al mercado, pero si no hay demanda y se quieren almacenar, se introducen en cámaras de conservación a temperaturas de 4-5°C para evitar que sigan madurando y con una humedad algo más elevada que en las cámaras de maduración para que el queso no siga perdiendo peso.

## 2.7 QUESO FUNDIDO

Se entiende por queso fundido el producto obtenido por molturación y/o mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico de una o mas variedades de queso con o sin adición de agentes emulgentes, de leche y productos lácteos y de otros productos alimenticios. El tratamiento térmico al que se les somete hace que sean productos de larga conservación.

La aptitud de un queso para la fabricación de queso fundido depende sobre todo del contenido de agua, es decir, del extracto seco, del valor de pH, de sus propiedades organolépticas y de su grado de maduración.

El proceso general de elaboración consiste en primer lugar en un mezclado y estandarización de los ingredientes que compondrá el queso fundido (queso base, ingredientes lácteos y sales fundentes). Posteriormente se realiza un tratamiento térmico de esta mezcla para pasar al proceso de cremación o fundido de la misma, donde el queso adquiere las características finales deseadas. Se envasa, se enfriá y se almacena a la espera de su distribución comercial.



Figura 15. Diagrama de flujo de elaboración de queso fundido

### **2.7.1. Mezclado/estandarización**

En principio se puede procesar cualquier tipo de queso, aunque los que reúnen las mejores condiciones para la elaboración de queso fundido son los quesos de pasta dura y los de pasta firme.

En esta etapa inicial se realiza el mezclado del queso junto con una serie de ingredientes lácteos, sales fundentes y otros, que facilitaran su proceso de fundido. La composición de la mezcla no solo determina el sabor del producto sino también su consistencia.

La adición de sales fundentes (sales de ácido fosfórico y ácido cítrico fundamentalmente), favorece la formación de caseinatos sódicos, lo que incrementa las propiedades emulsionantes y de retención de agua de la pasta. De esta forma se facilita la dispersión de los componentes durante el proceso de fusión, originándose una emulsión estable de queso fundido. Este hecho impide que un nuevo aporte de calor provoque la descomposición del queso en sus componentes principales: caseína, agua y grasa.

Los complementos se suelen añadir antes de que los quesos crudos se introduzcan en la caldera de fusión de la máquina fundidora. En grandes producciones se realiza un premezclado. En proceso de producción baja se introducen los ingredientes directamente en la caldera de fusión.

### **2.7.2. Tratamiento térmico**

Hasta ahora, la normativa sobre quesos fundidos indica que el tratamiento térmico durante la fabricación del queso fundido debe alcanzar una combinación equivalente o mayor de tiempo y temperatura de 70°C durante treinta segundos.

### **2.7.3. Fusión**

El proceso de fusión tiene por finalidad el conferirle a la mezclas de quesos, agua y complementos auxiliares una consistencia homogénea mediante la aplicación de calor, de tratamientos mecánicos y de sales fundentes. La velocidad del proceso de cremado depende mucho de las sales fundentes y del grado de maduración, es decir, de la textura de los quesos.

La maquinaria empleada para la fusión suele ser de funcionamiento continuo o discontinuo. En función del tamaño de la empresa se utilizan unos sistemas u otros. En empresas de gran tamaño predomina el proceso continuo.

Las máquinas fundidoras discontinuas suelen ser dos calderas basculantes de acero inoxidable provistas de camisas calefactoras. Por medio de una adecuada agitación se consigue un calentamiento homogéneo del contenido. Para que el producto alcance las temperaturas adecuadas se suele realizar inyección directa de vapor dentro de la cámara. El proceso de fusión se da por finalizado cuando se ha formado una masa homogénea y lisa.

Dependiendo del queso crudo y de las características deseadas en el producto acabado el tratamiento de fusión es moderado o intenso, variando la temperatura, el tiempo, la agitación y/o el tipo de sales fundentes añadidas.

#### **2.7.4. Envasado**

La masa caliente y espesa de queso se transporta hasta la maquinaria de moldeado y envasado. El queso fundido caliente se ha de envasar lo antes posible para evitar que a causa de un nuevo fenómeno de refusión se origine un producto demasiado cremoso.

Los quesos fundidos podrán presentarse para la venta al consumidor en forma de barras o bloques, lonchas, porciones de diferentes formas geométricas, pasta en tubos, vasos o tarrinas.

#### **2.7.5. Enfriamiento**

Después del envasado del queso caliente se procede a su enfriamiento. El modo en que los productos terminados se enfrian difiere mucho, dependiendo del tipo del queso fundido de que se trate. Un enfriamiento rápido detiene la cremación del producto, lo cual es necesario en algunos de ellos. Los quesos fundidos de consistencia resistente al corte se deben enfriar lentamente; los quesos fundidos para untar, por el contrario, se deben enfriar con la mayor rapidez posible.

El enfriamiento del queso envasado se suele realizar mediante el uso de cámaras o túneles de refrigeración. El sistema de enfriamiento difiere en función del producto y la forma de producción. En general, los túneles de enfriamiento son más utilizados en las empresas con fabricación en continuo y las cámaras cuando hablamos de fabricación en discontinuo.

El tiempo de paso por los túneles, donde le enfriamiento se realiza mediante aire frío, es de 30 a 60 minutos, llegando los quesos a una temperatura final de 25°-35°C.

Existen otros sistemas de enfriamiento diferentes para ciertos productos que pueden estar basados en refrigeración directa o indirecta.

#### **2.7.6. Almacenamiento**

El almacenamiento depende del tratamiento térmico y de las características del producto. En el mercado encontramos tanto quesos fundidos con requisito de almacenamiento refrigerado o a temperatura ambiente.

### **2.8 NATA**

La materia prima utilizada en el proceso de fabricación de este producto lácteo es la nata obtenida de la leche en los diferentes procesos de desnatado a que se ve sometida.

La nata de consumo se obtiene tras la estandarización con determinados ingredientes y tratamiento térmico de la nata base. Puede comercializarse como nata fresca (pasterizada) o de larga duración (tratamiento UHT y esterilizada) tras ser sometida a un proceso de estabilización microbiológica mediante pasterización/esterilización y un envasado final.

#### **Descripción del proceso productivo**

La nata procede de la fase de desnatado que se realiza a la leche cruda. El proceso que se aplica a la nata es un tratamiento térmico para estabilizarla desde el punto de vista microbiológico. El

tipo de tratamiento (pasteurización, esterilización o UHT) depende del producto final que queramos conseguir. Posteriormente la nata es envasada y almacenada.

Se entiende por **nata pasterizada** la sometida a un tratamiento térmico en condiciones tales de temperatura y tiempo que aseguren la total destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora banal sin modificación sensible de su naturaleza físico-química y cualidades nutritivas.

Se entiende por **nata UHT** la sometida, en circulación continua, a tratamiento térmico que asegure la destrucción de los gérmenes y la inactivación de sus formas de resistencia, siendo posteriormente envasada en condiciones asépticas.

Se entiende por **nata esterilizada** a la sometida a un proceso de esterilización comercial, semejante al descrito para la leche y los productos lácteos aromatizados (batidos).

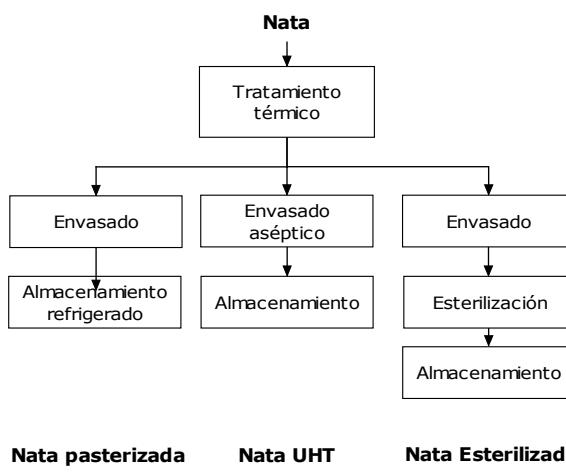


Figura 16. Diagrama de flujo de obtención de nata

### 2.8.1. Tratamiento térmico

Como se ha comentado anteriormente, el tipo de tratamiento térmico a realizar depende del producto final requerido, nata pasterizada, nata esterilizada o nata UHT.

Las temperaturas de pasteurización de la nata oscilan entre los 95º y 110ºC. Cuanto mayor sea el contenido de grasa más alta tendrá que ser la temperatura de pasteurización. Para esta operación se utilizan intercambiadores de placas preparados y diseñados especialmente teniendo en cuenta la elevada viscosidad de la nata, comparada con la de la leche.

El tratamiento de esterilización y UHT de la nata es similar al que se realiza en la leche de consumo, pero teniendo en cuenta las presiones de homogeneización, que deben ser adecuadas al tipo de nata que se quiere fabricar.

Para mejorar el rendimiento global del tratamiento de la nata se emplean líneas de tratamiento completo que incluyen fase de calentamiento y de recuperación térmica y de refrigeración, donde se enfriá la nata. Se suelen usar tanques con agitador y camisa externa, que sirven para refrigerar y estandarizar la nata.

Para obtener más información sobre la operación de pasterización ver Apartado 2.1.6.

### **2.8.2. Envasado y envasado aséptico**

El material de envase podrá ser vidrio, cartón parafinado, material macromolecular o cualquier otro autorizado para este fin. En el caso del envasado aséptico se utilizarán envases previamente esterilizados, al igual que todas las conducciones y equipamiento necesario para el envasado.

### **2.8.3. Almacenamiento**

La conservación del producto se realizará en todo momento a una temperatura no superior a 8°C, a excepción de las natas UHT y esterilizadas.

## **2.9 MANTEQUILLA**

La mantequilla es un producto que se obtiene a partir de la nata tras su maduración y eliminación de gran parte de la fase acuosa, con lo que en realidad es una emulsión de agua en grasa.

### **Descripción general del proceso productivo de la mantequilla.**

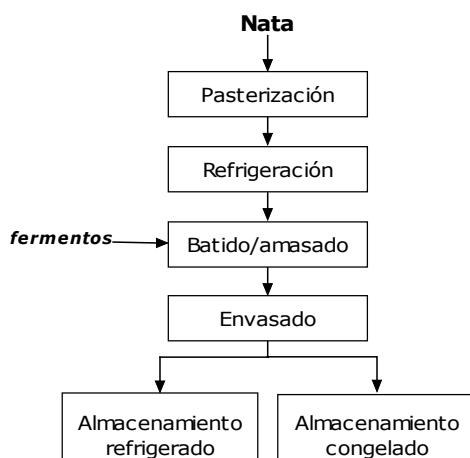
La mantequilla es un producto de olor y sabor característicos obtenido tras la maduración de la nata, en la que ésta sufre una serie de transformaciones bioquímicas. Mediante el batido y amasado, pierde gran parte de la fase acuosa y se transforma la emulsión de grasa en agua (nata) en una emulsión de agua en grasa (mantequilla).

Existen varios sistemas para la elaboración de mantequilla, aunque por su mayor representatividad podemos destacar dos: los basados en la aglomeración de los glóbulos grasos y los basados en la refrigeración de una concentración de grasa (utilizado para obtener mantequilla con un contenido en grasa inferior al 50%).

A continuación, describiremos el procedimiento continuo de elaboración de mantequilla basado en la aglomeración de los glóbulos grasos, por ser el más relevante desde el punto de vista de la producción total.

Previamente, la elaboración de mantequilla comienza con el tratamiento previo de la nata (pasterización, refrigeración y maduración). A continuación, se separa la fracción acuosa (mazada o suero de mantequilla) de los granos de mantequilla, los cuales se someten a un posterior lavado con agua fría o con la propia mazada.

Finalmente, con el fin de obtener una masa compacta y homogénea en la que el agua esté uniformemente distribuida, los granos de mantequilla se someten a un amasado. Por último se realiza el envasado de la mantequilla.



*Figura 17. Diagrama de flujo de elaboración de mantequilla*

### 2.9.1. Pasteurización de la nata.

Esta etapa de tratamiento de la nata es de gran trascendencia para que no aparezca ningún tipo de defecto durante la fabricación de la mantequilla.

Las temperaturas de pasteurización de la nata oscilan entre los 95°-110°C. Cuanto mayor sea el contenido de grasa más alta tendrá que ser la temperatura de pasteurización. Para esta operación se utilizan cambiadores de placas preparados y diseñados especialmente teniendo en cuenta la elevada viscosidad de la nata.

### 2.9.2. Refrigeración.

La refrigeración de la nata es una condición importante para asegurar el óptimo desarrollo de su maduración, que es la preparación intensiva final de la nata para la posterior etapa de batido.

La nata se suele enfriar bruscamente a la temperatura óptima de cristalización de la grasa (<25°C) y se mantiene a esta temperatura durante al menos 2-3 horas. Una cristalización óptima influye sobre el proceso de batido, el contenido de grasa de la mazada o suero de mantequilla y la consistencia de la misma.

El enfriamiento se suele realizar con cambiadores de placas o tubulares.

Se aprovecha este proceso de enfriamiento para llevar a cabo la maduración de la nata, que tiene por objeto la cristalización de los glóbulos de grasa 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 nata se enfriá por debajo de los 10°C.

La maduración se realiza en tanques equipados con un agitador y a veces con camisa externa de aislamiento para mantener las condiciones de temperatura requeridas en esta etapa. La temperatura variará según las fases de la maduración por lo que el control de la temperatura es importante en esta etapa.

Se distinguen los siguientes sistemas de maduración:

**-Maduración sin acidificación**

El método consiste en mantener la nata a una temperatura 6-12°C durante 4-15 horas, periodo en el que la nata sufre transformaciones meramente físicas. La nata así preparada se mantiene con un pH>6.2 aproximadamente. Este tipo de maduración se emplea en la fabricación de mantequilla de nata dulce.

**-Maduración con acidificación**

En la maduración con acidificación tienen lugar procesos físicos y bioquímicos. En este caso se añaden fermentos lácticos a la nata que en condiciones adecuadas transforman la lactosa en ácido láctico, acidificando el medio y provocando cambios físico-químicos que posteriormente facilitarán la separación de la grasa y del suero durante el batido. Los fermentos lácticos se adicionan en el depósito de maduración hasta obtener el pH adecuado para realizar el batido.

Una combinación de los métodos anteriores consiste en realizar primero una maduración sin acidificación y posteriormente, durante el amasado, añadir los fermentos lácticos, obteniéndose mantequilla de nata acidificada.

### **2.9.3. Batido-amasado**

La formación de la mantequilla se caracteriza esencialmente porque la grasa de la nata se junta formando grumos más o menos grandes, los granos o gránulos de mantequilla, y por la aparición de una fase acuosa, la mazada o suero de mantequilla.

Para proceder al batido de la nata madurada 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 grasa compuesta por grumos de mantequilla y una acuosa denominada mazada o suero de mantequilla. La primera es realmente una emulsión de agua en materia grasa.

En algunos casos, los granos de mantequilla se lavan con agua fría para eliminar los restos de mazada como paso previo al amasado. La calidad del agua empleada debe garantizar que no se produzcan contaminaciones del producto.

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).

La técnica de fabricación continua consiste en llevar a cabo estas operaciones sin interrupción y en menos tiempo (uso de tambores cilíndricos rotativos en el que se desarrolla consecutivamente las operaciones de batido y amasado), lo que permite aumentar los caudales horarios de producción, aumentar la calidad del producto y facilitar el envasado posterior. Solamente se sigue empleando el sistema discontinuo o batch en pequeñas instalaciones.

En la operación de batido-amasado se produce la generación de la mazada con la que se eliminan también la mayor parte de los microorganismos presentes en la nata (fermentos lácticos y otros microorganismos).

#### **2.9.4. Envasado**

La mantequilla se tiene que envasar nada más salir de la máquina de fabricación para evitar contaminaciones microbiológicas. Para el envasado se pueden utilizar máquinas moldeadoras, llenadoras y selladoras.

Los materiales de envase más utilizados son: papel u hoja de aluminio laminado con papel vegetal o papel resistente a la grasa, láminas de polietileno, tarrinas plásticas (polipropileno termoformado, LDPE o PVC). Para los envases de venta al por mayor se emplean cajas de cartón forrado de LDPE o latas.

Por su parte, para el envasado de la nata se utilizan envases de plástico (poliestireno) o de cartón con capas de plástico o laminado de aluminio.

El principal aspecto ambiental que se puede producir en esta operación son los restos de producción y envases defectuosos debidos a fallos en el envasado y contaminaciones microbiológicas. Así como el consumo de energía eléctrica de las máquinas envasadoras.

La mantequilla como producto final para ser comercializado se puede presentar de dos formas, como producto refrigerado o congelado.

#### **2.9.5. Almacenamiento refrigerado**

Para conservar la mantequilla una vez envasada y hasta la disposición al consumidor se debe mantener a temperatura de refrigeración no superior a 6°C.

#### **2.9.6. Almacenamiento congelado**

La mantequilla envasada se almacena en cámaras de congelación hasta el momento de su distribución comercial.

### **2.10 POSTRES LÁCTEOS**

Los postres lácteos son productos que han sido elaborados mezclando leche tratada y estandarizada con una serie de ingredientes, en función de una receta determinada, que le aporten las características organolépticas deseadas (cremosidad, untuosidad, solidez, etc.).

Para que estos productos sean conservables se someten a procesos de pasterización alta. Si queremos que sean de larga duración se someten a un procedimiento UHT.

Con la denominación de postres lácteos nos podemos encontrar productos como los flanes, natillas, mousses, etc.

#### **Descripción del proceso productivo**

En general, la elaboración de este tipo de productos parte de leche tratada y estandarizada a la que se le añaden una serie de ingredientes no termosensibles. Una vez dosificados se mezclan de forma adecuada hasta conseguir la consistencia o características propias del producto.

Posteriormente, el resultado de esta mezcla se somete a tratamiento térmico (pasterización/UHT) y se homogeneiza el producto para que conseguir un tamaño de partícula uniforme en todo el seno del mismo. Se enfriá el producto y se añaden, en su caso, aquellos ingredientes necesarios, que por ser termosensibles no se han podido adicionar previamente.

Si se trata de productos cremosos, nos encontramos a continuación con una etapa de aireado o montado, pasando posteriormente a la etapa de envasado, normal o aséptico. Finalmente se almacenan en cámaras de refrigeración.



(1) en algunos casos se homogeneiza antes del tratamiento térmico  
(\*) Opcional

Figura 18. Diagrama de elaboración de postres lácteos

### 2.10.1. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico que se realiza en esta etapa es similar al realizado para el acondicionamiento de la leche cruda para su consumo.

### 2.10.2. Homogeneización

En esta etapa, al igual que en el tratamiento de la leche cruda, se busca conseguir en el seno del producto un tamaño de partícula homogéneo, en este caso no solo de los glóbulos grados, sino también de los ingredientes que se le han añadido a la leche.

Esta operación se suele hacer de forma conjunta al tratamiento térmico.

### 2.10.3. Refrigeración

Posteriormente al tratamiento térmico, se enfriá la mezcla de leche e ingredientes para completar su acondicionado térmico. Como se ha comentado en otras etapas de refrigeración de productos lácteos, esta operación se puede hacer con equipos de placas o tubulares.

#### **2.10.4. Aireado/montado**

En esta etapa se acondiciona el producto antes de su envasado final, aportándole las características de cremosidad, untuosidad, esponjosidad, firmeza, etc. adecuadas. Dependiendo del tipo de producto final se puede inyectar aire tratado para dar aspecto de espuma o esponjoso.

Se aprovecha esta etapa para la adición de ciertos ingredientes termosensibles que no se han podido añadir antes del tratamiento térmico.

#### **2.10.5. Envasado y otros tratamientos**

Generalmente, para el envasado de postres lácteos 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 vidrio.

Algunos productos requieren ser envasados en caliente.

#### **2.10.6. Almacenamiento refrigerado**

Desde su elaboración hasta su distribución final al consumidor, este tipo de productos deben ser almacenados en cámaras de refrigeración.

### **2.11 HELADOS**

Los helados son productos obtenidos por congelación de una mezcla pasteurizada de leche, nata y azúcar, aromatizada en condiciones definidas con frutas, jugos de frutas, aromas u otros ingredientes. Están definidos varios tipos de helados:

- a) **Helado crema.** Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 8% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 2,5% de proteínas exclusivamente de origen lácteo.
- b) **Helado de leche.** Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 2,5% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6% de extracto seco magro lácteo.
- c) **Helado de leche desnatada.** Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como máximo un 0,30% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6% de extracto seco magro lácteo.
- d) **Helado.** Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 5% de materia grasa alimenticia y en el que las proteínas serán exclusivamente de origen lácteo.
- e) **Helado de agua.** Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 12% de extracto seco total.

f) **Sorbete.** Esta denominación está reservada a un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 15% de frutas y como mínimo un 20% de extracto seco total.

### **Descripción del proceso productivo**

A pesar de la simplicidad de los ingredientes, la interacción entre los componentes del helado es bastante compleja debido a que es una emulsión, una espuma y una dispersión al mismo tiempo. Los glóbulos de grasa, burbujas de aire y cristales de hielo están dispersos en una solución concentrada de azúcares para formar una matriz semisólida, congelada y aireada.

El objetivo principal en la elaboración de helados es lograr obtener los distintos componentes insolubles (aire, hielo y grasa) dentro de una fase acuosa en el menor tamaño y mayor número posible.

Puede decirse que la estructura del helado consta de dos fases: continua y dispersa. La fase continua es una combinación de una solución, una emulsión y una suspensión de sólidos en líquido. Los componentes de dicha fase son:

- ❑ Solución: agua, azúcar, hidrocoloides, proteínas de la leche, otros solutos.
- ❑ Suspensión: cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de la leche.
- ❑ Emulsión: glóbulos grasos.

La fase dispersa es una espuma formada por burbujas de aire distribuidas en un medio líquido y emulsionadas con la grasa de la leche.

Una vez seleccionadas las materias primas que van a formar parte del producto (leche, nata, manteca, agua, etc.) se mezclan adecuadamente y se someten a tratamiento térmico de pasterización.

Posteriormente se homogeneiza la mezcla, es decir, sometemos al mix (mezcla de ingredientes), a presiones que varían dependiendo del tipo de máquina homogeneizadora, y del producto a elaborar, con el objetivo de hacer que las moléculas que forman el helado sean lo mas pequeñas posibles.

A continuación, se baja rápidamente la temperatura a 4-6°C y se pasa a la fase de maduración, que suele durar unas 24 horas. El mix (mezcla de helado en estado pastoso) esta en tanques de acero inoxidable a una temperatura de entre 4-6°C, en este tiempo todas las materias primas van a tomar las características propias del helado, olor, sabor, color, etc.

Por último se pasa a la fase de congelación (bajamos la temperatura entre -6 y -10°C), utilizando para ello un tipo de máquina llamada fabricadora o mantecadora, donde se introduce el mix y por batimiento se congela (mientras se remueve la mezcla despacio, lo que permite que se airee), saliendo al cabo de unos minutos el helado con sus características finales.

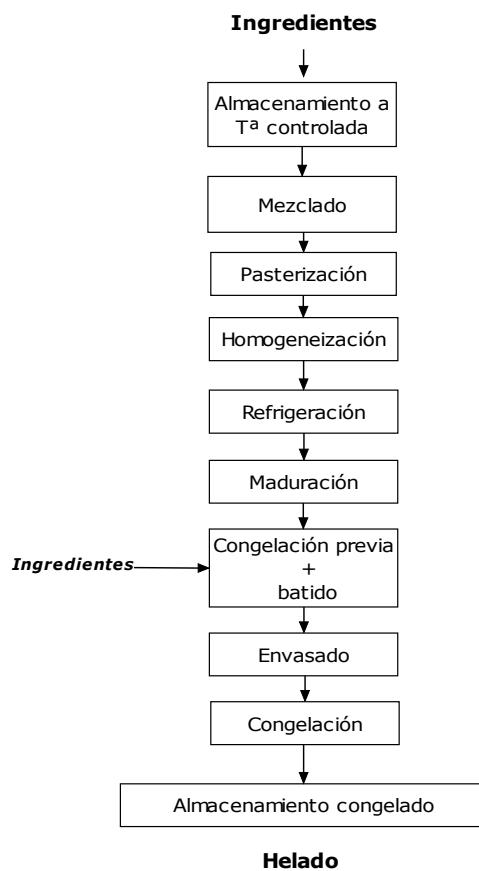


Figura 19. Diagrama de flujo de elaboración de helados

### 2.11.1. Almacenamiento a temperatura controlada

En esta etapa del proceso, todos los ingredientes necesarios para la elaboración del helado (leche, crema, azúcar, frutas frescas, frutas en conserva, yogur, café, chocolate, huevos, etc.) están almacenados en condiciones adecuadas, bien refrigerados, congelados, en lugares secos, etc. En este sentido, los ingredientes perecederos o inestables necesitarán un almacenamiento en depósitos acondicionados térmicamente.

### 2.11.2. Mezclado

La mezcla o mix se obtiene en una cuba con agitador. Se introducen en ella todos los productos que entran en la composición, salvo los que sean termosensibles. Cuando se ha conseguido una mezcla adecuada se procede inmediatamente a la pasterización de la misma.

### 2.11.3. Pasterización

El tratamiento de pasterización, desde el punto de vista técnico, tiene las mismas características que se han indicado en el apartado de leche de consumo. En el caso de los helados quizás haya que tener alguna consideración adicional al tratarse de una mezcla de ingredientes y no un ingrediente en particular el que se somete a este proceso.

La pasteurización total de la mezcla es el procedimiento correcto porque incluye en su tratamiento no sólo el elemento que mayores posibilidades de contaminación ofrece (la leche y sus derivados), sino también otros que por diversas causas pueden ser motivo de problemas bacteriológicos: azúcar, huevos, cacao, etc. Ninguno de ellos ofrece condiciones de asepsia o esterilidad en sus procesos de elaboración y es necesario que el tratamiento integral por calor de la mezcla, elimine cualquier posibilidad de que el conjunto, y por lo tanto, el producto final, quede contaminado.

Las temperaturas altas en la pasteurización del mix producen una textura más suave y permiten una mejor disolución de las grasas y azúcares, y permiten una mejor integración entre los ingredientes. Existen equipos pasterizadores con sistemas de homogeneización incorporado.

#### **2.11.4. Homogeneización**

La elaboración de helado comienza con una simple emulsión de aceite en agua, que se crea al homogeneizar los ingredientes a una temperatura donde toda la grasa está en estado líquido (temperatura de pasteurización).

Durante la homogeneización se logra disminuir el tamaño de los glóbulos grasos a menos de 1 mm, aumentando así su área superficial, y se promueve la formación de una membrana de proteínas (principalmente caseínas) que rodean la superficie de dichos glóbulos grasos. En este momento las gotas de grasa se mantienen separadas y suspendidas en la fase acuosa debido al efecto estabilizante otorgado por dicha membrana.

Durante la homogeneización se controlan dos parámetros fundamentales que influyen en la textura del helado: temperatura y presión. Si se trabaja a una temperatura menor a 65°C se formarán agregaciones de glóbulos grasos (clumping), en cambio a temperaturas elevadas (85°C) se produce la ruptura de los glóbulos grasos con mayor eficiencia.

La maquinaria habitualmente empleada para la realización de la homogeneización ya se ha indicado anteriormente.

#### **2.11.5. Refrigeración**

Al igual que en la leche y otros productos lácteos, esta etapa de refrigeración sirve para bajar la temperatura rápidamente después del tratamiento térmico aplicado a la mezcla y de esta forma completar el proceso de higienización buscado.

Para ello se hace pasar al producto pasterizado y homogeneizado por sistemas de intercambio térmico, aunque en este caso se trata de productos más pastosos y de mayor viscosidad.

#### **2.11.6. Maduración**

Al proceso de homogeneización le sigue la maduración, es decir, se mantiene la mezcla a una temperatura entre 0-5°C durante 4-24 horas antes de la congelación. Este proceso promueve el desarrollo de los siguientes fenómenos:

- cristalización de la grasa, por lo cual ésta puede coalescer parcialmente. Los ácidos grasos de alto punto de fusión comienzan a cristalizar y se orientan hacia la superficie del glóbulo graso, quedando en el centro del mismo la grasa líquida,
- hidratación de las proteínas y estabilizantes dando por resultado un aumento en la viscosidad,
- reacomodamiento en la membrana superficial de los glóbulos grados (los emulsionantes reemplazan parcialmente a las proteínas y, de este modo, disminuye la estabilidad de los glóbulos grados aumentando la probabilidad de que se produzca la coalescencia parcial de los mismos).

Se realiza en tanques de acero inoxidable acondicionados térmicamente. En este tiempo todas las materias primas van a tomar las características propias del helado, olor, sabor, color, etc.

### 2.11.7. Congelación previa y batido

Después de la maduración, la mezcla de helado comienza a batirse y a congelarse. Este proceso crea dos fases estructurales discretas, millones de pequeños cristales y burbujas de aire dispersas en una fase concentrada no congelada. Con este proceso se consiguen los siguientes efectos:

- 1.-Incorporación de aire, por agitación, con lo que daremos volumen y consistencia al helado.
- 2.-Primera fase de congelación a la que está sometido el mix, produciendo los primeros cristales de hielo.

La etapa de cristalización consiste en la nucleación y crecimiento de los cristales. La nucleación es la asociación de moléculas en una partícula minúscula ordenada, de un tamaño suficiente como para sobrevivir y servir de sitio para el crecimiento de los cristales. El crecimiento de un cristal es el aumento de tamaño de los núcleos por adición ordenada de moléculas.

Estas dos etapas ocurren simultáneamente, por lo tanto se hace necesario controlar sus velocidades relativas para lograr controlar las características del sistema cristalino.

A medida que comienza la cristalización, el agua proveniente de la leche se va congelando en forma pura. De esta manera comienza a aumentar la concentración de la solución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo. El punto de congelación de dicha solución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración, de acuerdo a las propiedades coligativas.

El proceso de batido ayuda a que los cristales de hielo se mantengan en un tamaño discreto. Los cristales de hielo deben tener un diámetro entre 30-50  $\mu\text{m}$ .

Es importante lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, puesto que en la etapa siguiente, el endurecimiento, los cristales aumentarán de tamaño si existe aún agua disponible y darán por resultado una textura final indeseada.

Otro factor importante es la capacidad de incorporar aire (*overrun*), la cual va a depender de la temperatura. La mayor incorporación de aire se produce entre -2 a -3°C aproximadamente, cuando la mezcla se endurece, decrece la capacidad de incorporación de aire. Este nuevo ingrediente queda incorporado en forma de pequeñas burbujas o células de 50-80  $\mu\text{m}$  de diámetro. Aproximadamente la mitad del volumen del helado está compuesto por aire, sin él el helado no tendría la estructura suave característica.

La estabilidad de este sistema (aire-cristales de hielo-gotas de grasa-fase líquida) dependerá del grado del *overrun*, del tamaño de las celdas de aire y, fundamentalmente, del espesor de la capa que rodea las células de aire. Esta capa está constituida por la grasa parcialmente desestabilizada, proteínas lácteas, sales no disueltas y estabilizantes. Las capas deben tener un espesor mínimo de 10 µm y ser suficientemente resistentes.

A igual cantidad de aire incorporado, si las células de aire tienen menor tamaño habrá una mayor área superficial a cubrir por dicha capa, por lo tanto la misma será más delgada y las células estarán más predispuestas a deformarse por la acción de los cristales de hielo. Si las burbujas de aire se unen entre sí y escapan de la matriz, el helado no puede mantener su forma y colapsa. Manteniendo las burbujas de aire finamente dispersas se impide que los cristales de hielo estén en contacto entre sí y aumenten su tamaño.

Se utilizan congeladores continuos o freezers, que son tambores de doble pared y utilizan amoniaco como refrigerante. La mezcla penetra en ellos de forma ininterrumpida y a una velocidad determinada según el grado de congelación deseado. Al mismo tiempo se inyecta aire filtrado destinado a producir el esponjamiento característico de los helados.

### **2.11.8. Envasado y congelado**

Después de terminar el proceso de batido, el helado está aún bastante blando, debiendo ser envasado y ultracongelado rápidamente para no producir deformaciones ni pérdidas de volumen, evitando por lo tanto alterar su textura original. La temperatura de salida del helado de la mantecadora oscila entre los -4 y -5°C, con lo que el tiempo de congelación es relativamente pequeño.

Para una congelación correcta del helado se baja la temperatura interior del producto hasta los -23°C lo más rápidamente posible, para evitar la formación de grandes cristales de hielo, con una temperatura interior del armario de congelación de unos -35 y -37°C.

### **2.11.9. Almacenamiento congelado**

El helado puede ser almacenado por bastante tiempo, sin embargo debe cuidarse que las cámaras estén a la temperatura indicada y que no se corte en ningún momento la cadena de frío o que haya fluctuaciones importantes en la temperatura.

Demasiado tiempo de almacenamiento puede afectar la textura y aspecto del helado. Se debe elaborar de acuerdo a un plan de trabajo bien organizado.

La vida útil del helado depende ampliamente de las condiciones de almacenamiento del mismo. Lo importante es evitar fluctuaciones de temperatura durante su almacenamiento y distribución, además de lograr un adecuado proceso.

## 2.12 OPERACIONES AUXILIARES

Para el correcto funcionamiento de una industria láctea, al igual que para muchas otras industrias, es indispensable la existencia de una serie de servicios auxiliares. Se describen a continuación los que pueden tener alguna repercusión ambiental relevante.

- Limpieza de equipos e instalaciones.
- Generación de Calor.
- Generación de frío.
- Generación de energía eléctrica.
- Generación de aire comprimido.
- Tratamiento de aguas.
- Mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Almacenamiento de productos auxiliares (productos químicos, combustibles, agua oxigenada).
- Recogida, acondicionamiento y almacenamiento de residuos (industriales, laboratorio, etc.).
- Tratamiento de aguas residuales.

### 2.12.1. Limpieza de equipos e instalaciones

La limpieza y desinfección en la industria láctea, al igual que para el resto de los sectores de fabricación de alimentos y bebidas, es de suma importancia, pues el producto que se elabora está destinado a consumo humano.

El objetivo de la limpieza y desinfección tiene varias vertientes; garantizar la seguridad alimentaria del producto, cumplir con los requisitos de calidad exigibles y salvaguardar la seguridad de los empleados. Todo ello, además, debe estar en consonancia con los condicionantes legales.

El mantenimiento de las condiciones higiénicas en la empresa láctea exige llevar a cabo operaciones de limpieza y desinfección de forma continua, pudiendo llegar a suponer la cuarta parte del tiempo total de trabajo. Estas operaciones pueden llegar a suponer, dependiendo del tipo de producto lácteo a elaborar, la mayor parte del consumo de agua, energía y productos químicos de la instalación, así como un considerable volumen de aguas residuales.

Por limpieza se entiende la eliminación total de todos los restos de materia orgánica o componentes de la leche y otras suciedades visibles. Mientras que mediante la desinfección se pretende eliminar todos los microorganismos patógenos y la mayoría de los no patógenos que afectarían la calidad del producto.

La limpieza y la desinfección son dos operaciones que suelen realizarse sucesivamente en el tiempo, primero limpieza y luego desinfección, empleando detergentes y desinfectantes por separado. Sin embargo, también pueden realizarse de forma conjunta utilizando productos de acción combinada.

Los agentes de limpieza suelen ser álcalis (hidróxido sódico y potásico), ácidos (ácido nítrico, fosfórico), productos compuestos que contienen agentes quelantes (EDTA, NTA, fosfatos, polifosfatos), agentes de actividad en superficie y/o enzimas.

En la operación de desinfección se pueden utilizar varios productos, como hipocloritos, yodóforos, peróxido de hidrógeno, ácido peracético y compuestos de amonio cuaternario. Los enjuagues, tras la aplicación de las soluciones de los distintos agentes de limpieza/desinfección, suele hacerse con agua caliente.

En cualquier caso, para la realización de las operaciones de limpieza y desinfección es necesario aportar:

- Agua, que cumple con varias funciones. Entre ellas están: reblanecer y/o disolver la suciedad adherida a las superficies, la formación de soluciones detergentes y la eliminación de los restos de soluciones limpiadoras.
- Energía térmica para alcanzar la temperatura óptima del proceso, y energía eléctrica para hacer circular las soluciones limpiadoras por los equipos y conducciones (Sistemas CIP).
- Productos químicos (detergentes, desinfectantes).
- Personal para llevar a cabo las operaciones de limpieza.

Los medios de limpieza se pueden clasificar en mecánicos o físicos (presión, temperatura, cepillos, esponjas y escobas) y químicos (productos ácidos y básicos). Normalmente se utilizan de manera conjunta en la limpieza de equipos e instalaciones.

Los medios físicos se emplean para arrastrar de forma mecánica la suciedad. La utilización de cepillos, esponjas, etc. suponen un método barato, aunque tienen el inconveniente de necesitar una limpieza adecuada para no convertirse en una fuente de contaminación.

La utilización de agua a presión presenta algunas ventajas frente a los sistemas sin presión ya que al aumentar la energía del impacto, el poder de arrastre de los sólidos es mayor y además suponen un menor consumo de agua.

Los métodos químicos se basan en la utilización de productos químicos, que en la mayoría de los casos se aplican en forma de disoluciones acuosas de carácter ácido o básico. Los detergentes alcalinos provocan la emulsión de las grasas, lo que las hace fácilmente arrastrables, mientras que los productos ácidos, disuelven y eliminan las incrustaciones formadas por acumulación de las sales de la leche y del agua.

Al igual que en el caso de la limpieza, los medios de desinfección pueden ser físicos (como la temperatura) o químicos (productos desinfectantes). La acción de la temperatura consiste en aplicar calor, mediante agua caliente, vapor o aire caliente, a las superficies que se quieren desinfectar.

La mayor parte de los desinfectantes químicos contienen como compuesto germicida sustancias alcalinas, cloro y oxígeno. Los productos desinfectantes contienen además otras sustancias como ácidos o bases, inhibidores de la corrosión y formadores de complejos para mejorar su aplicación industrial.

En función del tipo de suciedad existente en el equipo, superficie o instalación se aplicará el correspondiente protocolo de limpieza y desinfección en el que se determina el método, los productos y el manejo del mismo. En la industria láctea la suciedad se debe principalmente a los componentes de la leche, en su mayor parte grasas y proteínas, por su deposición en las conducciones y equipos.

### **Descripción de las técnicas, métodos y equipos**

#### **a) Manual**

La limpieza manual admite distintos métodos dependiendo de la zona que se limpia:

- 1) En las zonas donde puede ocurrir caída de materiales sólidos, la limpieza puede hacerse mediante baldeos con agua a presión o preferiblemente en seco.
- 2) En las zonas donde suele producirse derrame de líquidos la práctica más habitual es el baldeo con agua.
- 3) Para la limpieza general de mantenimiento de los suelos se pueden utilizar vehículos autopropulsados, que realizan una limpieza por chorro de agua y cepillado conjunto de la superficie sobre la que se desplaza.
- 4) Para la limpieza de paredes se suelen utilizar espumas, las cuales se dejan en contacto con las superficies y luego son enjuagadas con agua, arrastrando la suciedad remanente.
- 5) La limpieza manual de equipos en la industria láctea está prácticamente limitada a pequeñas industrias. Ello ha estado motivado por la adopción progresiva de las industrias lácteas de las últimas tecnologías y procesos de fabricación, cuyo diseño ha estado generalmente orientado hacia la limpieza automática de equipos. No obstante es inevitable recurrir a una limpieza manual o semiautomática de las superficies exteriores de los equipos. Con ese fin se puede recurrir a los sistemas de rociado a presión.

#### **b) Automático**

El sistema automático más empleado es el conocido con el término inglés “Cleaning In Place” o abreviadamente CIP. Se emplea específicamente en procesos y depósitos cerrados, tanto estacionarios como móviles (pequeñas unidades). El programa de limpieza opera normalmente en modo automático.

Los programas de limpieza pueden tener los siguientes pasos: preenjuagado con agua (que puede ser recuperada del último aclarado), circulación con un agente de limpieza básico (normalmente sosa), enjuagado intermedio, limpieza con un agente de limpieza ácido y aclarado final con agua.

Se pueden realizar procesos de limpieza en fase única, que constaría de preenjuagado con agua recuperada en parte del último aclarado, detergente único (en base alcalina ó ácida dependiendo de lo que se va a limpiar) y enjuagado con agua.

Dependiendo del tamaño de la instalación, los sistemas CIP pueden ser:

**localizados.** Cuando el tamaño de la instalación es muy grande y se necesita una unidad independiente cercana a cada circuito a limpiar.

- **centralizadas.** Cuando el tamaño de la instalación permite que una sola central abastezca a todos los circuitos.
- **satélite.** Es una combinación de las anteriores, en las que los tanques de carga ubicados cerca de los respectivos circuitos, reciben las soluciones sin calentar desde una central común a través de una conducción circular. Desde aquí se bombea al circuito, a través de un calentador, sólo el volumen exacto que precise cada instalación.

Otra clasificación de los sistemas CIP se puede hacer basándose en la posibilidad de reutilización de las soluciones de limpieza:

- **CIP de empleo no recuperable**
- **CIP de empleo repetido**

Hay que indicar que la eficiencia de las limpiezas depende de múltiples factores entre los que podemos destacar:

- la formación del personal,
- la existencia de procedimientos e indicaciones documentadas,
- los equipos disponibles,
- los productos químicos empleados,
- el diseño de las instalaciones, etc.

### **2.12.2. Generación de Calor**

Las necesidades de calor en las empresas lácteas se cubren en su mayor parte utilizando vapor de agua o agua caliente en función de las necesidades de la operación y del proceso.

El vapor se produce en calderas de vapor y posteriormente se distribuye a través de tuberías a los distintos puntos de utilización en la empresa.

El agua empleada en la alimentación de las calderas no requiere condiciones higiénicas especiales pero es necesario que el contenido en carbonatos y sulfatos sea bajo ya que si no es así se produce la formación de incrustaciones de sales en las calderas y tuberías de distribución, dificultando el intercambio de calor por lo que frecuentemente se utilizan productos químicos para evitar las incrustaciones y las deposiciones de sales.

### **2.12.3. Generación de frío**

En las empresas lácteas se produce frío principalmente con dos fines: para la refrigeración de locales o cámaras o para la refrigeración de líquidos.

Los equipos frigoríficos más empleados en la industria láctea son la máquinas frigoríficas de compresión, utilizando como agente refrigerante amoniaco, u otras sustancias refrigerantes autorizadas.

### **Descripción de las técnicas, métodos y equipos**

La refrigeración se puede realizar de dos formas; directamente por expansión de un fluido refrigerante primario (casi siempre amoniaco) o indirectamente con el uso de un refrigerante secundario (frecuentemente agua glicolada).

#### **Refrigeración directa**

En estos sistemas de refrigeración la evaporación del fluido refrigerante (suele ser amoniaco) se realiza directamente en las camisas dispuestas alrededor del depósito donde se encuentra la leche, realizando su compresión en un equipo exterior.

#### **Refrigeración indirecta**

En los sistemas de refrigeración indirecta, el fluido que se utiliza como vector de transporte de frío (normalmente agua glicolada) se enfriá en una unidad central (normalmente con amoniaco) y desde allí se conduce hasta los puntos de consumo.

#### **2.12.4. Generación de energía eléctrica**

La mayoría de las instalaciones utilizan la electricidad suministrada por la red de abastecimiento público. Unas cuantas disponen de sus instalaciones propias de cogeneración, produciendo tanto energía eléctrica como térmica y vapor.

Si el suministro de energía no es estable, se debe contar con generadores de emergencia.

La cogeneración *in situ* es una buena alternativa para los procesos industriales donde el uso de energía eléctrica y térmica están equilibrados. Son sistemas que aprovechan o recuperan el calor residual de los gases de motores o generadores de energía eléctrica para la producción de vapor o agua caliente.

El factor de utilización del combustible en los sistemas de cogeneración está por encima del 70% y normalmente llega hasta el 85%. La eficiencia energética se puede situar entre el 90-95% cuando los gases de escape del sistema de recuperación de calor residual (caldera de vapor) se utilizan para otros propósitos como es el secado.

#### **2.12.5. Generación de aire comprimido**

El aire comprimido se suele utilizar para accionar los procesos de control neumático, presurizar depósitos que no contengan leche u otras sustancias e incluso para transportar materias pulverulentas.

Se pueden emplear diferentes sistemas dependiendo de las exigencias de presión y de la calidad del aire en los puntos de consumo. El aire comprimido puede ser alimentario o industrial, el primero sin aceite, agua y microorganismos y el segundo sin aceite y agua.

#### **2.12.6. Tratamiento de aguas**

La calidad de agua empleada en la empresa láctea debe ser la de agua para uso doméstico (Real Decreto 140/2003), especialmente en el caso de que el agua entre en contacto directo con el

producto, como por ejemplo el agua empleada en el tratamiento térmico de la leche, en el lavado de la mazada de mantequilla o en las salmueras de salado de queso.

Cuando las condiciones de calidad del agua de entrada en la empresa láctea no son las adecuadas es necesario realizar algún tratamiento para eliminar posibles causas de contaminación del producto final.

Estos tratamientos pueden consistir en eliminar sólidos en suspensión, sustancias disueltas o eliminación de microorganismos.

El consumo de energía eléctrica es el principal aspecto generado en esta operación. La energía eléctrica se utiliza tanto para el bombeo del agua como en el propio tratamiento.

En función del tipo de tratamiento realizado se generan en mayor o menor medida aguas de rechazo con elevada conductividad y/o pH extremos.

Otros aspectos son el consumo de productos químicos, por ejemplo cuando se clora el agua y la generación de residuos de envases de estos productos.

El tratamiento necesario para producir agua de calidad depende en gran medida de su procedencia, análisis y uso. Existen normas de aplicación por requerimientos legales. Un tratamiento mínimo implica filtrado, desinfección y almacenamiento. Sin embargo, dependiendo de los requisitos de calidad, puede incluir descalcificación, desionización o filtrado con carbón activo.

A continuación se van a describir las distintas opciones de desionización, ya que suele ser un punto crucial en la obtención de un agua acorde con las especificaciones de calidad, además de las repercusiones ambientales y económicas que se pueden derivar del uso de uno u otro sistema.

### **Intercambiador de iones**

Se utilizan columnas de resinas de intercambio iónico. Las columnas de intercambio catiónico retienen los cationes del agua, mientras que las aniónicas retienen aniones. En ambos casos existen resinas de tipo fuerte y débil. Las primeras operan a cualquier valor de pH, su capacidad de intercambio es limitada y su regeneración es menos eficaz e implica un alto costo de regenerante, mientras que las resinas débiles tienen un mayor poder de intercambio y su regeneración es casi estequiométrica (con un mínimo de exceso de regenerante), sin embargo operan en un rango de pH limitado y no captan todos los iones. La elección de la resina depende de los iones que se quieran eliminar.

### **Ósmosis inversa**

La desionización mediante ósmosis inversa se basa en la semipermeabilidad de ciertas membranas que permiten, bajo el efecto de la alta presión, el paso del agua pero no el de las sales, microorganismos e impurezas orgánicas debido a su mayor tamaño. Del agua original se obtienen dos corrientes, una pobre en sales llamada permeado y otra rica en sales e impurezas llamada concentrado.

El rendimiento del permeado obtenido depende del tipo de agua de entrada. Para aguas duras el rendimiento es menor.

### **2.12.7. Mantenimiento de equipos e instalaciones**

El mantenimiento de los equipos e instalaciones es imprescindible para asegurar el correcto funcionamiento del conjunto de la instalación. Durante las operaciones de mantenimiento se generan residuos, principalmente residuos de envases y chatarras.

También se generan residuos peligrosos (aceites usados, grasas, lubricantes, tubos fluorescentes, baterías, residuos de envase peligrosos, etc.).

Normalmente, las empresas suelen disponer de un Plan de Mantenimiento Preventivo documentado para el desarrollo planificado de estas operaciones.

### **2.12.8. Almacenamiento de productos auxiliares (productos químicos, combustibles, agua oxigenada)**

La mayor parte de los productos químicos que se manejan en las industrias lácteas suelen estar en estado líquido y gaseoso.

Las materias líquidas se suelen recibir a granel en cisternas o contenedores y a continuación se bombean a los depósitos de almacenamiento (sustancias ácidas y básicas para limpiezas CIP). Para cantidades pequeñas los líquidos se pueden recibir también en contenedores a granel más pequeños o en bidones o garrafas.

Los gases como el N<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub>, se reciben y almacenan en depósitos especiales presurizados. Cuando se necesitan, los depósitos se conectan al sistema de distribución correspondiente y se transportan por diferencia de presión.

Para facilitar un mayor control se tiende, siempre que se puede, a centralizar el almacenamiento de las sustancias químicas en una misma zona. Esto va a estar condicionado por diversos factores, como la necesidad de gran espacio de almacenamiento de algunas sustancias respecto a otras, la proximidad a los puntos de consumo o las incompatibilidades químicas entre sustancias. En cualquier caso se deben prever los elementos de detección y contención necesarios en caso de derrames y fugas.

### **2.12.9. Recogida, acondicionamiento y almacenamiento de residuos (industriales, laboratorio, etc.)**

Los residuos peligrosos y no peligrosos generados en la industria láctea deben ser segregados para gestionarlos separadamente según sus características.

Los residuos no peligrosos más significativos, como los restos orgánicos de producto, restos de cartón y plásticos de envases y embalajes, suelen recogerse y acondicionarse (prensado del cartón y plástico) para su posterior gestión por medio de valorizadores de estos residuos.

Los residuos peligrosos generados (los procedentes de las operaciones de mantenimiento, laboratorio y actividades de limpieza principalmente) deben ser separados y almacenados en contenedores adecuados a sus características (aceites, baterías, envases usados, etc.) para su posterior gestión por medio de gestores autorizados.

### **2.12.10. Tratamiento de aguas residuales**

La generación de aguas residuales se debe principalmente a las aguas generadas en las operaciones de limpieza y a restos de producto derramados en etapas intermedias del proceso productivo.

Existe una gran variabilidad en las características de las aguas residuales generadas en la industria láctea debido a la diversidad de procesos productivos y de productos elaborados.

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

- 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.
- Aceites y grasas, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos, como las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza pudiendo variar entre valores de pH 2 y 11.
- Conductividad elevada (especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso o deficiente recogida de lactosuero).
- Variaciones de temperatura (considerando las aguas de calentamiento, refrigeración y algunas soluciones de lavado).

Las diferencias existentes en las características de las aguas residuales generadas en las distintas instalaciones dependen entre otras cosas del:

- grado de optimización del consumo del agua,
- tipo de limpieza y productos químicos utilizados,
- la gestión de los restos de producto realizada (aporte o no de suero, restos de queso, yogur, etc.).

### **Descripción de las técnicas, métodos y equipos**

Obviamente, no existe un sistema de depuración universal aplicable a las industrias lácteas, sin embargo, por las características comunes que presentan estos efluentes se pueden describir aquí las operaciones que suelen ser comunes a casi todas ellas.

#### **Desbaste**

Cuando el agua residual llega a la cabecera de la depuradora arrastra una cierta cantidad de sólidos gruesos que deben ser separados para no impedir el correcto funcionamiento de los equipos posteriores. Para tal fin se pueden emplear rejas de gruesos para los sólidos de mayor tamaño y tamices para las partículas más finas.

Aunque no es necesario, en algunos casos puede ser aconsejable realizar una decantación primaria de los sólidos sedimentables después del desbaste. La implantación de este tratamiento dependerá de cada caso particular y debe ser objeto de un estudio específico.

### **Homogeneización**

Dada la gran variabilidad diaria existente en los vertidos en cuanto a caudal y características químicas, es necesario disponer de un sistema de homogeneización que permita laminar los vertidos puntuales generados a lo largo de la jornada y mantener dentro de lo posible una concentración regular de los parámetros para los que fue diseñada la planta.

De otro modo, se pueden presentar problemas de explotación general y pérdida de efectividad de los procesos de tratamiento situados aguas abajo, principalmente el sistema biológico. La homogeneización se lleva a cabo en balsas, con agitación y/o aireación.

Dependiendo de las características de los efluentes, el tanque de homogeneización puede servir a su vez para amortiguar las variaciones de pH y la llegada de efluentes no previstos (derrames de tanques de almacenamiento, rotura de bombas, etc.) al sistema de depuración.

### **Neutralización**

Los sistemas de tratamiento biológico trabajan en un rango de pH estrecho y concreto, por ese motivo es sumamente importante evitar las variaciones bruscas de pH.

Además, las características químicas de la leche y de los productos lácteos junto con las aportadas en ocasiones por las soluciones de limpieza, hace que el agua residual que llega al sistema de tratamiento pueda oscilar a lo largo de una jornada de producción en un rango de pH muy amplio.

La neutralización puede alcanzarse aplicando alguno de los siguientes métodos:

-Métodos basados en el aprovechamiento de las distintas corrientes residuales (gases o líquidas) generadas en la instalación. Antes de enviar a la depuradora un efluente con valor de pH extremo es conveniente prever la posibilidad de mezclarlo con otro efluente que presente un nivel de pH opuesto. En el caso concreto de la limpieza CIP, es recomendable mezclar los efluentes ácidos y básicos antes de su vertido para lograr la neutralización parcial del efluente conjunto. También es posible conseguir una neutralización parcial en las balsas de homogeneización.

-Neutralización por adición de reactivos. Cuando no se puede obtener el nivel de pH óptimo por los métodos anteriores, hay que recurrir al empleo de reactivos. En las instalaciones lácteas existe una alternativa a la utilización de ácidos para neutralizar efluentes con pH básico como es la utilización del gas carbónico procedente del proceso fermentativo.

En función del tipo de instalación de que se trate (elaboración de leche de consumo, yogures, quesos, helados ,etc.) la inclusión en la línea de tratamiento de sistemas para la retirada de grasa presente en el agua residual puede ser una opción bastante aconsejable. En este sentido, se pueden instalar equipos desengrasadores o, en otros casos, equipos de tratamiento físico químico, siempre de forma previa al tratamiento biológico de las aguas.

### **Físico químico**

Este tipo de tratamientos están orientados desde el punto de vista técnico a retirar las partículas coloidales (tamaño intermedio entre las solubles y las partículas en suspensión) que son difíciles de depurar por otros mecanismos físicos.

Consta de dos etapas claramente diferenciadas. Una etapa de coagulación, donde tras añadir una sustancia química o coagulante (cloruro férrico, sulfato de alúmina, etc.) conseguimos neutralizar las cargas negativas de los coloides y favorecer su aglomeración. Seguidamente, como segunda etapa (floculación) se favorece una agregación de estas partículas para formar flóculos de tamaño apropiado para su retirada, bien por sedimentación bien por flotación.

Se debe tener en cuenta la generación de lodos procedentes de este sistema, así como los posibles olores que se pueden generar si se utiliza este sistema para la separación de la grasa emulsionada.

### **Desengrasador**

Los desengrasadores permiten la retirada de las aguas residuales de las grasas y de las emulsiones grasientas por medio de la adición de finas burbujas de aire y de sustancias floculantes que favorecen su flotación.

Si las grasas están emulsionadas en el efluente final, como es habitual en la industria láctea, se suelen utilizar tratamientos físico-químicos para conseguir una mejor separación.

En este caso, también se debe prever la gestión adecuada para la generación de lodos grasos.

### **Sistema biológico**

Los sistemas biológicos se presentan como la alternativa más adecuada y utilizada para la reducción de la carga orgánica de los efluentes de las industrias lácteas.

Existen dos posibilidades de selección del sistema biológico; el sistema aerobio y el anaerobio. En la industria láctea es más común la instalación de sistemas aerobios.

□ **Sistema aerobio.** El principio básico del tratamiento aerobio de la materia orgánica es la conversión de ésta en CO<sub>2</sub> y fangos (biomasa). La conversión se lleva a cabo con aporte de O<sub>2</sub> al reactor, ya sea mecánicamente o por difusión del aire atmosférico.

El método más común y versátil para el tratamiento de aguas de proceso es el de lodos activados. Existen diversos tipos de plantas en función de la carga de las balsas de oxidación, donde se encuentran desde los de alta carga hasta los de aireación prolongada.

Los **sistemas aerobios** están seguidos de una balsa de decantación donde se realiza la doble función de sedimentar y purgar los fangos producidos y de recircular una fracción de éstos hacia el reactor biológico para compensar las pérdidas de biomasa que se van produciendo.

Para la industria láctea y debido a los problemas que pueden generarse de filamentosas, los sistemas aerobios podrían disponer, siempre y cuando las bacterias filamentosas sean aerobias estrictas, de una cámara anóxica para seleccionar las mismas, de modo que en la etapa de decantación no haya problemas de *foaming* ó *bulking*.

La implantación de una línea de tratamiento de fangos será necesaria en el caso de los sistemas aerobios, ya que la generación de fangos suele ser abundante en este caso. La necesidad de instalar una línea de tratamiento de fangos en el sistema anaerobio va a depender del volumen generado.



### 3 NIVELES ACTUALES DE CONSUMO Y EMISIÓN

En este capítulo se van a indicar los valores de consumo de los recursos más característicos en la industria láctea. Igualmente se indican los valores de los parámetros de emisión más representativos del sector, especialmente los asociados a la generación de residuos, aguas residuales y emisión de gases. En cada apartado de este capítulo se hará también mención a los aspectos del proceso que tienen mayor incidencia en cada uno de los aspectos ambientales que se tratan.

Los principales recursos consumidos en el sector lácteo son el agua, los combustibles y la electricidad. Otros materiales consumidos son envases y productos químicos para limpieza y desinfección.

El aspecto ambiental más significativo asociado a las emisiones es la generación de aguas residuales derivadas de los procesos de limpieza y desinfección, y en algunos procesos, la generación de residuos de carácter orgánico como el lactosuero o la mazada.

Las principales emisiones atmosféricas se deben a los gases de combustión de las calderas para la generación de calor.

El ruido y los olores son aspectos que tienen menor relevancia en términos generales en comparación con los anteriores.

Es importante destacar que la cuantificación de estos aspectos puede variar entre unas instalaciones y otras en función de factores como el tipo de productos que elabora, el tamaño y antigüedad de la instalación, equipos utilizados, manejo de los mismos, planes de limpieza, sensibilización de los operarios, etc.

Los valores cuantitativos que se presentan han sido facilitados mediante la cumplimentación de un cuestionario por parte de técnicos pertenecientes a empresas representativas del sector. Por lo tanto, se trata de valores actualizados, típicos de las plantas productivas españolas, aunque deben considerarse únicamente como orientativos del sector lácteo español, ya que existen multitud de variables que pueden influir en el orden de magnitud de los parámetros cuantificados en cada instalación productiva individual.

En este sentido, se debe indicar que los valores de emisión expuestos no se han podido referir a la elaboración de productos concretos (leche de consumo, yogur, queso, etc.) ya que la mayor parte de las industrias lácteas son *multiproducto*, es decir, no es fácil determinar qué porcentaje del consumo de recursos o de la emisión de un aspecto ambiental se puede asignar a cada uno de los productos elaborados en una instalación ya que muchas operaciones del proceso productivo son comunes.

Para ilustrar esta circunstancia, se puede indicar que entre las empresas afectadas algunas llegan a elaborar en sus instalaciones hasta 7 productos lácteos diferentes: leche de consumo y leche aromatizada, queso, queso fundido, leche en polvo, mantequilla y nata.

Generalmente, todos los valores están expresados como ratio de consumo/emisión referidos a una unidad de producción, en este caso “**tonelada de leche recibida**”. En el caso de elaboración

de helados, al no ser la leche el principal ingrediente del producto final se han incluido datos referidos a “**tonelada de producto terminado**”.

En el caso del sector lácteo, la variedad de procesos productivos junto con la dependencia de éstos de multitud de servicios auxiliares hace que los niveles de consumo y emisiones sean función de diversos factores, entre los cuales se indican los siguientes:

- tipo de producto o productos elaborados en la instalación (leche de consumo, queso, yogur, helados, etc.),
- capacidad productiva y antigüedad de la instalación,
- equipamiento y tecnología utilizada,
- posibilidades de acceso a redes de suministro de ciertos combustibles, como gas natural,
- grado de formación del personal,
- existencia de sistemas de gestión implantados en la instalación,
- existencia de planes de optimización de recursos (agua, energía, etc.),
- sistemas de minimización, optimización y/o depuración empleados y manejo de los mismos.

Los anteriores factores son inherentes a la instalación productiva y sus circunstancias particulares. Sin embargo existe otro factor de incertidumbre que tiene que ver con el método y las condiciones particulares en que se han realizado los cálculos, medidas o estimaciones de los valores de emisión. La metodología e hipótesis aplicadas para obtener los niveles de consumo y emisiones suelen ser diferentes entre las diversas fuentes de información.

### 3.1 ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS INDUSTRIAS LÁCTEAS

Antes de entrar a comentar en los próximos apartados los aspectos ambientales individualmente y sus niveles típicos de consumo o emisión, es conveniente tener una visión global de los aspectos frente a las etapas u operaciones productivas donde habitualmente pueden encontrarse impactos ambientales asociados.

Se muestra en la tabla 2 un resumen donde se vincula cada uno de los aspectos identificados comunes a todos los procesos productivos con las operaciones asociadas.

En la tabla 3 se indican los aspectos ambientales específicos de algunos procesos productivos del sector lácteo.

Las mejores técnicas disponibles que se exponen y describen en el capítulo 4 se han basado en los distintos binomios aspecto/operación que se pueden extraer de la anterior tabla, considerando las posibilidades de mejora ambiental de estos aspectos, sin comprometer de modo alguno la calidad del producto y las condiciones sanitarias y de seguridad de personas e instalaciones.

*Tabla 2. Resumen de los principales aspectos ambientales y operaciones comunes a todos los subsectores lácteos*

Proceso productivo	Aspecto ambiental	Operación	Observaciones
Todos	Consumo de materiales	Envasado	Envases
	Consumo de energía térmica	Termización	
		Tratamiento térmico	
	Consumo de energía eléctrica	Recepción/almacenamiento	Refrigeración
		Termización	
		Desnatado	Centrifugas
		Refrigeración/enfriamiento	
		Envasado	
		Almacenamiento refrigerado (leche pasterizada)	
	Generación de residuos	Envasado	Varios materiales (plástico, brik)
Operaciones auxiliares (1)	Consumo materiales	Limpieza equipos e instalaciones	Productos químicos
		Generación calor	Combustibles
		Generación frío	Sustancias refrigerantes
	Consumo de agua	Limpieza equipos e instalaciones	
		Generación calor	
		Generación frío	
	Consumo de E. térmica	Limpieza equipos e instalaciones	
	Consumo de energía eléctrica	Tratamiento agua	
		Generación frío	
		Generación aire comprimido	
		Depuración AARR	
	Generación de AARR	Limpieza equipos e instalaciones	
		Generación calor	Purgas calderas
		Generación frío	Rechazos circuito refrigeración
		Tratamiento agua	Purgas/rechazos
	Generación residuos	Mantenimiento de equipos, instalaciones	Residuos peligrosos
		Depuración AARR	Lodos
	Emisiones a la atmósfera	Generación de calor	Gases combustión
		Generación de frío	ruido
		Depuración AARR	oleros

(1) Operaciones auxiliares: Limpieza de equipos e instalaciones, Generación de Calor, Generación de frío, Generación de energía eléctrica, Generación de aire comprimido, Tratamiento de aguas, Mantenimiento de equipos e instalaciones, Almacenamiento de productos auxiliares, Recogida, acondicionamiento y almacenamiento de residuos, Tratamiento de aguas residuales

*Tabla 3. Resumen de los principales aspectos ambientales y operaciones específicos de algunos procesos productivos*

Proceso productivo	Aspecto ambiental	Operación	Observaciones
Leche en polvo	Consumo energía térmica	Concentración	
		Deshidratación / secado	
Leche concentrada	Consumo de energía térmica	Concentración	
Yogur / yogur pasterizado	Consumo de energía térmica	Incubación	
	Consumo energía eléctrica	Refrigeración	
		Almacenamiento refrigerado	
Queso fresco y curado	Generación de residuos	Corte / desuerado	Generación de lactosuero (materia orgánica y alta conductividad).
		Salado	Salmueras
Queso fundido	Consumo de energía térmica	Fusión	
Mantequilla	Generación de residuos	Batido / amasado	Generación de mazada y AARR con restos de mazada.
Helado	Consumo de energía eléctrica	Mezclado	
		Maduración	
		Congelación previa + batido	Freezers

## 3.2 NIVELES DE CONSUMO

### 3.2.1. Consumo de materiales

El consumo de materiales en la industria láctea, independientemente de la materia prima principal que es la leche, se centra principalmente en el consumo de:

- envases o de material de envase para su fabricación en las propias industrias,
- productos químicos necesarios para las labores de limpieza y desinfección,
- combustibles para la generación de energía térmica, y
- sustancias refrigerantes para los sistemas de frío.

#### Envases

El uso de envases y embalajes en la industria láctea al igual que en el resto de industrias alimentarias es un aspecto significativo dentro de su proceso productivo. En la elección del tipo y material de envase no solo se quiere preservar el producto y mantenerlo en condiciones

adecuadas sino que también se busca la funcionalidad, practicidad en el transporte y almacenamiento y la comodidad para el usuario final.

Todos estos aspectos determinan la adquisición del envase elaborado o la fabricación del mismo en la propia industria, así como el tipo de material a utilizar: plástico (polietileno alta y baja densidad), cartón, aluminio (tetra briks, leche en polvo), cristal (leche pasterizada, yogures), polipropileno (yogures, quesos frescos), papel (helados), etc.

La intensidad en el consumo de envases está lógicamente relacionada con el nivel de producción de la instalación. A pesar de esto, se debe indicar que este tipo de industrias, por medio de los planes empresariales de prevención establecidos por la *Ley 11/1997 de envases y residuos de envases* tienden a la optimización de la cantidad de material de envase usado y la cantidad de residuo de envase que ponen en el mercado.

### **Combustibles**

El uso de combustibles fósiles en la industria láctea para la producción de energía térmica, generalmente en forma de vapor, puede suponer el 80% del consumo energético total<sup>5</sup>.

Este tipo de necesidades está cubierto por la existencia de una o varias calderas de vapor según las necesidades energéticas de la instalación, siendo los combustibles más utilizados el fuel-oil y el gas natural.

### **Productos químicos**

La mayor parte de los productos químicos consumidos en las industrias lácteas corresponden a productos utilizados en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones. En menor medida se utilizan para el tratamiento inicial que se realiza al agua y en los tratamientos de aguas residuales, bien en procesos de neutralización bien en sistemas físico-químicos.

Los niveles de limpieza y desinfección de equipos, depósitos, conducciones, mangueras e incluso de cubas de camiones son muy exigentes en la industria láctea, al ser la leche y sus derivados sustancias fácilmente alterables desde el punto de vista microbiológico.

En función de la instalación y del tipo de limpieza se utilizan unas sustancias químicas u otras. Las limpiezas realizadas con equipos CIP utilizan habitualmente dos sustancias, una de carácter básico (normalmente hidróxido sódico) y otra de carácter ácido (ácido nítrico, ácido fosfórico, etc.).

Este tipo de sistemas requiere la existencia de un almacenamiento centralizado (depósitos de gran capacidad donde se puede tener el producto químico en una concentración alta) y varios almacenamientos más pequeños en las áreas de uso de estas sustancias, donde se conservan en el porcentaje o dilución de uso final. También existen productos de un solo pase, de carácter ácido o básico, que permiten simplificar el procedimiento de limpieza y ahorrar enjuagues.

Como sustancias desinfectantes de la maquinaria y equipos se suele utilizar peróxido de hidrógeno, ácido peracético e hipoclorito sódico.

---

<sup>5</sup> UNEP; Ainia-CAR/PL

El procesado del lactosuero, bien por electrodialisis, intercambio iónico, ultra o nanofiltración, requiere grandes cantidades de ácido fosfórico, ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, así como hidróxido potásico e hipoclorito sódico.

Los agentes quelantes se usan principalmente en la limpieza del procesado de lactosuero y en el equipamiento para el tratamiento térmico de alta temperatura.

### **Sustancias refrigerantes**

El uso de sustancias refrigerantes está asociado a los equipos e instalaciones de generación de frío. Las operaciones que más frigorías demandan son las cámaras de refrigeración de producto perecedero (leche pasteurizada, queso fresco, helados, yogures, etc.). Para este tipo de instalaciones de gran capacidad se suele utilizar amoniaco como sustancia refrigerante.

En instalaciones de menor capacidad o con menores necesidades de frío se usan otro tipo de sustancias del tipo de hidrocarburos halogenados.

### **3.2.2. Consumo de agua**

Como es habitual en las empresas del sector agroalimentario, la mayor parte de las industrias lácteas consumen diariamente cantidades significativas de agua en sus procesos, especialmente en las operaciones de limpieza para mantener las condiciones higiénicas y sanitarias requeridas, y en los sistemas de refrigeración.

En las operaciones auxiliares, particularmente en la limpieza y desinfección, se puede llegar a consumir entre el 25–40% del total.

La cantidad total de agua consumida en el proceso puede llegar a superar varias veces el volumen de leche procesada dependiendo del tipo de instalación, el tipo de productos elaborados, el sistema de limpieza y el manejo del mismo.

En España, el consumo de agua de las industrias de productos lácteos (excepto helados) afectadas por la Ley IPPC oscila entre 1 y 11 m<sup>3</sup>/t de leche recibida. El 75% de estas empresas tienen un consumo de entre 1 y 6 m<sup>3</sup>/t de leche recibida.

Para la elaboración de helados, el consumo de agua entre las empresas afectadas por la Ley IPPC se encuentra entre los 3,8-7,2 m<sup>3</sup>/t de producto terminado.

En ambos casos, tanto para la elaboración de productos lácteos como de helados, los valores indicados se encuentran entre los rangos de consumo de agua de las industrias lácteas europeas.

### **3.2.3. Consumo de energía**

El uso de la energía es fundamental para asegurar el mantenimiento de la calidad de los productos lácteos, especialmente en los tratamientos térmicos, en las operaciones de refrigeración y en el almacenamiento de producto.

Al igual que en el caso del consumo de agua, el consumo energético depende del tipo de producto elaborado y de otros factores como la antigüedad y tamaño de la instalación, el grado de automatización, la tecnología empleada, el manejo de las operaciones de limpieza, el diseño

de la instalación, las medidas de ahorro implantadas o la realización en la propia instalación de otras operaciones, por ejemplo, la concentración del lactosuero.

En la siguiente tabla se muestran los usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas.

*Tabla 4. Usos más frecuentes de energía en las empresas lácteas.*

Energía	Usos más frecuentes	Equipos
Térmica	Generación de vapor y agua caliente, limpiezas.	Pasteurizadores/esterilizadores. Sistemas de limpieza CIP.
Eléctrica	Refrigeración, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos.	Equipos de funcionamiento eléctrico (bombas, compresores, agitadores, etc.), luces.

El consumo de energía total de una empresa láctea se reparte aproximadamente en un 80% de energía térmica obtenida de la combustión de combustibles fósiles (fueloil, gas natural) y el restante 20% como energía eléctrica.

Las operaciones con mayor consumo de energía son todas las relacionadas con los tratamientos térmicos aplicados principalmente a la leche (pasterización, esterilización, deshidratación), seguidos de procesos de acondicionamiento del producto (homogeneización, maduración, batido-amasado, etc.) y operaciones de limpieza, tal como se muestra en la tabla 5.

*Tabla 5. Operaciones con mayor consumo de energía*

Proceso productivo	Operaciones con mayor consumo de energía	Observaciones
Leche	Filtración/Clarificación Desnatado/Normalización Tratamiento térmico Homogeneización Envase	Principalmente consumo de energía térmica en el tratamiento térmico de la leche.
Leche en polvo	Evaporación Deshidratación	
Nata y mantequilla	Pasterización Maduración Batido-Amasado Envase	Principalmente consumo de energía eléctrica del funcionamiento de equipos.
Yogur	Incubación Envase	Energía eléctrica del funcionamiento de equipos y energía térmica debida a los requerimientos térmicos de la etapa de incubación.
Queso	Coagulación Corte-Desuerado Moldeo-Prensado Secado Maduración	
Operaciones auxiliares	Limpieza y desinfección Refrigeración	En las operaciones de limpieza se consume principalmente energía térmica mientras que en la refrigeración el consumo de energía eléctrica es mayor.

Las operaciones con un mayor consumo de energía térmica, como la pasterización/esterilización de la leche y las limpiezas mediante sistemas CIP pueden llegar a consumir el 80% del total de energía térmica de la instalación. La utilización de sistemas con menor consumo de energía y la adopción de medidas de ahorro energético pueden contribuir a reducir de forma importante los consumos totales.

En este sentido, convienen indicar que la recuperación de calor por medio de equipos intercambiadores es normalmente aplicada por las industrias del sector.

En cuanto al consumo de energía eléctrica, la refrigeración puede suponer un 30–40 % del total del consumo de la instalación (López y Hernández, 1995). Otros servicios como la ventilación, iluminación o generación de aire comprimido pueden suponer en ocasiones un consumo elevado.

Los datos disponibles de consumo medio de energía para las industrias lácteas muestran un rango de consumo bastante amplio, mayormente influido por las diferencias en cuanto a los tipos de productos elaborados, teniendo en cuenta que algunas de ellas sólo fabrican uno o dos productos y otras pueden llegar a elaborar hasta 7 tipos distintos.

En las industrias de elaboración de productos lácteos (excepto helados) el consumo de energía eléctrica oscila entre 39-448 kWh/t de leche recibida y el de energía térmica entre 25-884 kWh/t leche.

Según la bibliografía consultada, los valores indicados se encuentran entre los rangos de consumo de energía de industrias lácteas a nivel europeo.

### 3.3 NIVELES DE EMISIÓN

#### 3.3.1. Agua residual

El problema ambiental más importante de la industria láctea es la generación de aguas residuales, tanto por su volumen como por la carga contaminante asociada, fundamentalmente de carácter orgánico. La mayor parte del agua consumida en el proceso productivo se convierte finalmente en agua residual.

El mayor volumen de AARR procede de agua de lavado derivada de operaciones de limpieza de equipos, purga de líneas por cambio de producto, etapas de los procesos de pasterización HTST.

En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos a partir de los datos suministrados por empresas lácteas del sector que han participado en la elaboración de esta guía.

En consonancia con las cifras de consumo de agua, los valores de generación de aguas residuales por tonelada de leche recibida de las industrias españolas se encuentran dentro del rango de valores de agua vertida existente en otras industrias europeas.

*Tabla 6. Generación de agua residual (datos del cuestionario)*

<b>Tipo de empresa</b>	<b>Generación de aguas residuales</b>	
	<b>valor medio</b>	<b>Rango (max-min)</b>
Productos lácteos	m <sup>3</sup> /t leche recibida	3,5 (8,48 – 0,75)
Helados	m <sup>3</sup> /t leche recibida	170 (173,5 – 167,4)
	m <sup>3</sup> /t producto	3,4 (3,8 – 0,39)

Se ha estimado 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 sustancias ajenas a la misma.

En la composición de la leche además de agua se encuentran grasas, 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.

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

- Alto contenido en materia orgánica, debido a la presencia de componentes de la leche.
- Aceites y grasas, debido a la grasa de la leche y otros productos lácteos, como las aguas de lavado de la mazada.
- Niveles elevados de nitrógeno y fósforo, principalmente debidos a los productos de limpieza y desinfección.
- Variaciones importantes del pH, vertidos de soluciones ácidas y básicas. Principalmente procedentes de las operaciones de limpieza, pudiendo variar entre valores de pH 2–11.
- Conductividad elevada (especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso).
- Variaciones de temperatura (considerando las aguas de refrigeración).

Las pérdidas de leche, que pueden llegar a ser 0,5–2,5% de la cantidad de leche recibida o en los casos más desfavorables hasta del 3–4% (UNEP, 2000), son una contribución importante a la carga contaminante del efluente final. Un litro de leche entera equivale aproximadamente a una DBO<sub>5</sub> de 110.000 mg O<sub>2</sub>/l y una DQO de 210.000 mg O<sub>2</sub>/l.

Por sus características analíticas las aguas residuales se podrían clasificar en función de dos focos de generación: actividades de proceso (donde se incluyen las operaciones de limpieza) y operaciones de tratamiento térmico y/o refrigeración.

Origen	Descripción	Características
Limpieza y proceso	Limpieza de superficies, tuberías, tanques, equipos. Pérdidas de producto, lactosuero, salmuera, fermentos, etc.	pH extremos, alto contenido orgánico (DBO y DQO), aceites y grasas, sólidos en suspensión.
Refrigeración	Agua de las torres de refrigeración, condensados, etc.	Variaciones de temperatura, conductividad.

(Fuente: E. Spreer, 1991)

En función del proceso productivo o de la actividad realizada existe una serie de operaciones que son las que más significativamente contribuyen a la generación de aguas residuales.

*Tabla 7. Principales operaciones generadoras de agua residual*

Proceso productivo	Operaciones con mayor generación de aguas residuales	Observaciones
Leche	Tratamiento térmico Envasado	El volumen de vertido depende de si se realiza recirculación de las aguas del tratamiento térmico.
Nata y mantequilla	Pasterización Batido–Amasado Envasado	Las aguas de lavado de la mazada tienen un alto contenido en grasas.
Yogur	Limpieza conducciones	Cantidad en función del grado de automatización de los sistemas de limpieza.
Queso	Corte–Desuerado Moldeo–Prensado Salado	El vertido del lactosuero supone un volumen y carga contaminante elevado. La regeneración de las salmueras supone un vertido periódico de elevada conductividad.
Operaciones auxiliares	Limpieza y desinfección Refrigeración	El volumen y carga contaminante de las aguas de limpieza depende de la gestión que se realiza de las mismas. El vertido de las aguas de refrigeración depende del grado de recirculación.

En el caso de la elaboración de quesos, aproximadamente el 90% de la leche utilizada para su fabricación acaba en forma de lactosuero. El lactosuero dulce es normalmente recogido y usado como aditivo alimentario. En cambio, el lactosuero salado no se puede utilizar con este fin, a no ser que se retire la sal por medio de un proceso de separación con membranas como puede ser la ósmosis inversa, donde el permeado de esta operación es altamente salino.

En estas industrias, los efluentes tienen una composición extremadamente variable, dependiendo de la tecnología aplicada y de si el lactosuero generado es recogido o no.

También se debe indicar que hay algunas aportaciones a las aguas residuales de sustancias no derivadas de la leche, como pueden ser ingredientes utilizados para la elaboración de los productos, lubricantes de uso alimentario, etc.

En la Tabla 8 se indican las características de las aguas residuales antes de depuración aportados por las empresas del sector lácteo afectadas por la Ley IPPC:

*Tabla 8. Características de las aguas residuales antes de depuración en la industria láctea  
(datos del cuestionario)*

parámetro	empresas leche y productos lácteos (max-min) kg/t leche recibida
DQO	37,61-0,04
DBO <sub>5</sub>	2,08-0,01
Sólidos en Suspensión	1,25-0,02
Aceites y Grasas	0,63-0
N total	0,86-0
P total	0,22-0
Cloruros	4,19-0

Tomando el valor de la demanda química de oxígeno (DQO) como uno de los más representativos de las aguas residuales, las empresas españolas del sector lácteo afectadas por la Ley IPPC presentan un rango de concentración en el vertido final que oscila entre 728–5.973 mg O<sub>2</sub>/l de agua a tratar.

Como se ha indicado anteriormente, en el proceso de elaboración de queso cabe destacar la generación de lactosuero. El volumen de lactosuero generado en la elaboración de queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60.000 mg O<sub>2</sub>/l) por lo que su vertido junto con las aguas residuales aumenta considerablemente la carga contaminante del vertido final.

En el proceso de elaboración de mantequilla se debe destacar en la etapa de batido-amasado la generación de una fase acuosa denominada “mazada” o suero de mantequilla con la que se eliminan también la mayor parte de los microorganismos presentes en la nata (fermentos lácticos y otros microorganismos). Si la mazada es eliminada junto con las aguas residuales generadas en la empresa se produce el aumento de la carga contaminante de estas.

Por otra parte, en el lavado de la mantequilla se produce un consumo de agua y su vertido posterior con los restos de mazada.

Según la legislación, el agua que se use en una industria alimentaria debe tener unas características físico-químicas determinadas. En este sentido, en los tratamientos realizados al agua que se consume en el proceso, la regeneración de resinas de intercambio iónico y los lavados de membranas a contracorriente generan aguas residuales con alta concentración de sustancias salinas disueltas.

Aunque los equipos CIP contribuyen a optimizar los consumos de agua, energía y productos químicos en las operaciones de limpieza, generan de todas formas unos volúmenes significativos de aguas residuales con altas variaciones de pH.

La presencia de fosfatos y nitratos en el vertido se deberán al uso de ácido fosfórico y nítrico en estos equipos. Un mal diseño de los sistemas CIP y una inadecuada retirada de producto previamente al ciclo de limpieza hacen que grandes cantidades de producto acaben en las aguas residuales finales.

### 3.3.2. Residuos.

Los residuos generados en las industrias lácteas son principalmente residuos orgánicos derivados del proceso productivo, residuos de envases y embalajes tanto de materias primas y secundarias como de producto final y, en menor medida, residuos relacionados con las actividades de mantenimiento, limpieza, laboratorio y trabajo de oficina.

También se deben considerar los residuos derivados de los procesos de tratamiento de aguas residuales como son las grasas retiradas y los fangos de los sistemas físico-químicos y/o biológicos.

*Tabla 9. Principales residuos generados en una empresa láctea*

<b>Grupo</b>		<b>Residuo</b>	<b>Lugar de generación</b>	<b>Destinos más habituales</b>
Residuos orgánicos		Producto no conforme, lactosuero, mazada, restos de producción.	Proceso productivo	Alimentación animal, aprovechamiento de subproductos.
Envases y embalajes	Vacíos	Film retráctil, palets de madera, sacos de papel kraft. Envases de plástico, vidrio, cartón, papel.	Recepción, expedición	Reutilización o reciclaje.
	Llenos	Envases de plástico, vidrio, cartón, papel.	Envasado Almacenamiento Devoluciones	Depósito en vertedero o separación de envase-producto y gestión por separado.
Asimilables a los domésticos		Papel, desechables oficina, basura doméstica	Oficinas, comedor, baños, etc.	Compostaje o depósito en vertedero.
Residuos peligrosos		Aceites usados, baterías, envases de productos peligrosos.	Laboratorio Almacén Taller Áreas de limpieza	Transporte, tratamiento y eliminación o depósito en vertedero de peligrosos.
Residuos no peligrosos/otros		Lodos depuración, grasas	Sistema tratamiento aguas residuales	Compostaje, aplicación como abono orgánico.

En función del tipo de industria láctea los residuos que se generan en mayor proporción varían de unas a otras.

A partir de los datos recibidos por las empresas del sector, la cantidad de producto no conforme generada oscila entre los siguientes rangos de valores:

*Tabla 10. Rangos de producción de residuos (datos del cuestionario)*

<b>Residuo</b>	<b>Empresas de productos lácteos, excepto helados</b> (max-min) kg/t leche recibida
Producto no conforme	20-0,15
Plástico	0,31-0
Cartón	17,65-0,03
Metal	16,59-0,17
Madera	2,17-0,01
Basura	1,26-0,05

### 3.3.3. Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones gaseosas de las industrias lácteas se generan en las calderas de producción de vapor o agua caliente, necesarias para las operaciones de producción y limpieza.

Los contaminantes que se pueden esperar en los gases de combustión son el CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas. Los niveles de emisión de estos contaminantes variarán en función del tipo y calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia y del control del proceso de combustión.

Los combustibles más empleados en las calderas son fuel, gasóleo y gas natural.

Al igual que los combustibles sólidos, los líquidos presentan un contenido elevado de azufre y la posibilidad de producir hollín y partículas por una combustión incompleta. Además deben disponerse depósitos de almacenamiento de combustible según unas consideraciones de seguridad para evitar los riesgos derivados de posibles fugas y explosiones.

El gas natural representa un combustible cada vez más extendido dadas las ventajas que presenta. El gas natural se encuentra exento de azufre y otras impurezas por lo que no se producen emisiones de estos contaminantes. No es necesario almacenarlo en las fábricas aunque su uso también representa riesgos de incendio y explosión.

Las medidas preventivas de la emisión de gases contaminantes se basan en el mantenimiento y limpieza adecuado de los quemadores, en el mantenimiento preventivo de los equipos que utilizan sistemas de combustión, el autocontrol de las emisiones y en caso de ser necesario la implantación de medidas correctoras.

Otro aspecto a considerar en las emisiones a la atmósfera, es la emisión de gases utilizados en los sistemas de refrigeración. Las pérdidas o fugas de estos gases suponen un impacto ambiental de importancia dada su repercusión sobre la capa de ozono.

A este respecto cabe mencionar que en el *Reglamento 2037/2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono*, se establece una limitación progresiva de la utilización de HCFCs puros de forma que el 1 de enero de 2010 se prohibirá el uso de HCFCs “nuevos” y el 1 de enero de 2015 la prohibición se amplía a todo tipo de HCFCs. Los HFCs son una nueva generación de gases refrigerantes que al no contener cloro son mucho menos dañinos para la capa de ozono.

### 3.3.4. Ruido

En función de la cercanía a núcleos urbanos pueden presentarse problemas por el ruido debido los equipos de generación de frío. Otro aspecto es el ruido provocado por el tráfico de camiones, tanto en la recepción de leche como en la salida de producto acabado, ya que el tráfico continuo de camiones puede provocar niveles altos de contaminación acústica.

El ruido supone un aspecto significativo en determinadas instalaciones lácteas que se encuentran próximas a zonas habitadas. Como medidas preventivas se realiza el aislamiento acústico y de vibraciones de los equipos causantes del ruido, también constituye una medida de prevención la realización de controles de los niveles de ruido que permitan reducir el impacto antes de que se produzca.



## 4 MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

### 4.1 INTRODUCCIÓN

En la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, se definen las mejores técnicas disponibles como “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas”.

Las mejores técnicas disponibles (MTDs) se caracterizan por ser técnicas especialmente eficaces desde el punto de vista ambiental por su reducido consumo de recursos o bajo impacto ambiental, y que son viables en el ámbito técnico y económico para cualquier industria afectada por la Ley IPPC. La figura siguiente muestra un posible esquema del proceso de identificación de MTDs aplicable en el sector agroalimentario.

Las MTDs deben ser tenidas en cuenta para determinar los Valores Límite de Emisión (VLEs), aunque sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica.

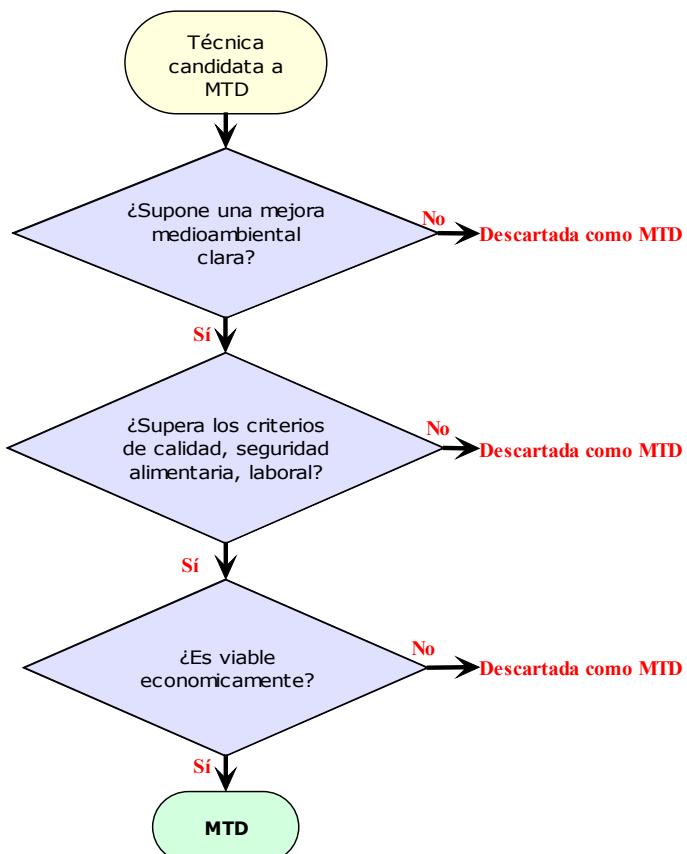


Figura 19. Diagrama de sección de una MTD

En comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica en una instalación industrial alimentaria, una técnica candidata a MTD debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD debería estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción de alimentos de calidad, inocuos y cuya fabricación no supongan un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.). En el caso de la industria alimentaria merece la pena destacar que la seguridad alimentaria puede suponer una barrera crítica a ciertas técnicas de reutilización o de reciclaje.

Finalmente, una técnica no podría considerarse MTD si fuera económicamente inviable para una industria. La adopción de MTDs por parte de un centro no debería suponer un coste tal que pusiera en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que en las instalaciones antiguas, un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible por diversos factores, mientras que en nuevas instalaciones es más lógico considerar además de otros criterios, la variable ambiental y por tanto las MTDs. Este sería una de las ideas fuerza de la nueva normativa: fomentar la adopción de técnicas productivas respetuosas con el medio ambiente.

## **4.2 CONSIDERACIONES GENERALES A LA APLICACIÓN DE LAS MTD'S EN UNA INDUSTRIA LACTEA**

En este apartado se describen algunos aspectos que pueden condicionar la aplicabilidad de las MTDs en una determinada instalación conforme a sus circunstancias particulares.

### **4.2.1. Seguridad alimentaria**

Al igual que ocurre en todas las instalaciones alimentarias, existe una condición exigible a cualquier técnica utilizable en la industria láctea y es que permita garantizar la seguridad alimentaria del producto en el punto del proceso en el que se aplica.

Por tanto, la garantía de que la implantación de una determinada técnica no afectará a la consecución final de la necesaria seguridad alimentaria de los productos lácteos será condición “*sine quan non*” para poder determinar que una técnica es MTD en una determinada instalación.

### **4.2.2. Especificaciones de producto**

En la industria láctea se pueden agrupar los productos en grupos genéricos (leche de consumo, yogur, queso, nata, helados, etc.) aunque dentro de cada grupo existen múltiples variantes (por ejemplo en leche de consumo se encuentra leche UHT, esterilizada, pasterizada, cualquiera de las anteriores aromatizada con distintos sabores, etc.) Por último, se puede encontrar cierto grado de especificidad de producto a nivel de marca comercial, conseguidas utilizando diferentes condiciones de proceso, calidades, etc.

Algunas MTDs pueden afectar dichas especificaciones de producto, y en estos casos deberían establecerse las excepciones o el alcance de su aplicación.

#### **4.2.3. Viabilidad económica**

La viabilidad económica de algunas de las candidatas a MTD identificadas para el sector lácteo debería ser estudiada para cada instalación en concreto, en función de las características de la instalación, especialmente atendiendo a factores como el tamaño, el tipo de productos elaborados o la antigüedad de la instalación.

Independientemente de ello, existe una característica que permite diferenciar claramente la viabilidad económica de algunas MTDs: el que sea una instalación nueva o existente.

#### **4.2.4. Condicionantes locales y de instalación**

Algunos factores locales pueden determinar la viabilidad técnica de una determinada MTD (por ejemplo un circuito cerrado con torre de refrigeración) o el ajuste de parámetros para la optimización de un proceso (por ejemplo el ajuste de las temperaturas de condensación y evaporación del sistema de refrigeración).

Las ampliaciones sufridas por una instalación existente también puede condicionar el ajuste de algunos parámetros a los valores óptimos.

### **4.3 MTD'S DE LA INDUSTRIA LÁCTEA**

Se ha identificado 37 MTDs de carácter específico para el sector lácteo que se describen en fichas para facilitar su consulta y aplicabilidad. Además de estas MTDs específicas, se han seleccionado del BREF europeo una serie de MTDs denominadas “genéricas” que también son aplicables al sector.

#### **4.3.1. MTDs específicas**

En este apartado se presentan las fichas correspondientes a las MTDs específicas. En la Tabla 11 se muestra un listado de las MTDs agrupadas por el principal aspecto ambiental que mejoran, mientras que en la Tabla 12 se agrupan por el proceso en los que son aplicables. Posteriormente, se presentan las fichas en las que se describen cada una de estas MTDs.

Tabla 11. Listado de MTDs agrupadas por principal aspecto ambiental

	Nº	Nombre de la técnica
<b>Consumo de agua y generación de agua residual</b>	1	Optimizar la filtración inicial de la leche con el objetivo de reducir la frecuencia de limpieza de los separadores centrífugos.
	2	Uso de técnicas de medición y control del flujo de sustancias.
	3	Recuperación y aprovechamiento del suero generado en la elaboración de queso.
	4	Recuperación y aprovechamiento de la mazada o suero de mantequería.
	5	Control y/o regeneración de salmueras para alargar su vida útil en la elaboración de quesos.
	6	Instalación de sistemas para la detección de las interphas agua/producto en las conducciones.
	7	Implantar procedimientos de control para reducir las pérdidas de leche en llenado de tanques, desconexión de tuberías, mangueras, bombas, etc.
	8	Recogida del agua del último enjuagado en limpieza CIP.
	9	Utilización de sistemas CIP descentralizados.
	10	Optimización del control operativo del sistema CIP.
	11	Selección de desinfectantes químicos (reducción uso biocidas oxidantes en base a compuestos organo-halogenados).
	12	Red separativa y segregación del vertido de aguas pluviales.
	13	Disponer de un sistema apropiado de tratamiento de aguas residuales.
	14	Estudiar la posible reutilización de aguas de proceso o refrigeración para la limpieza de zonas con bajos requerimientos higiénicos u otros usos no críticos.
	15	Implantar un plan de minimización del consumo de agua.
	16	Recuperación y reutilización de las soluciones de limpieza de los equipos CIP.
<b>Consumo energía</b>	17	Recuperación de calor en las operaciones de tratamiento térmico de la leche.
	18	Usar evaporadores de múltiples efectos en los procesos de evaporación de leche o suero.
	19	Usar sistemas de recompresión de vapor en los evaporadores.
	20	Utilizar la máxima capacidad de concentración de los evaporadores antes de la fase de deshidratación.
	21	Desescarchado automático por gases calientes de los evaporadores de los sistemas de frío usados en las cámaras de congelación.
	22	Aislamiento térmico de superficies calientes y frías.
	23	Medición y control del consumo de energía en las principales áreas de la instalación.
	24	Optimización de la eficiencia en motores y bombas.
	25	Optimización de consumo en la planta de aire comprimido.
	38	Disponer de un sistema de cogeneración en aquellas instalaciones donde existe un uso para el calor y energía producidos.
	26	Uso de filtros u otros sistemas de captación para tratar las emisiones de aire procedentes del secado en la elaboración de leche en polvo.
	27	Utilizar combustibles de bajo contenido en azufre.
	28	Aprovechamiento del biogás generado en las instalaciones de depuración anaerobia de aguas residuales.
<b>Emissions atmosféricas</b>	29	Evitar el uso de refrigerantes clorados.
	30	Programa de mantenimiento y control de calderas.

<b>Residuos</b>	31 Recuperación de la materia prima o producto existente en los circuitos antes del comienzo de la limpieza CIP o cuando se producen cambios en el tipo de producto.
	32 Tratar los derrames de sustancias semisólidas y sólidas (restos de yogur, mix de helado, etc.) como residuo sólido antes que retirarlo con agua con destino al colector.
	33 Implantación de un plan de minimización de residuos.
<b>No específico</b>	34 Establecer y controlar indicadores de ecoeficiencia.
	35 Implementación de un sistema de gestión ambiental.
	36 Implantar un plan de emergencias ambientales.
	37 Plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 12. Listado de MTDs agrupadas por procesos en los que son aplicables

<b>nº</b>	<b>Nombre de la técnica</b>
Todos los procesos de la industria láctea	1 Optimizar la filtración inicial de la leche con el objetivo de reducir la frecuencia de limpieza de los separadores centrífugos.
	2 Uso de técnicas de medición y control del flujo de sustancias.
	6 Instalación de sistemas para la detección de las interfas agua/producto en las conducciones.
	7 Implantar procedimientos de control para reducir las pérdidas de leche en llenado de tanques, desconexión de tuberías, mangueras, bombas, etc.
	8 Recogida del agua del último enjuagado en limpieza CIP.
	9 Utilización de sistemas CIP descentralizados.
	10 Optimización del control operativo del sistema CIP.
	11 Selección de desinfectantes químicos (reducción uso biocidas oxidantes en base a compuestos organo-halogenados).
	12 Red separativa y segregación del vertido de aguas pluviales.
	13 Disponer de un sistema apropiado de tratamiento de aguas residuales
	14 Estudiar la posible reutilización de aguas de proceso o refrigeración para la limpieza de zonas con bajos requerimientos higiénicos u otros usos no críticos.
	15 Implantar un plan de minimización del consumo de agua.
	16 Recuperación y reutilización de las soluciones de limpieza de los equipos CIP.
	17 Recuperación de calor en las operaciones de tratamiento térmico de la leche.
	21 Desescarchado automático por gases calientes de los evaporadores de los sistemas de frío usados en las cámaras de congelación.
	22 Aislamiento térmico de superficies calientes y frías.
	23 Medición y control del consumo de energía en las principales áreas de la instalación
	24 Optimización de la eficiencia en motores y bombas.
	25 Optimización de consumo en la planta de aire comprimido.
	27 Utilizar combustibles de bajo contenido en azufre.
	28 Aprovechamiento del biogás generado en las instalaciones de depuración anaerobia de aguas residuales.

	29	Evitar el uso de refrigerantes clorados.
	30	Programa de mantenimiento y control de calderas.
	31	Recuperación de la materia prima o producto existente en los circuitos antes del comienzo de la limpieza CIP o cuando se producen cambios en el tipo de producto.
	32	Tratar los derrames de sustancias semisólidas y sólidas (restos de yogur, mix de helado, etc.) como residuo sólido antes que retirarlo con agua con destino al colector.
	33	Implantación de un plan de minimización de residuos.
	34	Establecer y controlar indicadores de ecoeficiencia.
	35	Implementación de un sistema de gestión ambiental.
	36	Implantar un plan de emergencias ambientales.
	37	Plan de mantenimiento preventivo.
	38	Disponer de un sistema de cogeneración en aquellas instalaciones donde exista un uso para el calor y energía producidos.
<b>Leche en polvo y concentración de suero</b>	18	Usar evaporadores de múltiples efectos en los procesos de evaporación de leche o suero.
	19	Usar sistemas de recompresión de vapor en los evaporadores.
	20	Utilizar la máxima capacidad de concentración de los evaporadores antes de la fase de deshidratación.
	26	Uso de filtros u otros sistemas de captación para tratar las emisiones de aire procedentes del secado en la elaboración de leche en polvo.
<b>Mantequilla</b>	4	Recuperación y aprovechamiento de la mazada o suero de mantequería.
<b>Quesos</b>	3	Recuperación y aprovechamiento del suero generado en la elaboración de queso.
	5	Control y/o regeneración de salmueras para alargar su vida útil en la elaboración de quesos.

***Optimizar la filtración inicial de la leche con el objetivo de reducir la frecuencia de limpieza de los separadores centrífugos***

<b>Proceso:</b> Todos	<b>Operaciones implicadas:</b> Termización.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> agua residual, energía eléctrica.	

### Descripción

Antes de proceder a la operación de termización de la leche se deben eliminar las partículas orgánicas e inorgánicas de suciedad que pueda contener la leche tras el ordeño o por el transporte. Esta separación de sólidos suele realizarse con filtros incluidos en las conducciones que llevan la leche de los vehículos de transporte a los tanques de almacenamiento. Posteriormente existe una centrifugación que permite separar las impurezas con un peso específico superior al de la leche, que constituyen los llamados lodos de clarificación y que son fangos formados por partículas de suciedad, células somáticas, gérmenes y por otras sustancias principalmente de tipo proteico. Antiguamente, era necesario realizar estas operaciones manualmente y los lodos tenían una consistencia pastosa. Actualmente con las centrífugas con deslodos automáticos no es necesario realizar estas operaciones.

La optimización de la filtración previa a la centrifugación, permite optimizar el funcionamiento de las separadoras centrífugas y por tanto minimizar el volumen de lodos de clarificación.

En los procesos productivos en los que no se utiliza leche líquida como materia prima, como es el caso de muchas fábricas de helados, no se puede aplicar esta técnica.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga orgánica del efluente, mediante la reducción del volumen de lodos de clarificación generados que se vierten a las aguas residuales.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No se prevén alteraciones de la calidad de la leche.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No aplicable en la mayoría de industrias de helados, ya que utilizan leche en polvo como materia prima. Implantación de sistemas previos de filtración y clarificación a los separadores centrífugos.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>2 Uso de técnicas de medición y control del flujo de sustancias</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> materias primas, residuos orgánicos, aguas residuales.	

### Descripción

Existen operaciones en las que puede ser crítica la cantidad de material que se transfiere o dosifica para evitar la fabricación de productos fuera de especificación o incluso para evitar el excesivo uso de materiales.

El control y medida de flujos en la transferencia o adición de material permite adecuar los volúmenes transferidos o añadidos a las cantidades previamente determinadas.

En los sistemas de limpieza CIP se utilizan equipos de medición de caudal para controlar y optimizar los consumos de agua y productos químicos y reducir la generación de aguas residuales. También se pueden utilizar estos equipos para el control de las interfaces durante la limpieza.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la generación de aguas residuales: El control del flujo de agua en las operaciones CIP produce una minimización del volumen de vertido final.

Reducción de la carga contaminante del efluente y de las pérdidas de producto: El control del flujo de la interfase agua/leche en las operaciones de limpieza reduce las pérdidas de leche, y por tanto la carga orgánica del vertido final.

Es una MTD de tipo general que se aplica tanto a trasiegos de producto de unos depósitos a otros como a sistemas de limpieza CIP, por lo que no se pueden establecer valores de mejora específicos.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Los medidores de flujo deben ser fáciles de limpiar y robustos. Asegurar que el medidor que se instala es el adecuado al flujo que se quiere medir, el tipo de línea, posición, etc. <b>Principales equipos necesarios:</b> Medidores de flujo en continuo. Conductivímetros (para el caso de las limpiezas CIP).
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>3 Recuperación y aprovechamiento del suero generado en la elaboración de queso</b>	
<b>Proceso:</b> Quesos.	<b>Operaciones implicadas:</b> desueroado.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> aguas residuales.	

## ■ Descripción

En la etapa de desueroado del queso se generan volúmenes importantes de lactosuero cuya carga orgánica y salina es elevada. El lactosuero generado en la elaboración de queso es unas nueve veces el volumen de queso elaborado, y tiene una DQO de 40.000-60.000 mg/l.

Si el lactosuero se vierte directamente al colector de aguas residuales se produce un aumento considerable de la carga contaminante del vertido final, especialmente la DQO.

La recuperación y almacenamiento adecuado del lactosuero generado durante el desueroado permite reducir de forma importante la carga contaminante del vertido y permite aprovechar los recursos que contiene. Para ello se debe implantar un sistema de recogida y almacenamiento del mismo que implica:

- Colocar bandejas colectoras para evitar que los goteos y derrames en los puntos de salida del lactosuero.
- Retirar totalmente el lactosuero y los restos de cuajada de los moldes antes de realizar las limpiezas.
- Recoger el lactosuero en un depósito específico para el mismo.
- Establecimiento de procedimientos de operación.
- Formación del personal.

Si el suero no se valoriza en la instalación en la que se genera, se debe gestionar adecuadamente para asegurar su valorización en otra instalación.

El lactosuero puede ser valorizado en diferentes procesos:

- \* como materia prima para la elaboración de productos lácteos y bebidas.
- \* Tras un proceso de ultrafiltración y secado mediante "spray drying" se obtiene una fracción que puede llegar a contener entre un 25-80% de proteína y que puede ser usada en la elaboración de múltiples productos alimenticios,
- \* Tras la concentración y secado mediante "spray drying" se obtiene un polvo que es susceptible de ser utilizado en alimentación, aunque existen problemas asociados por la caramelización de la lactosa. La precrystalización de la lactosa antes de la etapa de secado podría evitar este efecto.
- \* Para alimentación animal (porcino, bovino).
- \* Extracción de compuestos de interés (proteínas, sales, extractos alimentarios, etc.).

- \* Producción de biogas mediante digestión anaerobia.
- \* Producción de bioalcohol tras fermentación.
- \* Desmineralización (+ secado para la elaboración de leche infantil y chocolate). Desmineralización por medio de electrodiálisis o intercambio iónico. Alto coste de implantación, pero da como resultado productos de elevado valor añadido.

La recogida del lactosuero evita que este sea incorporado al vertido y permite conseguir una reducción del coste de depuración de las aguas residuales y/o una reducción en los correspondientes cánones de control de vertido y otras tasas de saneamiento que puedan establecer las Corporaciones Locales o las Comunidades Autónomas.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del volumen y la carga contaminante del vertido final: La recuperación del lactosuero permite esta reducción, especialmente de la carga orgánica (DBO, DQO) y la salinidad. En el caso que se utilice ósmosis inversa para la concentración del lactosuero, el permeado se puede utilizar para limpieza de zonas que no requieran altos estándares higiénicos.

La reducción del aporte en carga orgánica a las aguas residuales cuando se evita el vertido de lactosuero es de 36-54 g DQO/l de leche recibida.

#### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>4 Recuperación y aprovechamiento de la mazada o suero de mantequería</b>	
<b>Proceso:</b> Mantequilla.	<b>Operaciones implicadas:</b> Batido-amasado.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> aguas residuales, residuos orgánicos.	

### Descripción

La mazada o suero de mantequería, tiene una composición similar a la leche desnatada con un mayor contenido en fosfolípidos. Su vertido con las aguas residuales supone un incremento de la carga contaminante, especialmente de la carga orgánica.

El aprovechamiento de la mazada para usos posteriores exige que se mantengan unas condiciones de recogida y almacenamiento refrigerado adecuadas para inhibir el desarrollo de los microorganismos. Es importante impedir que se mezcle aire en los procesos de bombeo y almacenamiento ya que éste provoca alteraciones del sabor y del aspecto. Posteriormente se envasa y almacena de forma refrigerada al igual que otros productos fermentados.

Si la mazada no se valoriza en la instalación en la que se genera, se debe gestionar adecuadamente para asegurar su valorización en otra instalación.

La mazada puede utilizarse como leche fermentada para la alimentación humana o tener otros aprovechamientos:

- Alimento para ganado.
- Obtención de mazada en polvo mediante procesos de deshidratación. La mazada en polvo se utiliza en la industria alimentaria como pastelería, panadería, preparación de postres y helados, etc., principalmente debido a sus propiedades emulsionantes.
- Utilización en la elaboración de determinados quesos o añadida a la leche destinada a la fabricación de quesos.

### Descripción de la mejora ambiental

Disminución de la carga contaminante del vertido final (DBO, DQO, aceites y grasas): La reducción del aporte en carga orgánica a las aguas residuales cuando se evita el vertido de mazada es 54-65 g DQO/l de leche recibida.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Reducción de costes de depuración, beneficio económico por el aprovechamiento mazada. Costes derivados del acondicionamiento de la recogida de mazada y de la elaboración del nuevo producto.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>5    Control y/o regeneración de salmueras para alargar su vida útil en la elaboración de quesos</b>	
<b>Proceso:</b> Quesos	<b>Operaciones implicadas:</b> salado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> aguas residuales, gestión de recursos.	

### Descripción

La eliminación de grandes cantidades de salmuera junto con el efluente final genera problemas ambientales debido a que estas salmueras son muy ricas en partículas en suspensión, microorganismos, sales de calcio, magnesio, lactosa, ácido láctico, etc. Esto se traduce en un aumento de los valores de carga orgánica y conductividad del vertido final.

La mejor forma de prevenir estos impactos ambientales es alargar la vida útil de las salmueras de forma que se pueda reducir considerablemente el volumen de salmueras eliminadas al medio, sin que ello afecte a la calidad del producto final.

Un primer nivel se basaría en optimizar la reutilización de las salmueras implantando un sistema de control de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las salmueras que permita determinar el grado de envejecimiento de las mismas y obtener un salado óptimo del queso. Para ello será necesario establecer con anterioridad las especificaciones químicas y microbiológicas de utilización de las salmueras para asegurar el salado adecuado del queso así como los procedimientos de operación.

La utilización de técnicas de microfiltración y ultrafiltración permite regenerar parcialmente las salmueras eliminando gran aparte de los sólidos y microorganismos que se van acumulando a lo largo de su utilización. Estas salmueras regeneradas pueden ser la base para nueva salmuera tras la adición de agua y sal que compense las perdidas generadas durante el tratamiento de filtración.

La ultrafiltración permite eliminar los microorganismos y las moléculas grandes como proteínas, mientras que la microfiltración se suele utilizar sólo para eliminar parcialmente los microorganismos.

La utilización de estos sistemas sólo estaría justificada en el caso de que se generen elevados volúmenes de salmuera en la instalación.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y sal: Alargando la vida útil de las salmueras también se logra reducir el volumen de salmuera vertida. El vertido de salmuera contribuye en especial a aumentar la conductividad del vertido final.

La reducción del aporte en cloruro a las aguas residuales cuando se evita el vertido de salmueras es de 110-180 g Cl/litro de salmuera reutilizada.

Para el correcto mantenimiento y explotación de equipos de membranas es necesario el uso de sustancias químicas.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Puede tener limitaciones desde el punto de vista microbiológico. El control adecuado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la salmuera evitará alteraciones de la calidad del producto final.
<b>Riesgos laborales</b>	Los derivados del manejo de sustancias químicas.
<b>Aspectos técnicos</b>	Es necesario disponer de equipos para el control y análisis de las salmueras, así como de personal cualificado.
<b>Aspectos económicos</b>	La instalación de un sistema de filtración por membrana puede no estar justificado cuando el volumen de salmuera generado sea pequeño.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>6    <i>Instalación de sistemas para la detección de las interfasas agua/producto en las conducciones</i></b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual.	

### Descripción

Tras las limpiezas CIP de las conducciones, éstas quedan llenas de agua hasta que comienza el siguiente ciclo de producción, en el que el producto entrante la arrastra a lo largo del circuito. Al finalizar el ciclo de producción y comenzar la limpieza CIP ocurre justamente lo contrario, siendo el agua la que arrastra al producto.

En ambos casos, al finalizar la operación, se crea una interfase agua/producto, momento en el cual puede considerarse que la fase de "arrastre" ha finalizado. La detección de esta fase puede hacerse visualmente con cierre manual de válvulas o automáticamente mediante el cálculo del tiempo necesario para llenar las conducciones con producto. Estos sistemas pueden provocar pérdidas excesivas de producto o agua de aclarado, con la consiguiente generación de aguas residuales y residuos.

La utilización de sistemas de detección de la interfase, como pueden ser medidores de densidad, conductividad o sensores ópticos, permite detectar el fin del arrastre y por tanto reducir al máximo las pérdidas de producto y la generación de aguas residuales de enjuagado.

Con sensores ópticos la reducción de las pérdidas de leche pueden llegar hasta un 50%. En líneas de llenado el uso de sensores puede llegar a reducir la cantidad de mezclas en los cambios entre un 30-40%.

El coste de un sensor óptico puede estar en torno a los 2.700 € (2001).

La recuperación de esta interfase evitando su vertido contribuye a reducir los costes de depuración de agua y/o de los correspondientes cánones de control de vertido y otras tasas de saneamiento que puedan establecer las Corporaciones Locales o las Comunidades Autónomas.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de las pérdidas de producto y por tanto, del aporte de carga contaminante al vertido final.

Reducción de la cantidad de agua necesaria para el arrastrar el producto dentro de las conducciones y como consecuencia directa, reducción del volumen de agua residual generada.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No afecta a la calidad final del producto.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Los sensores ópticos son relativamente nuevos, aunque ya se encuentran disponibles en el mercado. Se debe tener en cuenta que todos estos elementos deben estar calibrados y mantenidos adecuadamente.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>7    <i>Implantar procedimientos de control para reducir las pérdidas de leche en llenado de tanques, desconexión de tuberías, mangueras, bombas, etc.</i></b>	
<b>Proceso:</b> Todos	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> aguas residuales	

### Descripción

A lo largo del proceso se producen numerosos trasiegos de leche de unos depósitos a otros, y en estas operaciones se pueden producir pérdidas de leche por desbordamiento de tanques, pérdidas por goteos, derrames accidentales en las conexiones y desconexiones, etc.

Dada la elevada DQO de la leche, cualquier escape que llegue a los colectores de agua residual contribuyen a incrementar la DQO del vertido final.

La mejor manera de evitar estos vertidos accidentales es implantar mecanismos de control que pueden consistir en:

- \* instalar sistemas de control y alarma de llenado de depósitos,
- \* establecer procedimientos de operación en aquellas operaciones con mayor riesgo de pérdidas,
- \* realizar mantenimiento preventivo para evitar goteos y pérdidas,
- \* instalar bandejas para recoger goteos y derrames,
- \* identificar y marcar todas las conducciones para evitar conexiones erróneas,
- \* recogida separada de las descargas del separador centrífugo,
- \* incrementar la formación de los empleados encargados de las operaciones relacionadas con estas etapas de proceso,

Desde el punto de vista económico se producen menos pérdidas de materia prima y una reducción del coste de depuración del vertido final.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de las pérdidas de leche en el proceso y consecuentemente, reducción de la contaminación provocada por su vertido.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante. <b>Principales equipos necesarios:</b> Equipos de cierre y control.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>8 Recogida del agua del último enjuagado en limpieza CIP</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua.	

### Descripción

En los programas de limpieza CIP el último paso suele ser un enjuagado con agua para eliminar los restos de productos de limpieza o desinfección del circuito antes de que circule el producto. El agua resultante de este último enjuagado puede tener una calidad química y microbiológica suficiente como para ser utilizada para el primer enjuague del siguiente ciclo de limpieza.

Actualmente existen equipos CIP que incorporan la función de recuperar el agua del último enjuagado.

En el caso de instalaciones existentes será necesario modificar los equipos y complementarlos con elementos adicionales (depósito de almacenamiento, valvulería, sistema de control, cuadro de control, etc.), cosa que no en todos los casos puede ser posible.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y reducción del volumen final de vertido: El ahorro en agua que se puede alcanzar será del orden del 15-20% del total de agua consumida en un ciclo de limpieza CIP completo.

### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Para poder reutilizar el agua del último enjuague, su calidad debe ser la adecuada.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En los sistemas CIP de algunas instalaciones existentes puede resultar complicado.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes puede que no sea viable.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>9 Utilización de sistemas CIP descentralizados</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, energía térmica.	

### Descripción

La limpieza de la mayor parte de las conducciones y equipos utilizados en la industria láctea se realizan con sistemas CIP (Cleaning in Place) y es en estas limpiezas donde se consume gran parte del agua y los productos de limpieza de la instalación y por tanto donde se generan volúmenes importantes de agua residual. En las limpiezas también se producen consumos de electricidad (bombeo, control) y energía térmica (calentamiento de soluciones).

En el caso de instalaciones de gran tamaño con una extensa y complicada red de tuberías que disponen de una sola unidad CIP centralizada se pueden producir considerables pérdidas de calor, un consumo innecesario de agua y productos de limpieza y desinfección, disponer de gran capacidad de bombeo y volúmenes de agua residual excesivos para poder asegurar una adecuada limpieza en todo el circuito.

Por otra parte, no todos las partes de la red de tuberías y equipos requiere el mismo programa de limpieza.

Una solución puede ser el uso de varias unidades CIP más pequeñas (Sistema CIP descentralizado) en las que además se puede ajustar el programa de limpieza y desinfección a las necesidades de los equipos a limpiar.

Otra alternativa es el uso de unidades satélite que reciben las soluciones sin calentar desde una unidad central en unos depósitos pulmón desde los cuales se bombea el volumen necesario para limpiar la unidad, previo paso, en su caso, por un calentador para ajustar la temperatura.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción en el consumo de productos de limpieza.

Reducción de las pérdidas de producto.

Reducción del consumo de agua y de generación de los correspondientes efluentes residuales.

Los niveles cuantitativos de mejora vinculados a esta MTD van a depender mucho del diseño original de la instalación con respecto a la solución de descentralización, más efectiva desde el punto de vista higiénico y ambiental.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	En principio ayudaría a alcanzar el nivel de limpieza y desinfección adecuado en cada parte de la instalación.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Especialmente válido para instalaciones de gran tamaño. El número de equipos CIP o la tecnología a utilizar (satélites o unidades independientes) dependerá de un estudio técnico-económico previo.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes su coste puede ser inviable.
<b>Aplicable en</b>	nuevas instalaciones.

<b>10 Optimización del control operativo del sistema CIP</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua; Consumo de energía; Consumo de productos químicos; Aguas residuales.	

### Descripción

La limpieza de la mayor parte de las conducciones y equipos utilizados en la industria láctea se realizan con sistemas CIP (Cleaning in Place) y es en estas limpiezas donde se consume gran parte del agua y los productos de limpieza de la instalación y por tanto donde se generan volúmenes importantes de agua residual. En las limpiezas también se producen consumos de electricidad (bombeo, control) y energía térmica (calentamiento de soluciones). Por tanto, la optimización de los sistemas CIP redundaría en importantes ahorros de materiales y energía, así como en la generación de agua residual.

El diseño de las plantas CIP puede ser muy variable. Desde sistemas sencillos donde se prepara una carga de solución de limpieza y se hace pasar por el sistema por bombeo con su drenaje final, hasta plantas CIP totalmente automatizadas que disponen de depósitos para agua y las distintas soluciones de limpieza y que hacen posible la reutilización parcial de las mismas.

Al margen del diseño y tipo de tecnología empleada, existen una serie de medidas que se pueden plantear para optimizar el funcionamiento de los sistemas CIP y que son:

- \* determinar en cada caso cuáles son las condiciones idóneas de operación (tiempos, temperaturas, concentraciones, etc.) de las plantas CIP.
- \* establecer procedimientos escritos en los que se especifiquen los parámetros, características y frecuencia de limpieza de forma que permitan optimizar el consumo de agua, energía y productos químicos y por tanto reducir el volumen y carga de los efluentes.
- \* ubicar los procedimientos de limpieza en los lugares adecuados.
- \* dosificación automática de sustancias químicas y en los casos que no sea posible, formar al personal en el manejo y preparación de las soluciones de limpieza.
- \* instalar aparatos de medida de los parámetros más importantes (temperatura, pH, conductividad, turbidez) en el interior de los equipos, que permita ajustar los parámetros de operación a los valores óptimos, evitando así despilfarros.

La optimización del control operativo del sistema CIP mejora el grado de control higiénico.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua, energía y productos de limpieza: Se trata de una MTD bastante genérica en la que se introducen mejoras relacionadas con la optimización de los tiempos, las temperaturas o las concentraciones de las diferentes soluciones de limpieza, así como cambios en el diseño y la automatización de la instalación CIP. Por tanto, la reducción en el consumo de recursos está sujeta a multitud de variables dependientes de la casuística de cada instalación.

Reducción de volumen y carga contaminante del vertido.

#### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Mejora el grado de control higiénico de los equipos.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	La antigüedad de la instalación puede condicionar el nivel de automatización que se pueda alcanzar.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## **11 Selección de desinfectantes químicos (reducción del uso de biocidas oxidantes en base a compuestos organo-halogenados)**

<b>Proceso:</b> Todos	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Aguas residuales, consumo de materiales.	

### **■ Descripción**

Algunos desinfectantes químicos utilizados en las limpiezas de equipos e instalaciones pueden generar un elevado impacto ambiental cuando se vierten con las aguas residuales. Por ello es necesario realizar una adecuada selección de los productos de desinfección de forma que sean eficaces desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y perjudiquen lo menos posible el medio ambiente cuando estén presentes en las aguas residuales.

Por ejemplo, los biocidas oxidantes a base a compuestos halogenados de cloro o bromo son bastante perjudiciales para el medio ambiente y pueden formar compuestos como las cloraminas cuando se utilizan en aguas con elevada materia orgánica, además de que en estos casos pierden parte de su eficiencia.

Además, hay que tener en cuenta que los desinfectantes pueden ser tóxicos para la flora microbiológica de los tratamiento biológicos de las aguas residuales, disminuyendo su rendimiento o incluso paralizando el proceso.

Por tanto si no lo impiden razones técnicas o de seguridad alimentaria, se debería estudiar la posibilidad de sustituir estas sustancias por otros biocidas como el ozono, la radiación ultravioleta o incluso el vapor.

### **■ Descripción de la mejora ambiental**

Reducción de la carga contaminante del vertido final, como consecuencia del uso de sustancias biocidas más respetuosas con el medio ambiente.

Si se utilizan desinfectantes con menor toxicidad se evitan los posibles problemas de funcionamiento inadecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales.

### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Se debe asegurar que los niveles de seguridad alimentaria no se ven disminuidos por la sustitución de los agentes biocidas seleccionados.
<b>Riesgos laborales</b>	En el caso del ozono y la radiación ultravioleta deben tomarse en consideración los posibles riesgos e implantar las correspondientes acciones de prevención.
<b>Aspectos técnicos</b>	Los productos alternativos no deben ser agresivos o crear problemas con los materiales de las conducciones y maquinaria de proceso.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>12 Red separativa y segregación del vertido de aguas pluviales</b>	
<b>Proceso:</b> Todos	<b>Operaciones implicadas:</b> Tratamiento de aguas residuales.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual.	

### Descripción

La recogida conjunta de las aguas pluviales junto con el resto de aguas generadas en la instalación supone encarecer el coste total de la depuración debido fundamentalmente a un aumento del consumo en energía. Además, cuando se producen eventos de lluvia abundante en cortos períodos de tiempo, los caudales de aguas pluviales suelen ser muy superiores a los que la depuradora puede absorber, generando así graves problemas en la misma (desbordamientos, inutilización de los sistemas biológicos, etc.).

Esta MTD permite cumplir con la legislación cuando la instalación se encuentra en un polígono que dispone de colector específico de aguas pluviales.

Cuando se diseña una instalación de nueva construcción se deberá tener en cuenta que el sistema de recogida, canalización y vertido de las aguas pluviales debe ser independiente al resto de aguas residuales generadas en la empresa (proceso, limpieza, refrigeración, sanitarias, etc.). En el caso de que no exista posibilidad de verter dichas aguas a una red exterior de pluviales, estas se juntarán con el resto de aguas residuales de la empresa tras la depuradora.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del volumen de agua residual a tratar: La recogida conjunta de las aguas pluviales no contaminadas junto con el resto de aguas generadas en la instalación supone encarecer el coste total de la depuración, debido fundamentalmente a un aumento del consumo en energía. La red separativa evita que las aguas pluviales entren en contacto con las aguas residuales de la instalación y que de esta forma puedan ser vertidas al colector comunitario de pluviales, en caso de que éste último exista.

Además, se previenen posibles disfunciones de las estaciones de depuración de aguas residuales debido a aumentos importantes del caudal en caso de lluvias fuertes.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones existentes que no dispongan de red separativa de pluviales, la instalación de la misma puede llegar a ser técnicamente inviable.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes que no dispongan de red separativa de pluviales, la instalación de la misma puede ser muy costosa y no llega a compensar los beneficios obtenidos por la misma.
<b>Aplicable en</b>	Nuevas instalaciones.

**13 Disponer de un sistema apropiado de tratamiento de aguas residuales**

<b>Proceso:</b> Todos	<b>Operaciones implicadas:</b> Tratamiento de aguas residuales.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual.	

**■ Descripción**

A pesar de las precauciones, medidas preventivas e implantación de las mejores técnicas disponibles que se toman para evitar la producción de efluentes, es inevitable por la propia naturaleza de algunos procesos, la generación de aguas residuales que deben ser tratadas antes de su vertido final al medio receptor.

Algunos parámetros de vertido (especialmente DQO, AyG, NKT, pH) suelen presentar valores por encima de los permitidos en la normativa, por lo que es necesario que las industrias lácteas dispongan de un sistema de depuración de sus aguas residuales, de forma que se asegure un adecuado nivel de protección del medio ambiente.

El sistema de depuración que deberá disponer la instalación será aquel que se considere suficiente para lograr una depuración adecuada de las aguas en cada caso particular, en función de las características del mismo y de las exigencias del punto de vertido.

Obviamente, no existe un sistema de depuración universal aplicable a todas las instalaciones lácteas. Sin embargo, por las características comunes que presentan estos efluentes, las plantas de depuración de agua deberían disponer de los siguientes elementos básicos: (pueden existir casos en los que no sean necesarios todos los equipos).

- \* Desbaste.
- \* Homogeneización.
- \* Neutralización.
- \* Separación de grasas por sistemas físicos o físico-químicos.
- \* Sistema biológico aerobio y/o anaerobio.
- \* Línea de tratamiento/acondicionamiento de fangos.

La construcción de una depuradora representa una inversión muy importante y requiere un mantenimiento por parte de personal formado en la materia. Es posible compensar esta inversión con los ahorros obtenidos en el canon de saneamiento o de vertido (según la comunidad autónoma).

**■ Descripción de la mejora ambiental**

Permite adecuar las características del vertido a las requeridas en el punto de vertido: El nivel de reducción de la carga contaminante de las aguas residuales tras su tratamiento en la depuradora depende de multitud de variables que no afectan a todas las instalaciones del sector por igual. Por tanto los valores absolutos o relativos de mejora son únicamente válidos para cada caso concreto.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Para cada instalación el sistema de tratamiento de aguas residuales será aquel que se considere suficiente para lograr una depuración adecuada de las mismas en función de las exigencias del punto de vertido.
<b>Aspectos económicos</b>	Coste elevado. En este caso no se puede hablar de viabilidad, es una inversión obligatoria para estar dentro de las normativas existentes.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

**14 Estudiar la posible reutilización de aguas de proceso o refrigeración para la limpieza de zonas con bajos requerimientos higiénicos u otros usos no críticos**

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales.	

### Descripción

En la instalación se generan algunas corrientes de agua de proceso o refrigeración que en función de su calidad química o microbiológica pueden reutilizarse en la limpieza de zonas con bajos requerimientos higiénicos, tanques, equipos CIP o limpiezas manuales o para preparar soluciones de limpieza.

Las principales corrientes de agua susceptibles de ser reutilizadas son:

- \* el agua de rechazo de la ósmosis inversa se puede utilizar para baldear superficies, aconsejándose mezclarla previamente con agua bruta,
- \* los condensados de producción generados durante los tratamientos térmicos y las refrigeraciones. Esta agua se puede utilizar para la alimentación de las calderas, si su calidad es la adecuada,
- \* reutilizar el agua caliente de refrigeración para limpiar. Cuando se use este tipo de agua para la limpieza de superficies que estén en contacto con el producto debe asegurarse que su calidad higiénica sea la adecuada. Normalmente se almacena algún tiempo en un depósito intermedio hermético. Cualquier riesgo higiénico se puede reducir tratando el agua con luz ultravioleta.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y de la generación de aguas residuales: La reutilización de agua de proceso o refrigeración para baldeos de zonas con bajos requerimientos higiénicos redonda en la disminución de estos dos aspectos. Si el agua reutilizada es agua caliente de refrigeración, hay además un ahorro de energía térmica.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	En cada caso concreto se deberá realizar un estudio que permita asegurar que el agua a reutilizar cumple con los requisitos de calidad microbiológica y química necesarios, en especial cuando se utilice para la limpieza.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Las aguas salobres de rechazo de la ósmosis inversa podrían causar problemas debido a su conductividad. <b>Principales equipos necesarios:</b> Depósitos de almacenamiento, bombas.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## 15 *Implantar un plan de minimización del consumo de agua*

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos.
------------------------	---

<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales.
--

### Descripción

El consumo de agua y la consiguiente generación de aguas residuales es quizá el principal aspecto ambiental de una industria láctea. Para poder minimizar el consumo de agua es necesario registrar y analizar toda aquella información que nos permita identificar las posibles alternativas y estudiarlas técnica y económica mente.

Para ello es necesario:

- \* analizar el consumo de agua. Realizar inventarios de los balances de agua en todo el proceso, en procesos concretos y en partes seleccionadas. Esto lleva implícito el disponer de contadores de agua al menos en las áreas de mayor consumo,
- \* valorar las exigencias en cuanto a calidad del agua para cada aplicación,
- \* valorar el consumo mínimo de agua para cada operación,
- \* valorar las medidas para reducir el consumo de agua,
- \* evaluar y realizar un estudio de viabilidad.

Una vez identificadas las alternativas de minimización que se pueden aplicar, es necesario implantar un plan de minimización del consumo de agua en el que se definan los objetivos a alcanzar, los equipos necesarios, los plazos de ejecución, etc.

A continuación se citan algunas alternativas de minimización del consumo de agua que se pueden estudiar de forma general en las industrias lácteas como:

- Ajustar el caudal de agua a las necesidades de consumo de cada operación.
- Establecimiento de las condiciones óptimas de operación, reflejándolas por escrito y difundiéndolas entre los trabajadores.
- Instalar válvulas que permitan la regulación del caudal.
- Instalación de sistemas de cierre sectorizado de la red de agua, que permita cortar el suministro de una zona en caso de producirse una fuga.
- Utilizar la calidad de agua adecuada en cada operación, permite la reutilización de agua en etapas menos críticas y un ahorro en los tratamientos previos del agua para de proceso.
- Realizar inspecciones periódicas de la instalación y/o del consumo para detectar fugas, roturas o pérdidas lo antes posibles.
- Utilización de circuitos cerrados de refrigeración.
- Sistemas automáticos de cierre en los puntos de agua (mangueras, grifos, servicios, etc.).

## Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua y del volumen de vertido del efluente final: Al tratarse de una MTD de carácter general, los resultados van a depender, entre otros muchos factores, del alcance y la ambición de los objetivos marcados. Los resultados serán por tanto difícilmente cuantificables en términos numéricos y difícilmente extrapolables a otras instalaciones del sector.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## **16 Recuperación y reutilización de las soluciones de limpieza de los equipos CIP**

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de productos de limpieza, consumo de agua, aguas residuales.	

### Descripción

Los sistemas CIP permiten realizar el ciclo de limpieza de los circuitos y equipos haciendo circular de forma secuencial los enjuagues y soluciones de limpieza (soluciones alcalinas, ácidas, desinfectantes) desde los correspondientes depósitos de almacenamiento.

La recuperación y recirculación de dichas soluciones supone un ahorro importante agua y de productos químicos de limpieza y desinfección, así como de las correspondientes aguas residuales. Dicha recirculación podrá realizarse siempre que la solución a recircular mantenga su actividad y no ponga en riesgo la eficacia de la limpieza.

Para poder recircular las soluciones de limpieza es necesario recuperarlas en los depósitos de partida o nuevos depósitos desde donde serán reutilizadas en la siguiente limpieza CIP. En este caso, será necesario determinar cuántas veces puede ser reutilizada cada solución y si es necesario ajustar su composición añadiendo más producto activo sin poner en riesgo la eficiencia de la limpieza.

El control de parámetros como la conductividad o el pH puede servir como indicador para determinar el momento en el que es necesario añadir más producto activo o reemplazar las soluciones de limpieza.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y productos químicos de limpieza y desinfección.

Menor generación de agua residual.

### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La reutilización debe realizarse siempre y cuando no se ponga en riesgo la eficiencia de la limpieza.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones existentes puede plantear problemas técnicos.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes puede que no sea viable.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

## 17 Recuperación de calor en las operaciones de tratamiento térmico de la leche

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Pasterización, esterilización, tratamiento térmico, termización.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía térmica.	

### Descripción

En las operaciones de tratamiento térmico de la leche es donde se consume una gran parte de la energía térmica de la instalación por lo que cualquier medida para optimizar los consumos de energía en estas operaciones redundarán en reducciones importantes en el consumo de energía térmica total.

La optimización de la recuperación de calor dentro de estas operaciones permite reducir los consumos energéticos de forma importante y puede realizarse tanto en sistemas directos como indirectos.

En sistemas indirectos, el calor contenido en la leche a la salida del pasterizador/esterilizador puede utilizarse para precalentar el flujo de leche refrigerada a la entrada del mismo y al mismo tiempo pre-refrigerar la leche tratada térmicamente, reduciendo así las necesidades de energía eléctrica durante su refrigeración.

En los sistemas directos (tratamiento UHT) la leche fría puede utilizarse para preenfriar la leche a la salida del pasterizador.

Los costes de inversión se amortizan rápidamente por los ahorros energéticos alcanzados.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía térmica: Propiciado a través de la recuperación de calor en las operaciones de tratamiento térmico de la leche, especialmente en la etapa de pasterización/esterilización.

En los sistemas indirectos se pueden alcanzar ahorros de energía específicos del 80%.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No afecta a la calidad del producto final.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

**18    Usar evaporadores de múltiples efectos en los procesos de evaporación de leche o suero**

**Proceso:** Leche en polvo y concentración de suero.

**Operaciones implicadas:** Concentración.

**Aspectos ambientales que mejora:** Energía térmica.

### Descripción

En las operaciones de concentración de la leche o el suero se producen unos consumos de energía térmica muy elevados, por lo que la implantación de mejoras que permitan mejorar sus rendimientos energéticos redundan en reducciones importantes del consumo de calor a nivel de proceso.

La utilización de evaporadores multietapas permiten reducir dicho consumo específico gracias a que los vapores generados en el primer efecto se utilizan para calentar el siguiente efecto que trabaja a una temperatura inferior. Este proceso se puede repetir con varios efectos de manera que el ahorro energético aumenta a medida que aumenta el número de efectos instalado.

Además este sistema se puede combinar con una recompresión de vapor en alguno de los efectos para aumentar el rendimiento energético en la operación.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía térmica: El uso de evaporadores de múltiples efectos aumenta el rendimiento energético de la evaporación. Cuanto mayor sea el número de efectos, mayor será el rendimiento energético.

Un evaporador de simple efecto requiere de 1,1-1,3 kg de vapor para evaporar 1 kg de agua; un evaporador de doble efecto sólo necesita de 0,55-0,7 kg de vapor por kg de agua y uno de triple efecto 0,37-0,45 kg de vapor por kg de agua . En general, cuanto mayor sea el número de efectos, tanto mayor es la economía de vapor.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	El costo de n efectos es aproximadamente n veces el de un efecto simple. El número óptimo de efectos es aquel en que se llega al equilibrio entre mejora de la eficiencia energética y la inversión.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>19 Usar sistemas de recompresión de vapor en los evaporadores</b>	
<b>Proceso:</b> Leche en polvo y concentración de suero.	<b>Operaciones implicadas:</b> Concentración.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía.	

## Descripción

En las operaciones de concentración de la leche o el suero se producen unos consumos de energía térmica muy elevados, por lo que la implantación de mejoras que permitan mejorar sus rendimiento energéticos redundan en reducciones importantes del consumo de calor a nivel de proceso.

La recompresión de los vapores de concentración permite recuperar parte de la energía utilizada para evaporar el agua y volver a utilizarla en el propio proceso de concentración. Para recomprimir el vapor es necesario aportar energía en forma de calor (recompresión térmica) o de energía eléctrica (recompresión mecánica), de forma que al final, la energía recuperada del calor latente de condensación supera en varias veces la energía aportada. Además este sistema se puede instalar en evaporadores de efectos múltiples para aumentar el rendimiento energético en la operación.

□ Recompresión térmica de vapor:

La instalación de un termocompresor genera una reducción en el consumo de vapor igual a la que se produciría añadiendo un efecto adicional al evaporador, aunque el coste es inferior. Suele instalarse en el primer efecto de un evaporador de efectos múltiples o en evaporadores de un solo efecto.

Este sistema solo debe considerarse cuando la instalación disponga de vapor a alta presión. Tiene la ventaja de que ocupa un volumen reducido lo que puede ser interesante cuando existan limitaciones de espacio en la instalación.

En ocasiones, el condensado puede contaminarse con trazas de producto, lo que reduce sus posibilidades de reutilización dentro de las instalaciones (por ejemplo: agua de enjuagado).

□ Recompresión mecánica de vapor:

En estos sistemas, el vapor que sale de un efecto es recomprimido con un compresor mecánico, lo que hace que se condense y ceda el calor latente de condensación. Este calor que es utilizado para evaporar más agua de la leche que se está concentrando, es superior a la energía aportada mediante el compresor.

Son sistemas que exigen una elevada inversión, lo que exige realizar estudios de viabilidad económica en cada caso concreto dado que se pueden conseguir eficiencias similares con la recompresión térmica combinada con múltiples efectos.

En estos sistemas hay que tener en cuenta el consumo adicional de energía eléctrica.

## Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo energético: Redunda en una mayor eficiencia energética, que se traduce en un menor consumo específico de energía en la operación.

La instalación de un termocompresor genera una reducción en el consumo de vapor igual a la que se produciría añadiendo un efecto adicional al evaporador.

En el caso de la recompresión térmica, el condensado puede contaminarse con trazas de producto, lo que reduce sus posibilidades de reutilización dentro de la instalación (por ejemplo: agua de enjuagado).

## ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Puede haber limitaciones de seguridad alimentaria.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Sólo para las instalaciones de producción de leches concentradas o leche en polvo. La recompresión térmica es posible en instalaciones que disponen de vapor a alta presión. <b>Principales equipos necesarios:</b> Compresor, intercambiador de calor.
<b>Aspectos económicos</b>	En el caso de la recompresión mecánica, es necesario realizar un estudio previo de viabilidad económica.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>20 Utilizar la máxima capacidad de concentración de los evaporadores antes de la fase de deshidratación</b>	
<b>Proceso:</b> Leche en polvo y concentración de suero.	<b>Operaciones implicadas:</b> Concentración, secado.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía.	

### Descripción

El consumo específico de energía para la deshidratación de un líquido es bastante inferior en los evaporadores que en los secaderos por aire, especialmente cuando los primeros están optimizados energéticamente (múltiples efectos o recompresión de vapor).

Dado que en las instalaciones que elaboran leche o suero en polvo, el consumo específico en la operación de deshidratación es muy elevado, resulta muy interesante utilizar la máxima capacidad de concentración de los evaporadores para reducir el consumo energético. La evolución de las propiedades reológicas del fluido durante su concentración, especialmente la viscosidad, determinará las posibilidades de optimización del concentrador en el proceso.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía específico de la operación de deshidratación.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No se prevén alteraciones de la calidad del producto.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	El porcentaje en materia seca máxima que se podrá alcanzar en el concentrador dependerá del propio concentrador y del tipo de producto.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>21 Desescarchado automático por gases calientes de los evaporadores de los sistemas de frío usados en las cámaras de congelación</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Generación de frío.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica.	

### Descripción

En los evaporadores de las cámaras de congelación se producen capas de hielo cada vez más gruesas que impiden el adecuado intercambio térmico y por tanto reducen la eficiencia energética.

Para minimizar estos efectos es necesario proceder a un desescarchado automático que prevenga la formación de la capa de hielo.

Existen diversos métodos para proceder al desescarche: resistencias eléctricas, corrientes de aire caliente, corrientes de agua o por gases calientes.

La más eficiente desde el punto de vista energético es el desescarche por gases calientes mediante inversión del ciclo, de manera que durante un corto periodo de tiempo el evaporador funciona como condensador del sistema. El calor desprendido provoca la descongelación de la placa.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía, aunque éstos ahorros dependen de la relación capacidad/número de evaporadores y del tiempo de funcionamiento.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Reducción de costes energéticos y periodo de retorno de la inversión bajo.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## 22 Aislamiento térmico de superficies calientes y frías

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de la energía.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica, energía térmica, gases de combustión.	

### ■ Descripción

En los industria láctea se consume gran cantidad de energía en el calentamiento y refrigeración de la materia prima, los productos intermedios y los productos finales. Consecuentemente habrá superficies que presenten un gradiente de temperatura importante con respecto a la temperatura ambiente de la instalación. Estas superficies, si no están aisladas, suponen un foco de pérdidas de energía que puede llegar a ser muy significativo.

Por tanto, debe estudiarse el aislamiento térmico de las superficies, equipos, tuberías, depósitos etc. que se mantengan a temperaturas altas o bajas teniendo en cuenta en dicho estudio otros factores de carácter técnico como los riesgos de contaminación microbiológica asociados, especialmente en las zonas de proceso y llenado de producto. A continuación se describen dos casos en los que se puede producir un riesgo de crear focos de contaminación microbiológica:

- \* En las superficies frías se pueden generar condensaciones que acaban introduciéndose en los aislamientos generando focos de contaminación microbiológica. Lo mismo pasaría durante las limpiezas manuales de superficies calientes o frías.

- \* En el caso de aislamientos con envolvente metálica, el agua también puede penetrar a través de las juntas dado que estos sistemas no son totalmente estancos.

Junto a los beneficios ambientales de la implantación de esta MTD, se reduce el riesgo de quemaduras en los operarios al reducirse el número de superficies calientes al descubierto.

### ■ Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía térmica y eléctrica: Los elementos que se pueden calorifugar en una instalación de gran tamaño son tan variados y la distribución de los mismos tan diferente que el grado de magnitud de la mejora conseguida va a depender del grado de aislamiento aplicado, de la situación inicial de la instalación, del material aislante empleado, etc.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Se reducen los riesgos asociados a quemaduras.
<b>Aspectos técnicos</b>	Puede haber alguna dificultad técnica en el aislamiento de ciertos elementos.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>23 Medición y control del consumo de energía en las principales áreas de la instalación</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de la energía.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica.	

### Descripción

Para poder tener un control del consumo de energía en la instalación es necesario disponer de contadores y otros equipos de control en las principales áreas de consumo y realizar un seguimiento periódico de los mismos.

El manejo y estudio de la información recogida permitirá conocer las áreas de mayor consumo de la instalación, establecer valores de referencia y controlar dichos valores en el tiempo para detectar ineficiencias o despilfarros. Relacionando los consumos con algunos parámetros de proceso (producción, horas de funcionamiento, tipo de producto, nº limpiezas, etc.) se pueden extraer conclusiones interesantes a la hora de establecer objetivos de minimización.

Implantación de buenas prácticas:

- Instalar sistemas de control automáticos para el apagado de luces y equipos cuando no se están utilizando.
- Establecimiento de las condiciones óptimas de operación, reflejándolas por escrito y difundiéndolas entre los trabajadores.
- Evitar que las puertas de las cámaras permanezcan mucho tiempo abiertas.
- Evitar las fugas de vapor.
- Evitar las pérdidas de calor en las tuberías e instalaciones mediante el aislamiento térmico de las mismas.
- Realizar un mantenimiento adecuado de los elementos de aislamiento y sellado térmico.
- Enclavar los elementos de marcha y control, para evitar el funcionamiento de equipos en vacío.
- Instalar un sistema informático de control de temperaturas de las cámaras de refrigeración y dispositivo de alarma.

Por tanto, esta MTD es un conjunto de acciones de gestión y control de aplicación general, que en cada caso se adoptarán conforme a las características y necesidades de cada instalación.

## Descripción de la mejora ambiental

---

El mero hecho de conocer los consumos de energía permite reducir el consumo de energía y detectar despilfarros o ineficacias en la instalación.

### ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante. <b>Principales equipos necesarios:</b> Contadores eléctricos.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## **24      Optimización de la eficiencia en motores y bombas**

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de la energía.
------------------------	---

<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica.
--

### **■ Descripción**

Una parte importante de la electricidad consumida en la instalación se debe al consumo de bombas y motores. La instalación de nuevos equipos más eficientes y la implantación de la gestión de recursos reduce el consumo de electricidad.

Hay dos métodos para reducir el consumo eléctrico de los motores:

- \* instalación de nuevos motores de mayor eficiencia.
- \* el rendimiento de los motores se puede mejorar instalando convertidores de frecuencia favoreciendo el control del caudal y la presión de un modo más eficaz.

### **▣ Descripción de la mejora ambiental**

Reducción del consumo de energía eléctrica.

### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Es difícil mantener el grado de optimización de la eficiencia en una instalación debido a la inmediatez con la que se realizan muchas de las reparaciones y recambios de motores y bombas.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes se debe introducir poco a poco.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## 25 Optimización de consumo en la planta de aire comprimido

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Sala de aire comprimido.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica.	

### ■ Descripción

El sistema de aire comprimido consume bastante energía eléctrica en las industrias lácteas y a menudo no se le concede la suficiente atención. Existen varias actuaciones que permiten llevar a cabo una gestión más eficiente del aire comprimido y reducir el consumo eléctrico producido en este servicio auxiliar:

- \* La presión en el sistema de aire comprimido debería ser lo más baja posible. Si esta se disminuye desde 8 hasta 7 bares, el consumo de electricidad de los compresores decrecerá en un 7%. Si una instalación ha sufrido ampliaciones, es posible que la presión del sistema no pueda reducirse por debajo de un cierto valor, debido a limitaciones del propio sistema de conducción neumática.
- \* Es importante realizar revisiones periódicas del sistema de generación de aire comprimido.
- \* La sectorización de circuitos con válvulas de corte permite aislar los circuitos que no estén en funcionamiento y evitar así pérdidas.

### ■ Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía eléctrica: Son varias las medidas prácticas que se pueden aplicar para optimizar el consumo energético de los compresores, y en consecuencia, el nivel de mejora asociado a esta técnica dependerá de diversos factores, destacando la situación inicial en cada instalación, las medidas de optimización adoptadas y la pericia y habilidad de los responsables de la gestión del aire comprimido.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No siempre es aplicable en instalaciones existentes que hayan sido ampliadas.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>26 Uso de filtros u otros sistemas de captación para tratar las emisiones de aire procedentes del secado en la elaboración de leche en polvo</b>	
<b>Proceso:</b> Leche en polvo y concentración de suero.	<b>Operaciones implicadas:</b> Deshidratación.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Emisiones a la atmósfera.	

### Descripción

En la operación de deshidratación o secado de la leche concentrada se generan partículas de leche en polvo que deben ser adecuadamente recogidas para evitar su emisión a la atmósfera.

Para separar las partículas de leche en polvo de la corriente de aire se deben utilizar sistemas de vía seca que permiten recuperar en seco las partículas de leche aumentando así sus posibilidades de valorización.

Como sistema de pretratamiento pueden utilizarse ciclones para reducir la concentración de partículas en la corriente de aire y mejorar el rendimiento de los equipos posteriores. Estos son sistemas de captación de partículas por filtración , pudiendo ser:

\* Filtros de mangas: son filtros con forma de bolsa fabricados con material poroso. El filtro se coloca por su parte abierta hacia el conducto de salida de aire limpio de manera que la corriente de aire a limpiar fluye siempre desde el exterior hacia el interior del filtro de mangas. Cuando las pérdidas de carga son elevadas debido a la obturación del filtro por las partículas, se procede a su limpieza automática aplicando cortos pulsos de aire comprimido en contracorriente que provoca la caída de las partículas hasta la zona de recogida de polvo. Los filtros de mangas tienen eficiencias de separación de sólidos muy elevadas (>99%).

\* Filtros tubulares: El medio filtrante consiste en tubos de hasta 5 m de longitud y diámetros de 12-20 cm. El aire fluye desde fuera hacia dentro, y al contrario durante las limpiezas. El polvo se deposita en la superficie de los filtros tubulares y se elimina mediante cortos pulsos de aire. El polvo que cae de los filtros se recoge en la base desde donde se extrae al exterior. Se pueden instalar sistemas CIP para la limpieza de los filtros tubulares que permiten mantener las condiciones higiénicas del sistema, obteniendo así leche en polvo de calidad comercial.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la cantidad de polvo presente en las emisiones de aire procedente de la fase de secado de leche en el procesado de leche en polvo: La concentración de polvo en los gases de emisión del deshidratador debe ser inferior a 10 mg/m<sup>3</sup>.

## **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	El destino de la leche en polvo recuperada en los equipos de captación dependerá del sistema utilizado y de los programas de limpieza aplicados a los mismos.
<b>Riesgos laborales</b>	Los sistemas de captación de partículas en seco pueden tener riesgo de incendio y explosión en determinadas condiciones. Se deberán establecer los procedimientos y mecanismos de control necesarios para evitar alcanzar dichas condiciones.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## 27 Utilizar combustibles de bajo contenido en azufre

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Generación de calor.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Gases de combustión.	

### ■ Descripción

La concentración de gases de azufre ( $\text{SO}_x$ ) en los gases de combustión de las calderas depende fundamentalmente de la calidad del combustible utilizado. La mejor técnica para reducir la concentración de  $\text{SO}_x$  en los gases de combustión es la utilización de combustibles con bajo contenido en azufre.

El gas natural es un combustible prácticamente libre de azufre. La sustitución de combustibles pesados como el fueloil por otros más ligeros y con menor contenido en azufre reduce las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre y otros gases contaminantes.

Por tanto las instalaciones que tengan fácil acceso al suministro de gas natural pueden modificar sus calderas para quemar gas natural modificando el sistema de alimentación de combustible y reemplazando los quemadores. En el caso de que dicho acceso no sea posible, se deberán utilizar combustibles con bajo contenido en azufre.

En el caso de cambio de tipo de combustible, probablemente se debe proceder al cambio de los quemadores de fueloil por otros adaptados al tipo de combustible.

### ■ Descripción de la mejora ambiental

Reducción de emisiones atmosféricas de  $\text{SO}_x$  asociadas a los gases de combustión: A modo de ejemplo, el cambio de fueloil (con 1% de azufre) a gas natural puede suponer un ahorro aproximado en la emisión de  $\text{SO}_x$  de 1,8 kg/MWh.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Siempre que sea económicamente viable.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

## 28 Aprovechamiento del biogas generado en las instalaciones de depuración anaerobia de aguas residuales

**Proceso:** Todos.

**Operaciones implicadas:** Gestión de la energía.

**Aspectos ambientales que mejora:** Energía eléctrica, energía térmica, contaminación atmosférica.

### ■ Descripción

El biogas generado en el proceso anaerobio de depuración de aguas tiene una riqueza en metano que generalmente oscila entre el 65-80%.

La utilización de este biogas como combustible es una mejor tecnología disponible en las empresas que posean este tipo de sistema de depuración y siempre que la cantidad de gas generada haga viable técnica y económicamente la instalación.

Para poder utilizar el biogas como combustible, es necesario eliminar previamente algunos gases (como el ácido sulfídrico) que pueden causar problemas de corrosión en los equipos y cuya eliminación puede condicionar la viabilidad del sistema. El poder calorífico inferior del biogas oscila entre 22-25 MJ/Nm<sup>3</sup>, dependiendo de su riqueza en metano.

Además del ahorro económico derivado de la reducción del consumo de combustible, se consigue reducir la emisión de metano a la atmósfera (gas que contribuye al efecto invernadero con una eficacia 20 veces superior al CO<sub>2</sub> generado en su combustión). En todo caso habrá que instalar una antorcha para quemar el biogas que no pueda ser valorizado.

### ■ Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de combustibles y de la emisión de los correspondientes gases de combustión. En todo caso, la combustión del biogas evita la emisión a la atmósfera de un gas con gran efecto invernadero como el metano.

El aprovechamiento del biogas procedente del reactor biológico anaerobio supone un ahorro comprendido entre 6 y 8 kWh/m<sup>3</sup>, que de otro modo debería obtenerse de combustibles adquiridos a empresas suministradoras externas, principalmente gas natural y fueloil.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Siempre que exista un sistema anaerobio de depuración. Determinar los niveles de sulfídrico y en su caso considerar la mejor técnica para su eliminación.
<b>Aspectos económicos</b>	Realizar un estudio de viabilidad económico previo.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>29    <i>Evitar el uso de refrigerantes clorados</i></b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Generación de frío.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Emisiones atmosféricas.	

### Descripción

El Reglamento 2037/2000, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, permite la utilización de refrigerantes HCFCs puros hasta el 31 de diciembre de 2009 y hasta el 31 de diciembre de 2015 de HCFCs en el caso de "HCFCs recuperados". Sin embargo, existe una nueva generación de refrigerantes más respetuosos con el medio ambiente como son los HFCs, que al no contener cloro en su formulación tienen mucho menor impacto sobre la destrucción de la capa de ozono.

Desde el punto de vista económico no tiene mucho sentido que una instalación nueva realice una inversión en un sistema de refrigeración con refrigerante HCFC a la vista del corto periodo de tiempo que resta hasta su prohibición.

Otros aspectos ambientales que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir los refrigerantes es su efecto invernadero, toxicidad e inflamabilidad.

### Descripción de la mejora ambiental

Se evita la emisión de refrigerantes clorados que dañan la capa de ozono.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Hay que tener en cuenta la toxicidad e inflamabilidad del refrigerante en caso de escapes o fugas.
<b>Aspectos técnicos</b>	Las características del refrigerante deben adaptarse a las necesidades de la instalación.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante en instalaciones nuevas.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>30 Programa de mantenimiento y control de calderas</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Generación de calor.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Emisiones a la atmósfera.	

### Descripción

La eficiencia energética de las calderas y las características de los gases de combustión están muy condicionadas por el adecuado funcionamiento de las mismas, o sea por las condiciones en las que se realiza la combustión.

Para asegurarnos de que en todo momento las calderas están trabajando adecuadamente es necesario establecer un programa de mantenimiento periódico de las calderas, así como un programa de vigilancia y control de las emisiones de gases de combustión. De esta forma se asegura el adecuado funcionamiento del sistema y la optimización de la combustión.

La implantación de este programa debe considerar:

- Realizar un mantenimiento preventivo de las calderas.
- Realizar mediciones periódicas de las emisiones de gases.
- Procedimiento de operación.
- Control visual de la salida de humos.
- Formar adecuadamente al personal y utilizar personal cualificado.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la emisión de gases contaminantes y reducción del consumo de combustibles.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Elaborar un programa de mantenimiento preventivo de estos aparatos.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

**31 Recuperación de la materia prima o producto existente en los circuitos antes del comienzo de la limpieza CIP o cuando se producen cambios en el tipo de producto**

**Proceso:** Todos.

**Operaciones implicadas:** Limpieza de equipos e instalaciones.

**Aspectos ambientales que mejora:** Aguas residuales, residuos orgánicos.

### ■ Descripción

Al finalizar el ciclo de producción y comenzar la limpieza CIP, en las conducciones y equipos quedan restos de producto. Esto mismo ocurre cuando se producen cambios de tipo de producto en la línea (por ejemplo en el caso de diferentes tipos de yogur). Dado que en ocasiones estos circuitos pueden ser muy largos, la cantidad de producto contenido en las mismas puede ser también relativamente elevada.

Normalmente, el primer ciclo de limpieza consiste en un enjuagado con agua para arrastrar estos restos del producto, tras lo cual se generan aguas residuales con elevada carga orgánica. En el caso de cambios de producto, las interfases pueden ser muy largas, lo que se traduce en pérdidas de producto y generación de subproductos que en ocasiones se vierten al agua cuando no se pueden reaprovechar en el proceso. Es una mejor técnica la utilización de sistemas que permitan el arrastre de los restos de producto a lo largo del circuito como paso previo al enjuagado con agua. De esta manera se reduce de forma muy significativa la carga orgánica y el volumen de las aguas de enjuagado, así como una recuperación de producto. La recuperación de este material en condiciones higiénicas adecuadas puede permitir su reintroducción en proceso o su venta como subproducto de mayor valor comercial.

Los sistemas más utilizados en la industria láctea son:

- \* Para la leche: arrastre mediante aire comprimido.
- \* En yogur: arrastre mediante pigging systems (purgadores, émbolos).

### ■ Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga orgánica del vertido.

Reducción del consumo de agua para el enjuagado inicial y por tanto menor volumen de vertido.

Recuperación de leche o productos lácteos para otros usos o gestión posterior: El porcentaje de los restos de leche o de producto que se puede recuperar mediante arrastre serán variables en función de la longitud y el diseño de la instalación CIP.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La reintroducción en el proceso de los restos de material recuperado estará condicionada a su calidad y estado higiénico.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Pueden existir limitaciones económicas.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>32 Tratar los derrames de sustancias semisólidas y sólidas (restos de yogur, mix de helado, etc.) como residuo sólido antes que retirarlo con agua con destino al colector</b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Aguas residuales, residuos sólidos.	

### Descripción

El arrastre con agua de restos de producción en estado semisólido, sólido o pastoso es una práctica de limpieza que genera corrientes de agua residual con elevada carga orgánica, además de que puede requerir un elevado consumo de agua. Es evidente que la limpieza de cierto tipo de maquinaria requiere de un enjuagado con agua, pero no por ello debe ser una actuación común a la limpieza de cubas, bidones, depósitos de mezcla o restos caídos en el suelo.

La retirada previa en seco por medio de paletas, cepillos de goma o simplemente dejar escurrir los bidones para recoger esos restos de sustancias en estado semisólido, permite un ahorro de agua en las tareas de limpieza y minimiza de forma importante la llegada de materia orgánica al sistema de depuración. Adicionalmente, puede permitir que se aumente la cantidad recogida de este tipo de sustancias en condiciones adecuadas para su valorización o gestión posterior.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua utilizado en la limpiezas, y paralelamente, reducción de la cantidad de materia orgánica que llega al vertido final.

Adicionalmente, aumenta la posibilidad de valorizar el material recogido.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Pueden existir limitaciones de accesibilidad en ciertos equipos para la recogida en seco de estas sustancias.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

### **33    *Implantación de un plan de minimización de residuos***

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de residuos.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Residuos.	

#### **■ Descripción**

En una industria láctea se generan residuos de varios tipos (orgánicos, envases, inertes, urbanos, peligrosos) que en su conjunto constituyen un aspecto ambiental importante.

El primer paso para reducir el impacto de la generación de residuos es minimizar su generación dentro de las posibilidades técnicas y económicas en cada caso. Para conseguir dicha minimización es necesario realizar un estudio orientado a identificar las alternativas viables y ponerlas en práctica apoyándose en el diseño e implantación de un plan de minimización de residuos, y la mejor forma de realizarlo es seguir un enfoque sistemático y paso por paso, que incluya:

- \* conseguir el compromiso de la dirección, organizar un equipo de trabajo y planificar las necesidades (dedicación, coste, equipos necesarios, análisis químicos, responsabilidades),
- \* analizar los procesos productivos:
  - recopilar datos sobre el proceso, la instalación, personal, consumos de materias primas, productos, energía, etc.
  - analizar el proceso productivo, incluyendo la identificación, cuantificación y caracterización de los consumos y emisiones en cada operación,
- \* valorar los objetivos, metas y límites del sistema,
- \* identificar las alternativas de minimización de residuos. Para cada uno de los residuos generados en la instalación, deberían plantearse alternativas de minimización en orden de prioridad decreciente,
- \* para cada una de las alternativas planteadas se debe realizar una evaluación ambiental, técnica y económica que permita seleccionar aquellas alternativas que mejor se adapten a las características y posibilidades de la instalación,
- \* por último, se elaborará un plan o programa de minimización en el que se establecerán los objetivos a alcanzar, las alternativas a aplicar, los plazos, el presupuesto disponible, el equipo encargado de su implantación y su responsable, los parámetros indicadores, la revisión del cumplimiento de los objetivos, el periodo de revisión, etc.

A modo de ejemplo se citan algunas alternativas de minimización (en cada caso deben ser evaluadas):

- \* Reducción/prevención: disminuir el grosor o densidad de los envases, sustitución del material de envase por otros más biodegradables, sustituir los formatos de pequeño

volumen de los envases de productos químicos por otros de mayor volumen y retornables, sustituir el material de algunos envases por otros menos peligrosos.

\* Recuperación/reutilización: reutilizar envases dentro de la instalación, reutilización de producto recuperado mediante arrastres, reutilización de pallets.

\* Reciclaje: de residuos susceptibles de ser transformados o valorizados como, papel y cartón, cartuchos de impresora, chatarra, etc.

Tras la minimización vendría la adecuada gestión de los residuos generados mediante cesión a gestores autorizados para cada tipo de residuo. Para ello es necesario establecer unos criterios de segregación de los diferentes tipos de residuos generados, establecer la frecuencia de retirada y dotarse de contenedores y áreas para su correcta segregación y almacenamiento.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de materias primas y reducción de la producción de residuos: Al tratarse de una MTD de carácter general, los resultados van a depender, entre otros muchos factores, del alcance y la ambición de los objetivos marcados. Los resultados serán por tanto difícilmente cuantificables en términos numéricos y difícilmente extrapolables a otras instalaciones del sector.

Adicionalmente, se consigue una mejora de la gestión de los residuos.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

### **34 Establecer y controlar indicadores de ecoeficiencia**

**Proceso:** Todos. **Operaciones implicadas:** Gestión ambiental.

**Aspectos ambientales que mejora:** No específico.

#### **Descripción**

El establecimiento de indicadores ambientales que relacionan un aspecto ambiental, consumo de recursos (energía, recursos, agua) o emisiones (aguas residuales, residuos), con un parámetro relacionado con la producción, permite cuantificar la eficiencia del proceso en cuanto al aspecto ambiental en cuestión. Los ecoindicadores generalmente se definen de forma que cuando el indicador aumenta su valor, el proceso es más eficiente respecto al parámetro controlado. Por ejemplo, un ecoindicador podría ser "t de producto envasado/m<sup>3</sup> de agua consumida". Si dicho indicador aumenta es porque necesitamos menos agua para fabricar la misma tonelada de producto y por tanto el proceso es más eficiente en cuanto al consumo de agua.

El control periódico de estos indicadores de ecoeficiencia permiten detectar consumos innecesarios, accidentes, fugas o fallos en los procesos. Además pueden utilizarse para comparar la eficiencia de unas plantas industriales con otras.

Cada instalación debe establecerse aquellos indicadores que realmente puedan suministrarle información para el control o mejora de todo el proceso, o parte del mismo.

#### **Descripción de la mejora ambiental**

Reducción y control de los consumos y emisiones de los aspectos ambientales para los que se han considerado indicadores de ecoeficiencia. Este control permite evaluar y tomar decisiones sobre posibilidades de minimización de aquellos aspectos que se consideren significativos.

#### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Requiere dotarse de equipos de medición (contadores, sondas), un sistema informático para el tratamiento de la información y disponer de personal responsable del análisis de los resultados y su comunicación a la dirección.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>35    <i>Implantación de un sistema de gestión ambiental</i></b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión ambiental.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> No específico.	

### Descripción

La implantación de un sistema de gestión ambiental (SGMA) ayuda a las empresas a controlar sus impactos ambientales controlando las operaciones que los generan, comprometiéndose a una mejora ambiental continuada. Indirectamente, contribuye a mejorar la calidad del producto y a mejorar la prevención de riesgos asociados a la actividad de la industria.

Se considera MTD la implantación de un SGMA que incorpore, de un modo apropiado a las circunstancias individuales, los siguientes elementos:

- \* definición por parte de la Dirección de una política ambiental para la instalación (el compromiso de la Dirección es una condición necesaria para una exitosa aplicación de otros requisitos del SGMA),
- \* planificación y establecimiento de los procedimientos necesarios,
- \* implementación de los procedimientos, prestando especial atención a; estructura y responsabilidades; formación, sensibilización y competencias; comunicación; control eficiente de procesos; programa de mantenimiento; estado de preparación y respuesta ante emergencias; salvaguarda del cumplimiento de la legislación ambiental,
- \* control del funcionamiento y acciones correctoras, prestando particular atención a; seguimiento y mejora; acciones preventivas y correctivas; mantenimiento de registros; auditorias internas independientes (donde sea posible) para determinar si el SGMA esta conforme o no a las condiciones especificadas y si ha sido o no apropiadamente implantado y mantenido,
- \* revisión por la Dirección,

Otros tres elementos que pueden complementar a los anteriores se pueden considerar como medidas de apoyo. Sin embargo, su ausencia no es considerada normalmente como incoherente con su condición de MTD. Estos tres elementos son:

- \* examinar y validar el procedimiento de auditoria y sistema de gestión por una entidad de certificación acreditada o un verificador de SGMA externo,
- \* preparación y publicación (y posible validación externa) de una declaración ambiental periódica que describa todos los aspectos ambientales significativos de la instalación, que permita la comparación anualmente con los objetivos y metas ambientales, así como con los resultados del benchmarking del sector si corresponde,
- \* implementación y adhesión a un sistema voluntario internacionalmente aceptado como EMAS y UNE-EN ISO 14001:2004. Este paso voluntario puede proporcionar mayor credibilidad al SGMA. Particular credibilidad proporciona EMAS, que incorpora todos los

elementos citados anteriormente. No obstante, los sistemas no normalizados pueden, en principio, ser igualmente efectivos siempre y cuando sean apropiadamente diseñados e implantados.

También es conveniente considerar los siguientes elementos en el SGMA:

\* en la etapa de diseño de una nueva planta, considerar los impactos ambientales ocasionados por el posible desmantelamiento de la instalación,

\* considerar el desarrollo de tecnologías más limpias,

\* cuando sea posible, realizar acciones de benchmarking sectorial de un modo regular, incluyendo eficiencia energética y actividades de conservación de la energía, elección de inputs, emisiones atmosféricas, vertido al agua, consumo de agua y generación de residuos.

Los costes de la implementación de SGMA son moderados ya que no se exige la realización de auditorias externas, ni de la certificación.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Mejora en general el comportamiento ambiental: Un SGMA asegura la mejora continua del comportamiento ambiental de la instalación.

En cada caso, el grado de avance dependerá del estado inicial de la instalación. Además, a esta MTD no se le puede imputar un valor numérico que exprese, de manera representativa para el sector, el beneficio ambiental logrado por sí misma, ya que no es fácilmente cuantificable en términos de consumo o reducción de energía, materiales, agua, carga de efluente o emisiones atmosféricas.

### ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	En general contribuyen a mejorar la calidad del producto.
<b>Riesgos laborales</b>	En general contribuyen a mejorar la prevención de riesgos.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>36    <i>Implantar un plan de emergencias ambientales</i></b>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión ambiental.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> No específico.	

## Descripción

Un plan de emergencias ambientales debe considerar los riesgos ambientales asociados a la actividad: vertidos accidentales, rotura de depósitos de almacenamiento, fugas de instalaciones de refrigeración, derrames de sustancias químicas y combustibles, etc.

Las actuaciones para definir el plan de emergencia pueden ser las siguientes:

- \* Identificar las fuentes potenciales de incidentes/descargas accidentales (operación anómala) que pueda tener un impacto adverso sobre el medio ambiente,
- \* Evaluar los riesgos potenciales identificados, para determinar su nivel de impacto sobre el medio ambiente,
- \* Desarrollar medidas de control para prevenir, eliminar o reducir los riesgos asociados a los incidentes potenciales identificados, y en particular:
  - llevar a cabo inspecciones periódicas de las fuentes potenciales de descargas accidentales y las medidas de control que se pueden aplicar,
  - realizar inspecciones periódicas de los equipos de reducción de la contaminación, como los filtros de mangas, ciclones, instalaciones de tratamiento de residuos, etc.
  - realizar inspecciones periódicas de los depósitos de almacenamiento enterrados, cubetos de retención,
  - instalar barreras de protección apropiadas para prevenir posibles daños a los equipos por el movimiento de vehículos,
  - utilizar cubetos de retención en las zonas de almacenamiento de productos a granel,
  - utilizar dispositivos de recogida de derrames para minimizar el impacto de descargas accidentales,
  - aislar los desagües,
  - considerar la contención o reducción de descargas accidentales de las válvulas auxiliares de seguridad,
  - emplear técnicas de monitorización de la eficiencia de los equipos de reducción de la contaminación, por ejemplo, la caída de presión en los filtros de mangas,
  - emplear técnicas para prevenir el rebose en tanques de almacenamiento, por ejemplo medida del nivel, alarmas de llenado máximo, dispositivos de parada al alcanzar el límite de llenado.
- \* Desarrollar un plan de emergencia.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Aumenta el conocimiento de los riesgos y se establecen procedimientos de respuesta que permiten minimizar el potencial impacto ambiental.

Esta MTD no es cuantificable ya que es una técnica de carácter preventivo.

#### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Complementa las medidas internas de prevención de riesgos laborales.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	En la propuesta de Directiva sobre Responsabilidad Ambiental, las empresas afectadas por la Ley IPPC deberán disponer de un seguro de responsabilidad ambiental, cuya prima puede ser menor en caso de disponer de un plan de emergencias ambientales.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

### **37 Plan de mantenimiento preventivo**

<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Mantenimiento de equipos e instalaciones.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> No específico.	

#### **■ Descripción**

El adecuado mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones reduce de forma considerable las posibilidades de que se produzcan disfunciones en el proceso que tengan una repercusión ambiental. Algunos efectos como los desgastes, corrosiones o golpes, pueden provocar fugas, goteos, roturas de mangueras, reboses, pérdidas de aislamiento, baja eficiencia en motores, aumento en el riesgo de accidentes, etc.

La implantación de un plan de mantenimiento preventivo y la periódica comprobación del funcionamiento de los equipos, puede reducir significativamente los niveles de consumo y emisión y permite reducir la probabilidad de que se produzcan disfunciones. El responsable de mantenimiento tiene que actuar en cooperación con los responsables de producción. Deben establecerse registros de inspecciones, planes, permisos, y otra información relevante para controlar las mejoras y anticiparse a las acciones necesarias, como la sustitución de piezas.

Se pueden obtener ahorros económicos, sobre todo debido a la reducción del consumo de agua y energía.

#### **■ Descripción de la mejora ambiental**

Reducción de los niveles de consumo y emisión: El nivel de mejora ambiental conseguido dependerá del estado inicial de la instalación. En cualquier caso, el cálculo o estimación de un valor cuantitativo que represente la mejora lograda por la aplicación de esta MTD es difícil de establecer, debido a la casuística diferente en cada instalación y a su carácter preventivo.

Reducción del riesgo de accidentes en toda la instalación.

#### **! Condicionantes**

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	La mayor parte de las empresas disponen de estos planes y suelen estar asociados a los SGMA. En estos casos, solo se deberá revisar el alcance y contenido de estos planes.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>38</b> <i>Disponer de un sistema de cogeneración en aquellas instalaciones donde exista un uso para el calor y energía producidos</i>	
<b>Proceso:</b> Todos.	<b>Operaciones implicadas:</b> Generación y uso de la energía.
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía térmica; Energía eléctrica, gases de combustión, Consumo de combustible.	

### Descripción

La cogeneración es la producción secuencial de energía eléctrica y de energía térmica útil a partir de la misma fuente primaria, por lo que permite aumentar el rendimiento global de la utilización de la energía, contribuyendo a un ahorro de energía primaria y una reducción de los gases de combustión.

Se adapta bien a instalaciones industriales que tienen elevadas demandas de energía eléctrica y térmica, como pueden ser las industrias lácteas. Sin embargo, la viabilidad de implantar este sistema debe ser estudiada en cada caso, ya que depende en gran medida del coste de la energía eléctrica y del combustible fósil utilizado, así como las primas a la cogeneración existentes durante el periodo de amortización de la instalación.

En el caso de la industria láctea, en el que el calor se utiliza generalmente en forma de vapor o de agua sobrecalentada, se pueden utilizar tanto los sistemas de turbina de gas en ciclo simple o como los motores alternativos.

### Descripción de la mejora ambiental

Permite aumentar el rendimiento global de la utilización de la energía, contribuyendo a un ahorro de energía primaria y una reducción de los gases de combustión emitidos.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Se adapta muy bien a este tipo de instalaciones que tienen una demanda de energía térmica y eléctrica elevada.
<b>Aspectos económicos</b>	Su viabilidad depende en gran medida del coste de la energía eléctrica, las primas a la cogeneración y el coste del combustible fósil utilizado, así como de las necesidades particulares de cada instalación en cuanto al aprovechamiento de esa energía.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

### 4.3.2. MTDs genéricas

#### Consumo de agua

<b>Mejora de la gestión del agua</b>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar buenas prácticas ambientales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- avisar y reparar las fugas de agua lo más rápidamente posible,</li> <li>- instalar sondas de nivel en depósitos de agua,</li> <li>- realizar un programa rutinario de auditoria visual del manejo del agua y del agua residual en la instalación. Es recomendable que sea dirigido periódicamente por un experto externo,</li> <li>- controlar la presión del agua y el estado de las boquillas de pulverización de agua.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Mejora de las operaciones de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- régimen de mantenimiento que asegure la reparación inmediata de fugas de agua y averías,</li> <li>- operar las torres de refrigeración de modo que se eviten al máximo las pérdidas de agua a la atmósfera.</li> </ul>
<b>Buenas prácticas en operaciones de limpieza</b>
<p><input type="checkbox"/> Realizar limpieza en seco siempre que sea posible. Retirar en seco la mayor cantidad de subproductos, residuos y restos sólidos orgánicos en general, de los tanques, equipos y superficies, antes de proceder a su limpieza con agua.</p>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar buenas prácticas ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- instalar bandejas de recogida en puntos de caída habitual de materia orgánica,</li> <li>- barrer, recoger con pala o con aspiradores el material derramado en vez de arrastrarlo hasta el desagüe con mangueras de agua,</li> <li>- evitar el uso de mangueras a modo de cepillos o escobas,</li> <li>- asegurarse de que los equipos de limpieza en seco están siempre fácilmente disponibles,</li> <li>- disponer de los contenedores más adecuados al tipo de subproductos y/o residuos recogidos</li> <li>- asegurar la existencia de rejillas y trampas de retención de sólidos en las bocas de los desagües y de que éstas están colocadas en el momento de las limpiezas.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Para la limpieza manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- limpieza con agua a alta presión (bajo volumen) en las zonas sucias como la de recepción y espera y las zonas de carga y descarga,</li> <li>- utilizar mangueras con sistemas de cierre rápido y regulación de caudal en el extremo,</li> <li>- formación del personal en materia de buenas prácticas de reducción del consumo de agua en las operaciones de limpieza.</li> </ul>

#### Consumo de materiales

<b>Selección de materiales</b>
<p><input type="checkbox"/> Eliminación de sustancias halogenadas como refrigerantes, con especial atención a los CFCs y los HCFCs.</p>
<p><input type="checkbox"/> Elección de materiales de envase con el menor impacto ambiental, teniendo en cuenta peso, volumen, componentes y potencialidad para su recuperación, reutilización, y reciclaje.</p>
<b>Buenas prácticas en operaciones de limpieza</b>
<p><input type="checkbox"/> Reducción del consumo de productos químicos mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sustitución de las operaciones de limpieza manual por sistemas automáticos CIP en aquellos puntos que sea posible,</li> <li>- reducción del consumo de EDTA en detergentes industriales,</li> <li>- evitar el uso de biocidas oxidantes basados en compuestos organohalogenados.</li> </ul>

## **Consumo de energía**

<b>Mejora de la gestión de la energía</b>
<p><input type="checkbox"/> evitando el uso de más energía de la necesaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reduciendo los tiempos de calentamiento/enfriamiento sin perjuicio para el producto,</li> <li>- controlando en cada proceso los parámetros clave como la temperatura, presión, caudal, nivel de llenado de depósitos, etc.</li> </ul>
<b>Buenas prácticas en operaciones auxiliares</b>
<p><input type="checkbox"/> Para los sistemas de generación de vapor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maximizar la recirculación de condensados,</li> <li>- aislamiento de las tuberías de nueva instalación,</li> <li>- mejorar la descarga de condensados, aire y otros gases no condensables, evitando o minimizando la salida de vapor en la descarga,</li> <li>- reparar las fugas de vapor lo antes posible,</li> <li>- reducir las operaciones de purga.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Para la generación de aire comprimido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en el tratamiento del aire comprimido: <ul style="list-style-type: none"> <li>- revisar y efectuar el mantenimiento regular del sistema de tratamiento del aire de un modo regular,</li> <li>- controlar la temperatura del secador de aire,</li> <li>- examinar el uso que se hace del aire comprimido y su necesidad,</li> <li>- comprobar si existen pérdidas de aire comprimido por fugas y repararlo inmediatamente.</li> </ul> </li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Para la generación de frío</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantener los condensadores limpios,</li> <li>- asegurarse que el aire que entra en los condensadores está lo más frío posible,</li> <li>- comprobar que no haya fugas de refrigerante,</li> <li>- comprobar los niveles de aceite, etc....</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Para las salas o cámaras climatizadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantener las puertas y ventanas cerradas siempre que sea posible,</li> <li>- limitar el tamaño de las puertas,</li> <li>- refrigerar durante la noche,</li> <li>- verificar adecuadamente el desescarchado de los evaporadores,</li> <li>- evitar refrigerar las cámaras más de lo necesario.</li> </ul>

## **Emisiones atmosféricas**

<p><input type="checkbox"/> Emplear sustancias y productos de baja emisión.</p>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar procesos y sistemas productivos de baja emisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teniendo en cuenta la optimización de la energía en la planificación, construcción y explotación de los sistemas,</li> <li>- sustituyendo las sustancias que destruyen la capa de ozono,</li> <li>- las operaciones que implican la parada o desviación de los sistemas de tratamiento de gases (en caso de que existan dichos sistemas) deben ser diseñados y maniobrados de modo que se garantice una baja emisión y debe estar sometido a un seguimiento especial mediante el registro de parámetros de proceso relevantes,</li> <li>- estableciendo planes y medidas de emergencia para reducir inmediatamente las emisiones en caso de avería de los sistemas de tratamiento o reducción de gases (en caso de que existan dichos sistemas).</li> </ul>

## **Residuos**

<b>Minimización de residuos</b>
<p><input type="checkbox"/> Aplicación de buenas prácticas ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mantener un buen control de inventarios para evitar la pérdida o deterioro de materias primas, secundarias o auxiliares,</li> <li>- asegurar que los empleados están informados de los aspectos ambientales que las operaciones de la empresa genera y sus responsabilidades personales al respecto,</li> <li>- mantener el área de trabajo ordenada para evitar accidentes,</li> <li>- evaluar los sistemas de recolección de residuos para comprobar si pueden ser mejorados,</li> <li>- identificar y marcar todas las válvulas y accesorios de la maquinaria para reducir el riesgo de que sean accionadas incorrectamente por personal inexperto,</li> <li>- segregar los residuos sólidos para su reutilización o reciclaje.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Mejora de las prácticas operacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- llevar a cabo una apropiada recepción y manejo de la materia prima,</li> <li>- equipos de limpieza en seco,</li> <li>- selección de agentes de limpieza y desinfección considerando las implicaciones ambientales.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Optimización del proceso de control de inputs, especificaciones, manipulación y almacenamiento y producción de efluentes, para minimizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- producto no apto,</li> <li>- deterioro de materiales,</li> <li>- pérdidas por la red de drenaje,</li> <li>- sobrelleñado de depósitos,</li> <li>- uso del agua y otras pérdidas.</li> </ul>

## **Ruido**

<input type="checkbox"/> Utilizar silenciadores en los sistemas de ventilación.
<input type="checkbox"/> Utilizar uniones elásticas entre ventiladores y conductos.
<input type="checkbox"/> Instalar tuberías con mejores propiedades aislantes del ruido:
- incrementar el grosor de las tuberías,
- dotar a las tuberías de camisas aislantes.
<input type="checkbox"/> Aislar partes de las naves industriales.
<input type="checkbox"/> Instalar la maquinaria sobre una base de goma.
<input type="checkbox"/> Mantener puertas y ventanas cerradas.

## **Emisiones accidentales**

<b>Gestión de emergencias ambientales</b>
<input type="checkbox"/> identificar las fuentes potenciales de incidentes/descargas accidentales (operación anómala) que puedan tener un impacto adverso sobre el medio ambiente.
<input type="checkbox"/> Llevar a cabo una evaluación de riesgos de las descargas potenciales identificadas para determinar su riesgo sobre el medio.
<input type="checkbox"/> Desarrollar medidas de control para prevenir, eliminar o reducir los riesgos asociados a los incidentes potenciales identificados.



## 5 MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES

Por medición y control de emisiones (monitorización) entendemos a la vigilancia o seguimiento sistemático de las variaciones de un determinado compuesto químico o de una característica física de una emisión, vertido, consumo, parámetros equivalentes o medidas técnicas, tal como se menciona en el *Documento de Referencia de los Principios Generales de Monitorización*. La medición y control de emisiones debe realizarse por dos razones principales:

- para verificar que las emisiones están dentro de los límites autorizados ,
- para la adecuada elaboración de los informes ambientales periódicos para las autoridades competentes.

Por otra parte, las instalaciones deben efectuar mediciones y controles para realizar la declaración EPER, el cálculo de tasas/cánones de emisión, medición de los objetivos y metas del SGMA en su caso, controlar el rendimiento de los equipos de tratamiento y depuración o como medio de control de la eficiencia del proceso productivo.

La identificación de las parámetros que se van a controlar, las condiciones y metodología de muestreo, los métodos de análisis y la periodicidad con la que se realizan, dependerán del uso y destino que se le vayan a dar a los datos, así como de las exigencias que en cada caso pueda marcar la administración que solicita la información. Por ello, es necesario definir claramente los objetivos de la medición y control de emisiones entre las partes implicadas (titulares de la instalación, administración, terceras partes) para asegurar su utilidad y evitar pérdidas de tiempo y extracostes. Asimismo, será necesario establecer los requisitos de calidad necesarios.

Además, es muy importante tener un buen conocimiento de los procesos de los que se derivan los parámetros que se van a controlar, para garantizar en todo lo posible la fiabilidad y utilidad de los datos obtenidos, teniendo siempre presente la dificultad y el coste de los distintos métodos de control y el hecho de que a partir de los datos de monitorización se puedan realizar cálculos y tomar decisiones relacionadas con otros propósitos al margen del cumplimiento de los requisitos establecidos en la autorización ambiental integrada. Por ejemplo, el cálculo de los parámetros EPER o la identificación de operaciones anómalas.

Independientemente de los sistemas de medida y control que se prescriban en las autorizaciones ambientales integradas, éstos deben reunir dos características esenciales para asegurar el valor práctico de los datos obtenidos:

- **fiabilidad**, entendiéndose ésta como la corrección o cercanía de los datos respecto al valor real, es decir el grado de confianza que se le puede atribuir a los resultados,
- **que sea comparable**, siendo una medida de la confianza con la que un grupo de datos puede compararse con otro.

En este capítulo se indican los procedimientos más usuales para la medición y control de los parámetros que definen los consumos de recursos, los vertidos de agua residual, las emisiones a la atmósfera y la generación de residuos en la industria láctea.

Los métodos de medición y control que se exponen en este capítulo no tienen carácter exhaustivo ni mucho menos preceptivo, ya que en algunos casos la propia legislación no determina métodos específicos.

Además, la legislación estatal, autonómica y local que de algún modo hace referencia a los procedimientos y técnicas de medición y control es tan amplia que sería inviable recopilarla en el alcance de esta guía de modo que todas las instalaciones lácteas españolas incluidas en los umbrales de capacidad productiva del anexo 1 de la Ley IPPC estuvieran representadas.

Asimismo, se menciona brevemente la normativa aplicable más relevante.

## 5.1 CONSUMO DE RECURSOS

Los principales recursos consumidos en la industria láctea son: agua, electricidad y combustibles fósiles.

*Tabla 13. Principales recursos consumidos en la industria láctea*

Recurso	Parámetro	Tipo	Observación
<b>Agua</b>	Consumo <i>m<sup>3</sup>/año</i>	Medición en continuo	Contadores, facturas
<b>Electricidad</b>	Consumo <i>kWh/año</i>	Medición en continuo	Contadores, facturas
<b>Combustible</b>	Tipo, consumo <i>m<sup>3</sup> o t/año; kWh/año</i> <i>Thermia/año</i>	Cálculo	Facturas

El consumo de estos recursos se debe controlar en la medida que un uso irracional o incontrolado de los mismos puede originar directa o indirectamente impactos significativos en el medio ambiente. Por ejemplo, el consumo de agua en una instalación láctea está estrechamente relacionado con el volumen de aguas residuales generado.

A esto hay que añadir, el propio impacto que supone el consumo de recursos naturales siempre limitados.

Su medición y control por parte de la empresa suele ser sencilla ya que se trata de recursos consumibles que las industrias adquieren generalmente de terceras empresas y los datos de las transacciones están perfectamente documentados y registrados.

En los casos de autoabastecimiento, como puede ser la extracción de agua de un pozo propio o la autogeneración energética (cogeneración) se deben instalar contadores para medir los consumos realizados. En el caso de la cogeneración, el registro y notificación de los niveles de consumo, extracción o producción está tipificado en la normativa correspondiente.

## 5.2 AGUAS RESIDUALES

La generación de aguas residuales es el aspecto ambiental más significativo de la industria láctea. Una adecuada monitorización de las aguas residuales debería permitir controlar tanto los valores máximos de concentración de parámetros químicos como la cuantificación de las cantidades anuales vertidas.

Antes de realizar el plan de medición y control es conveniente disponer de información referente al proceso, los principales flujos de agua residual (proceso productivo, limpiezas,

refrigeración, sanitarias,...), la jornada de trabajo, el diseño del sistema colector, las características de la estación depuradora de aguas residuales, etc.

El conocimiento de estos aspectos permitirá adecuar el plan de medición y control de emisiones a las características de cada instalación.

A continuación se describe con más detalle la metodología a seguir para realizar una medición y control de las aguas residuales, agrupada en los siguientes apartados: determinación del caudal, la toma de muestras, los parámetros de control y los métodos analíticos más habituales.

### **5.2.1. Caudal/volumen**

Cuando se necesita disponer de información sobre la distribución de caudal a lo largo de la jornada laboral es necesario utilizar sistemas de medición, mientras que cuando sólo se necesite conocer el volumen de agua residual generada en un determinado periodo de tiempo pueden utilizarse alternativamente métodos de cálculo indirectos basados en balances de masas. Cuando interesa conocer el valor de ambas magnitudes lo más conveniente es realizar la medición con registro de caudales y totalizador del volumen de vertido.

En todo caso, la calidad de la medida del caudal/volumen va a tener una gran relevancia en el cálculo posterior de la carga total de los contaminantes presentes en las aguas residuales. Una inadecuada determinación del caudal de efluentes puede hacer inútil un laborioso y correcto proceso de determinación analítica de concentraciones de parámetros en una muestra.

Existen principalmente dos métodos para la medida del caudal; los métodos de descarga directa y el de cómputo área-velocidad.

#### **Métodos de descarga directa**

Son aquellos que determinan el caudal midiendo la altura de la lámina de agua en las inmediaciones de una estructura que restringe el paso del agua en el canal. Dicha restricción provoca una carga hidráulica que es proporcional al flujo.

En función del tipo de restricción hidráulica podemos distinguir dos grandes grupos:

- *Canal de aforo Parshall*. Es un canal abierto compuesto de tres secciones: una convergente aguas arriba, una garganta, y una divergente aguas abajo. Para un canal Parshall de sección conocida, el caudal se determina midiendo la altura de la lámina de agua en un punto determinado de la sección convergente. La altura de lámina se puede obtenerse mediante sondas de ultrasonidos.
- *vertedero*. Es un sistema parecido al anterior pero en este caso la restricción al flujo es una sección rectangular o en "V". Para un vertedero de sección conocida, el caudal se determina midiendo la altura de la lámina de agua aguas arriba de la abertura.

#### **Cómputo área-velocidad**

Estos sistemas se basan en el cálculo del flujo mediante la multiplicación del área transversal por la velocidad medida del agua. Los dos sistemas más habituales son:

- **caudalímetro.** Calcula el caudal a partir de la sección mojada del canal y de la velocidad del agua. La velocidad media la calcula por ultrasonidos utilizando el efecto Doppler. Una sonda calcula la altura de la lámina de agua por diferencias de presión respecto a la ambiental. También puede medir la altura con sondas de burbujeo o con medidores ultrasónicos.

Los caudalímetros suelen contar con la opción de incorporar diferentes sondas que miden simultáneamente, a los mismos intervalos que la sonda de caudal, distintos parámetros como pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, etc....

- **molinetes.** Se introduce un eje que lleva acopladas en su extremo unas aspas que giran por la corriente del agua. Se utiliza para mediciones precisas de la velocidad del flujo en grandes canales, siempre que no haya demasiada materia en suspensión.

El volumen total de agua vertida en un determinado intervalo de tiempo (volumen diario o anual suele ser lo más habitual) es un dato de interés que se puede obtener directamente a partir de los datos de caudal medidos.

Otra forma de obtener esta información es realizando un balance de agua calculado como el consumo de agua total más los aportes derivados de la materia prima (lactosuero, mazada, salmueras) menos las perdidas por evaporación y las que se incorporen en productos, subproductos o residuos.

En la siguiente tabla se resumen los métodos habituales para la medición del volumen/caudal de agua residuales.

*Tabla 14. Métodos habituales para la medición del volumen/caudal de agua residuales*

Parámetro	Tipo de enfoque	Descripción
Caudal $m^3/h$	Medida directa en continuo	Métodos de descarga directa o área-velocidad.
Volumen $m^3/año$ o periodo	Balance de masas	Teniendo en cuenta los consumos, las pérdidas por evaporación, la incorporación a producto y subproductos.
	Cálculo	En base a los datos de caudal disponibles y las horas de funcionamiento de la instalación.
	Medida directa en continuo	Equipos de medición de caudal con totalizador de volumen.

### 5.2.2. Toma de muestras

El objetivo de la toma de muestras es la obtención de una porción de material que represente con exactitud al material de donde procede y cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño como para que pueda ser transportado y manipulado con facilidad. La fiabilidad de los resultados analíticos posteriores en laboratorio dependerá en gran medida de la calidad del muestreo realizado.

A la hora de planificar el muestreo hay que tener en cuenta que el agua residual generada en una industria láctea se caracteriza por presentar variaciones importantes tanto en su caudal como de sus características químicas a lo largo de la jornada laboral (ver apartado 3.3.1).

Este hecho va a condicionar el tipo de muestreo a realizar ya que si el objetivo del muestreo es obtener una muestra representativa del vertido generado durante una jornada laboral, será necesario realizar muestreos integrados en función del caudal. Sin embargo, si la instalación dispone de una estación depuradora con capacidad para homogeneizar el vertido de toda la jornada, será suficiente con tomar una muestra puntual para que sea representativa del vertido.

A continuación se describen los tipos de muestreo y las condiciones en las que son aplicables.

**Muestreo simple, puntual o instantáneo** Es una muestra de un volumen determinado y tomada de una sola vez. Representa las condiciones que se dan en ese preciso momento. Este tipo de muestra puede ser suficiente en las instalaciones lácteas que disponen de un planta de depuración con tiempos de retención suficientes y sistemas adecuadamente dimensionados, donde la salida del efluente depurado se produce con caudal apreciablemente constante.

**Muestreo integrado o compuesto.** Se utilizan para caracterizar la composición media de las aguas residuales a lo largo de jornadas de trabajo durante las diferentes etapas de funcionamiento de la industria. Pueden ser muestras integradas en función del tiempo o en función del caudal. La **integrada en función del tiempo** es una muestra compuesta formada a partir de muestras simples de un volumen determinado, tomadas a intervalos de tiempo fijados. Es interesante para obtener una muestra representativa del vertido en una jornada en la que siendo el caudal apreciablemente constante, algún parámetro pueda variar significativamente. La **integrada en función del caudal** es una muestra compuesta en la que el volumen de cada una de las muestras simples tomadas es proporcional al caudal de agua residual en el momento de la toma. Se utiliza cuando el vertido tiene puntas importantes a lo largo de la jornada. Este método, en alguna de sus dos variantes, es el apropiado para instalaciones que carezcan de planta depuradora o aún en el caso de disponer de ella, las dimensiones de los sistemas que la componen o los tiempos de retención no sean suficientes para asegurar una salida constante del efluente y los demás parámetros puedan variar significativamente.

El proceso de toma de muestras debe estar bien planificado, detallado y escrito en el plan de muestreo, incluyendo donde se ha de realizar la toma de muestras y el procedimiento que ha de seguirse para su obtención, conservación y transporte hasta el laboratorio.

La legislación actual no prescribe métodos oficiales de toma de muestra de aguas residuales. Se pueden adoptar opcionalmente métodos normalizados de muestreo. En este caso se pueden tomar como referencia las normas que a modo indicativo se citan en la siguiente tabla.

*Tabla 15. Métodos normalizados relativos al muestreo de aguas residuales*

<b>Norma española</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Correspondencia con normas Internacionales</b>
UNE-EN 25667-1:1995	Diseño de programas de muestreo.	ISO 5667-1:1980
UNE-EN 25667-2:1995	Técnicas de muestreo.	ISO 5667-2:1991
UNE-EN ISO 5667-3:1996	Conservación y manipulación de muestras.	ISO 5667-3:1994
UNE-EN ISO 5667-13:1998	Muestreo de lodos procedentes de aguas residuales y de las instalaciones de tratamiento de agua.	ISO 5667-13:1997

### 5.2.3. Parámetros de control

La medición y control de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales se realiza generalmente mediante medidas directas, normalmente en discontinuo. En la siguiente tabla se muestran los parámetros que normalmente se controlan en la industria láctea.

*Tabla 16. Parámetros de control en la industria láctea*

Clase	Parámetro	Unidades	Tipo
<b>Materia orgánica</b>	DQO	mgO <sub>2</sub> /l	En discontinuo
<b>Sólidos no disueltos</b>	Sólidos en Suspensión (S.S.)	mg/l	
<b>Aceites y grasas</b>	AyG	mg/l	
<b>Nitrógeno</b>	NKT <sup>(1)</sup>	mg N/l	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg N-NH <sub>4</sub> /l	
<b>Fósforo</b>	P Total	mg P/l	
<b>Conductividad eléctrica</b>	CE	μS/cm	En continuo o discontinuo
<b>pH</b>	pH		En continuo o discontinuo

(1) NKT = Nitrógeno Kjeldahl Total

Los parámetros pH y CE se pueden medir en continuo instalando sondas en los puntos donde se quiera caracterizar el vertido. Existen publicaciones normalizadas de acuerdo a los estándares UNE relacionados con la instrumentación de medida en continuo de estos dos parámetros, en concreto:

- UNE 77078:2002 Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos de medida en continuo de pH en vertidos industriales.
- UNE 77079:2002 Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos de medida en continuo de conductividad en vertidos industriales.

El resto de parámetros se suele controlar en discontinuo, tomando una muestra de agua representativa y analizándola posteriormente *in situ* mediante un kit adecuado o en laboratorio. En las dos tablas siguientes se indican a modo de ejemplo algunos métodos de referencia para la determinación analítica en laboratorio de los parámetros de control más característicos de la industria láctea. Algunos de estos métodos analíticos son oficiales según la legislación autonómica o local.

El análisis de los vertidos los realiza normalmente un laboratorio colaborador de los organismos de cuenca en materia de control de vertido, o en cualquier caso, un laboratorio homologado o designado por la Administración competente, que debería cumplir los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, relativa a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

La frecuencia con la que se realicen los análisis vendrá especificada en la autorización ambiental integrada, junto con la indicación de los sistemas y procedimientos de control, así como la especificación de la metodología de medición y los procedimientos de evaluación de las mediciones.

En algunos casos, los organismos estatales, autonómicos o entidades locales que otorgan las autorizaciones de vertido en los distintos medios receptores, establecen métodos oficiales para

la caracterización de los vertidos conforme a los “Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water”<sup>6</sup>. Este texto tiene una traducción al castellano de la 17<sup>a</sup> edición original, “Métodos Normalizados de Análisis de Aguas Potables y Residuales”<sup>7</sup>.

Los métodos de referencia de análisis de aguas según los “Standard Methods” se aplican ampliamente en los laboratorios homologados o colaboradores de los organismos de cuenca, o alternativamente procedimientos internos basados en estos métodos.

La tabla siguiente muestra, a título de ejemplo, algunos de los parámetros más habituales de las aguas residuales y la referencia al método analítico de la versión castellana de los “Standard Methods”.

*Tabla 17. Métodos de referencia de análisis de aguas residuales según los “Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water”*

Parámetro	Código parámetro	Método de análisis
DQO	SM 5220	B. método de reflujo abierto C. reflujo cerrado, método titulométrico D. reflujo cerrado, método colorimétrico
Fósforo	SM 4500-P	B. método de digestión con distintos ácidos C. método colorimétrico del ácido vanadomolibdofosfórico D. método del cloruro estagnoso E,F. método del ácido ascórbico
N (orgánico)	SM 4500-Norg	B, C. método Kjeldahl
N (amoniaco)	SM 4500-NH <sub>3</sub>	B, C, D, E, F, G y H
N (nitrito)	SM 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	B. método colorimétrico C. método cromatográfico de iones
N (nitrato)	SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C, D, E, F
S.S.	SM 2540	D. sólidos totales en suspensión secados a 103-105°C
AyG	SM 5520	B. método de partición-gravimetría C. método de partición-infrarrojo D. método de extracción de Soxhlet

Las Normas UNE están en muchos casos relacionadas con los “Standard Methods” por la gran semejanza existente entre algunos métodos analíticos. En la tabla 18 se muestran, a modo de ejemplo, las Normas UNE para los métodos de análisis de los parámetros más habituales en las aguas residuales de las instalaciones de la industria láctea.

Otros procedimientos analíticos reconocidos y determinados en algunos reglamentos autonómicos y locales para las aguas residuales, se basan en normas como la AFNOR, ANSI, ISO, EN y en procedimientos tales como; “Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes”<sup>8</sup> o “ASTM Standards for Water and Environmental Technology (Section 11)”<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> Publicado por W.E.F. (Water Environment Federation), A.P.H.A. (American Public Health Association) y A.W.W.A. (American Water Works Association). Última edición, 20<sup>a</sup> (1998).

<sup>7</sup> Publicada por Díaz de Santos Ediciones en 1992. Traducción de la 17<sup>a</sup> edición de la WEF-APHA-AWWA.

<sup>8</sup> Publicado por EPA, United States Environmental Protection Agency. Última revisión, marzo 1983.

<sup>9</sup> Publicado por ASTM, American Society for Testing and Materials. Última edición, Volume 11.01 & 11.02, 2001.

*Tabla 18. Métodos de análisis de aguas residuales según las Normas UNE*

<b>Parámetro</b>	<b>Norma</b>	<b>Correspondencia con normas internacionales</b>	<b>Método</b>
DQO	UNE 77004:2002	ISO 6060:1989	Método del dicromato.
Fósforo total	UNE-EN 1189:1997	EN 1189:1996	Método espectrométrico con molibdato amónico.
NKT	UNE-EN 25663:1994	EN 25663:1993 ISO 5663:1984	Método de mineralización con selenio.
Nitritos	UNE-EN 26777:1994	EN 26777:1993 ISO 6777:1984	Espectrofotometría de absorción molecular.
N total	UNE-EN ISO 11905-1:1998	EN ISO 11905-1:19998 ISO 11905-1:1997	Parte 1: método por mineralización oxidante con peroxidisulfato.
Nitritos + Nitratos	UNE-EN ISO 13395:1997	EN ISO 13395:1996 ISO 13395:1996	Determinación de nitrito y nitrato y la suma de ambos por inyección de flujo (CFA y FIA) con detección espectrométrica.
N amoniacal	UNE 77028:2002  UNE-EN ISO 11732/1M:1999  UNE-EN ISO 11732:1997	-  EN ISO 11732:1997  ISO 11732:1997	Destilación y valoración o colorimetría.  Análisis en flujo y (CFA y FIA) y detección espectrométrica.
S.S.	UNE-EN 872:1996  UNE 77034:2002	EN 872:1996  -	Filtración por filtro de fibra de vidrio.  S.S. fijos y volátiles.

Además de los métodos de referencia indicados hasta ahora, en ocasiones los Organismos de la Administración admiten otros por motivos de prestigio y oportunidad, y así se reconoce en el articulado de diversa normativa.

#### **5.2.4. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER)**

La Decisión 2000/479/CE de la Comisión Europea relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER), establece reglas de notificación periódica por parte de los Organismos estatales correspondientes de los Estados Miembros, de determinados parámetros de emisión a la atmósfera y al agua para aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Directiva 96/61/CE, y por ende en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Esta Decisión, aunque obliga expresamente a los Estados Miembros a la transmisión de los datos a Comisión Europea, afecta directamente a los sectores industriales listados en la Ley IPPC, ya que son estos los que en primera instancia deben suministrar la información que se les requiere en cada caso particular.

En el caso del sector lácteo, según las listas sectoriales específicas de contaminantes emitidos al agua y que figuran en el “Documento de orientación para la realización del EPER”, se deben

notificar las cantidades anuales emitidas de Nitrógeno Total, Fósforo Total, Carbono Orgánico Total (COT) y Cloruros.

Los valores de emisión deben estar expresados en kg/año y redondeados a tres dígitos significativos. Los datos deben ir acompañados de la letra (M, C o E) en función del método de obtención utilizado: medido (M), calculado (C) o estimado (E). En el caso de las industrias lácteas, se suelen utilizar métodos de medición o cálculo.

- Código M: datos basados en mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados, aunque sea necesario realizar cálculos para transformar los resultados de las medidas en datos de emisiones anuales.

Se utiliza cuando las emisiones se calculan a partir de datos obtenidos de mediciones reales de las concentraciones de contaminantes existentes en el agua multiplicados por el caudal anual vertido. También se utiliza este código cuando el cálculo de las emisiones anuales se basa en resultados de mediciones discontinuas y de corta duración.

- Código C: datos basados en cálculos mediante balance de masas o factores de emisión aceptados en el ámbito nacional o internacional y representativo del sector lácteo. El método de balance de masas puede utilizarse con bastante fiabilidad para el cálculo del volumen de agua vertido en un determinado periodo si los datos de partida y las suposiciones realizadas en el balance son adecuados.
- Código E: datos basados en estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en opiniones de expertos. También se aplica si se utilizan previsiones por falta de metodologías de estimación reconocidas o directrices de buenas prácticas.

La utilización de factores de emisión para el cálculo de la emisión de contaminantes al agua no está suficientemente desarrollada para el caso de las industrias lácteas.

Todos los parámetros de emisión al agua asignados al sector lácteo, sometidos a control para la notificación, disponen de métodos comunes de toma de muestras y metodologías de medición específicas recomendados por el Ministerio de Medio Ambiente a través del portal EPER-España, de los cuales se hace un resumen en el apartado de anexos.

### **5.2.5. Valores límite actuales en la legislación española y europea**

Los requisitos exigidos para el vertido de aguas residuales de aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Ley 16/2002 se regulan en la Autorización Ambiental Integrada, expedida por la comunidad autónoma en la que radique la instalación.

Los límites cuantitativos máximos asignables a los vertidos dependen del destino final que tengan, pudiendo ser:

- vertido al mar
- vertido a colector
- vertido a cauce público

### **Vertido a cauce público:**

Realizar un vertido a cauce público es equivalente a verter al dominio público hidráulico, el cual está constituido por las aguas continentales, los cauces de corrientes naturales, los lechos de lagos y lagunas y los acuíferos subterráneos.

La autorización de vertido a dominio público hidráulico perteneciente a una cuenca intracomunitaria, queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Ley 16/2002.

Por el contrario, en el caso de que el vertido sea a cuencas intercomunitarias, los organismos de cuenca correspondientes emitirán un informe sobre la admisibilidad del vertido o, en su caso, sobre las características, condiciones y medidas correctoras del vertido. Este informe tiene carácter vinculante para el órgano autonómico competente para otorgar la autorización ambiental integrada y sustituye a la autorización de vertido de aguas residuales.

Por tanto, cuando el informe del organismo de cuenca imponga valores límites de emisión, deberán incorporarse necesariamente al contenido de la autorización ambiental integrada.

Para establecer las condiciones de los permisos se tendrá en cuenta el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y modificado por el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo y los requisitos mínimos fijados por los Organismos de Cuenca correspondientes.

### **Vertidos al mar**

Cuando los vertidos de aguas residuales se realizan **desde tierra al mar** se aplica el régimen legal en materia de costas, el cual se fundamenta sobre dos normas básicas de ámbito estatal:

- Ley 22/1988 de costas, de 28 de julio.
- Reglamento de Costas aprobado por el Real Decreto 1471/1989 de 1 de diciembre y modificado por el Real Decreto 1112/1992, de 18 de septiembre.

La autorización de vertido desde tierra al mar queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Ley 16/2002. La principal diferencia respecto al caso de vertido a cauce público, es que no es necesario un informe vinculante de un organismo estatal, ya que es el mismo órgano autonómico quién gestiona ambos procedimientos administrativos.

### **Vertido a colector**

El tercer caso en cuanto al medio receptor donde se vierten las aguas residuales es cuando se realiza a una **red de saneamiento, colector o estación depuradora**. El titular de la instalación donde se realiza el vertido puede ser un ente público o privado. La autorización de vertido a colector queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Ley 16/2002.

El agua vertida por la instalación al colector será depurada junto con otras aguas residuales urbanas y/o industriales en una estación depuradora antes de su vertido a cauce público o al mar. Por tanto, en la determinación de los valores límite de emisión de cada parámetro contaminante habrá que considerar las características de la depuradora que las recibe, su capacidad, el destino

de las aguas depuradas, la calidad de los fangos generados, así como cualquier otra consideración que pueda provocar el mal funcionamiento de la misma.

### 5.3 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas generadas en la industria láctea corresponden fundamentalmente a los gases de combustión generados en la sala de calderas e instalaciones de cogeneración, por lo que las concentraciones de gases contaminantes emitidos dependerán fundamentalmente del tipo de combustible utilizado, el tipo de sistema empleado y las condiciones de combustión.

En los equipos de frío pueden producirse emisiones atmosféricas de carácter difuso de gases refrigerantes (amoníaco, HCF's), aunque de mucho menor importancia en cuanto a cantidad generada.

En la siguiente tabla se resumen los principales focos, su naturaleza y los principales parámetros.

*Tabla 19. Principales focos de emisiones atmosféricas*

Fuentes	Naturaleza	Parámetros
Caldera	Localizada	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>
Sistemas de refrigeración/congelación	Difusa	NH <sub>3</sub> , HCF

A continuación se describen más detalladamente las técnicas de muestreo y determinación cuantitativa de las sustancias potencialmente emitidas a la atmósfera en una industria láctea.

#### 5.3.1. Análisis de gases de combustión

El análisis de la concentración de los gases de combustión se suelen realizar mediante sistemas de medición *in situ*, de forma continua o discontinua. Estos equipos pueden ser móviles y permiten analizar diferentes parámetros al mismo tiempo (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, exceso de aire, tiro de la chimenea, CO, NO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>).

La norma EPA-CTM-030 describe métodos de análisis de uno o varios compuestos gaseosos, cuando estos se realizan con células electroquímicas en analizadores portátiles.

El caudal de los gases de salida se suele calcular multiplicando la velocidad de salida de los gases por la sección interna de la chimenea. La velocidad de suele calcular a partir de los datos de presión en el interior y en el exterior de la chimenea.

Existen procedimientos normalizados UNE relacionados con el muestreo en continuo y más concretamente con la medición de caudales, como la UNE 77227:2001 *Determinación del caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos. Método automático*. También hay una norma que establece procedimientos normalizados referentes a la medición de las características del flujo de gases: UNE 77225:2000 *Medidas de velocidad y caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos*.

El parámetro “partículas” en gases de combustión se suele determinar utilizando el parámetro denominado opacidad. El sistema más utilizado para la medición de la opacidad es hacer pasar una cantidad normalizada de gas a través de un papel de filtro cuyo ennegrecimiento se compara después con una escala de referencia (Escala de Bacharach , Escala de Ringelmann) Otros sistemas que se pueden utilizar son los opacímetros continuos o los impactadores con muestreo isocinético.

La Norma ISO 9096 o su equivalente española UNE 77223, establece criterios para la determinación del número de puntos de muestreo de partículas sólidas tanto para chimeneas de sección circular como de sección rectangular.

Las inspecciones reglamentarias y por tanto el análisis de los contaminantes atmosféricos corresponde a los Organismos de Control Autorizado (OCA). Sin embargo, los autocontroles periódicos para el seguimiento del cumplimiento normativo se puede realizar tanto por el titular de la instalación, como por una OCA. En cualquier caso, en la legislación aplicable se establecen unos requisitos mínimos para el desarrollo de las tareas de medición y control de la contaminación atmosférica como el estar homologado respecto a la competencia técnica y la disponibilidad organizativa y de medios.

Hay que destacar que la normativa española vigente en materia de emisiones atmosféricas no prescribe métodos de medición y análisis de sustancias contaminantes. Por lo general se utilizan normas nacionales y europeas, como UNE y EN o internacionales como ISO, así como de otros organismos internacionales como Methods of Air Sampling and Analysis de la APHA Intersociety Committee o la U. S. Environmental Protection Agency (EPA).

Como regla general, la técnica de análisis seleccionada debe ser específica para la sustancia a analizar y por tanto libre en la medida de lo posible de interferencias de otros compuestos. Además debe ser lo más exacta posible.

En la tabla siguiente se exponen a título de ejemplo algunos de los métodos de análisis para sustancias comunes en la industria láctea. Se hace referencia a los estándares recogidos en las Normas UNE.

La concentración de los contaminantes presentes en las emisiones atmosféricas se expresan por medio de las unidades de masa y volumen usuales, normalmente como mg/Nm<sup>3</sup> o como partes por millón (ppm). También pueden expresarse los valores resultantes de las mediciones como factores de emisión, referida la magnitud másica a la unidad de tiempo (g/h) o a la unidad de materia prima consumida o producción.

Tabla 20. *Métodos de análisis de sustancias emitidas a la atmósfera, según las Normas UNE*

Sustancia	Continuo	
	Norma	Método análisis
NO <sub>x</sub>	UNE 77224:2000 Determinación de las concentraciones máscicas de óxidos de nitrógeno.	Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
SO <sub>2</sub>	UNE 77222:1996 Determinación de la concentración máscica de dióxido de azufre.	Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
Partículas sólidas	UNE 77209:1989 Características de los monitores en continuo para la medida de la opacidad. UNE 77219:1998 Medición automática de la concentración máscica de partículas. Características de funcionamiento, métodos de ensayo y especificaciones.	Método opacimétrico.
CO <sub>2</sub>	UNE 77229:2004 Determinación de monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno. Características de funcionamiento y calibración de los sistemas automáticos de medida.	-

### 5.3.2. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER)

Según las listas sectoriales específicas de contaminantes emitidos a la atmósfera y que figuran en el “Documento de orientación para la realización del EPER”, las actividades incluidas en el epígrafe 9.1c deben notificar las cantidades anuales emitidas de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (expresado en NO<sub>2</sub>).

Los valores de emisión a la atmósfera, al igual que en el caso de las emisiones al agua, deben estar expresados en kg/año y redondeados a tres dígitos significativos, así como ir acompañados del pertinente código identificativo del método de determinación empleado (M, C o E, ver sección 5.2.4).

En todas las tablas publicadas en el portal EPER-España del Ministerio de Medio Ambiente, referentes a *los métodos recomendados para la toma de muestras*, se indica expresamente la observación de la Orden 18/10/1976 sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial, y más concretamente el anexo III de la citada Orden, donde se describen los requisitos referentes al acondicionamiento de la instalación para mediciones y toma de muestra en chimeneas, situación, disposición, dimensión de conexiones y accesos.

En las tablas del apartado de anejos se presentan las distintas alternativas metodológicas de muestreo y análisis recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través del portal EPER-España, aplicables a los dos parámetros atmosféricos solicitados al sector lácteo.

### 5.3.3. Valores límite actuales en la legislación española y europea

Los requisitos exigidos para las emisiones atmosféricas de aquellas actividades industriales incluidas en el anexo 1 de la Ley 16/2002 se regulan en la Autorización Ambiental Integrada, expedida por la comunidad autónoma en la que radique la instalación.

El cuerpo legal básico en materia de contaminación atmosférica está constituido por las tres disposiciones siguientes:

- Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico.
- Real Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley anterior.
- Orden de 18/10/76 sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera.

En el anexo IV del Decreto 833/75, se establecen los niveles de emisión de contaminantes para 26 tipos de actividades industriales, entre las que no se encuentra la industria láctea. Por lo tanto, los límites de emisión que en principio serían de aplicación son los indicados en el punto 27 del anexo IV.

*Tabla 21. Niveles de emisión del punto 27, “Actividades industriales diversas no especificadas” en el anexo IV de Decreto 833/1975*

Parámetro	Unidad de medida	Nivel de emisión
Partículas sólidas	mg/Nm <sup>3</sup>	150
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	4.300
CO	ppm	500
NO <sub>x</sub> (medido como NO <sub>2</sub> )	ppm	300
Opacidad	Escala de Ringelmann Escala de Bacharach	1 2

En la sección 2.2 del anexo IV del Decreto 833/1975 se establecen los límites de emisión para instalaciones que utilizan fuel-oil, en cuyo caso serían de aplicación los límites de emisión indicados en la siguiente tabla.

*Tabla 22. Niveles de emisión del punto 2.2, “Instalaciones que utilizan fueloil” del anexo IV de Decreto 833/1975*

Combustible	Parámetro	Unidad de medida	Nivel de emisión
Fuel-oil o gasoil doméstico	Opacidad	Escala de Ringelmann	1
		Escala de Bacharach	2
Fuel-oil pesado nº 1 o BIA	Opacidad	Escala de Ringelmann	2
		Escala de Bacharach	4
Fuel-oil BIA o gasoil doméstico	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	850
Fuel-oil pesado nº 1	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	1700
Cualquier potencia y combustible	CO	ppm	1445

## 5.4 SUBPRODUCTOS/RESIDUOS

El control de residuos y subproductos en una instalación láctea debe considerar todo el proceso de gestión interna de estos materiales que incluye desde la caracterización, clasificación y cuantificación del subproducto/residuo, el patrón de generación, las condiciones de recogida, almacenamiento y acondicionamiento, hasta su cesión a un gestor autorizado.

### Caracterización y cuantificación

En primer lugar conviene indicar que se considera “residuo” *cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprendérse* (artículo 3, Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos). En este sentido, los restos orgánicos derivados del proceso productivo podrán considerarse un residuo o subproducto en función de su destino final.

El objetivo de la clasificación de los subproductos/residuos es en primer lugar determinar su adecuación legal en el marco de la legislación existente. Esta clasificación determinará en gran medida las condiciones en las que se deberá realizar su recogida, almacenamiento, acondicionamiento y gestión final.

En la industria láctea, en general no es preciso realizar ensayos analíticos para clasificar los residuos pues en la legislación aplicable existen tablas y listados con descripciones precisas que permiten identificar cada tipo de residuo generado con un código o denominación específica.

Los residuos generados en la industria láctea están regulados por la Ley 10/1998, *de residuos* y el RD 833/88 de residuos peligrosos. Estos residuos se codifican según la Lista Europea de Residuos (LER) que figura en la Orden MAM/304/2002, *de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos*.

Una vez realizada la clasificación de los residuos se debe proceder a su cuantificación mediante balances de masas o directamente por pesada en báscula, cuyos valores quedarán reflejados además en los documentos que avalan su cesión a un gestor externo.

Al final de este capítulo puede verse a modo de ejemplo, una tabla resumen que sintetiza la identificación y clasificación de los residuos típicos de la industria láctea.

### Recogida, almacenamiento y acondicionamiento en la instalación

La segregación en origen es una regla básica, además de ser un requisito legal, que siempre debe observarse para realizar una correcta gestión interna de residuos, con el fin primordial de evitar la mezcla de tipologías distintas de materiales.

Por tanto, cada tipo de residuo se deberá recoger, almacenar y en su caso identificar adecuadamente para asegurar el cumplimiento de la legislación y optar por la mejor gestión final de los mismos. En algunos casos, es posible acondicionar los residuos (deshidratación, prensado,...) para mejorar las condiciones de su gestión final.

#### 5.4.1. Subproductos orgánicos

El primer grupo de residuos orgánicos corresponde a restos de materia prima y producto que por sus características no pueden ser reintroducidos en el proceso:

- los restos de producción que por sus características no pueden ser reintroducidos en proceso,

- lactosuero y mazada generados en los procesos de elaboración de quesos y mantequilla, respectivamente,
- producto no conforme extraído, en su caso, de los envases.

La grasa de los flotadores y los lodos de depuradora de industrias lácteas son residuos orgánicos que pueden ser valorizados mediante digestión anaerobia o compostaje. Como material orgánico utilizable en la actividad agraria se deben atender a los requisitos establecidos en el *Real Decreto 1310/1990*, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, y la *Orden de 26 de octubre de 1993* sobre la utilización de lodos de depuración en el sector agrario.

En cualquier caso, los centros productivos deberían disponer de las instalaciones que permitan un almacenamiento adecuado de los subproductos, de modo que se evite el vertido directo de los lixiviados producidos, se minimice la emisión de olores y se mantengan unas condiciones adecuadas para evitar su descomposición.

#### **5.4.2. Peligrosos**

Como ya se comentó en el capítulo tercero, los residuos peligrosos que se generan en el sector lácteo constituyen la categoría menos abundante en el computo global de los residuos generados. Son residuos que se generan básicamente en las actividades de mantenimiento de la instalación y que son comunes a los que se puedan generar en este tipo de actividades de cualquier otro tipo de sector industrial. Las actividades de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones también generan residuos peligrosos, fundamentalmente envases.

Los más relevantes suelen ser envases que han contenido sustancias peligrosas, aceites usados, disolventes, trapos y papel absorbente usados, tubos fluorescentes, baterías y otros, como residuos de laboratorio. Estos residuos están claramente identificados en la lista europea de residuos (LER).

A pesar de su escaso volumen relativo de generación en las industrias lácteas, este tipo de residuos está sujeto a una normativa básica y específica que prescribe ciertas obligaciones de control y gestión.

La legislación básica sobre la producción y la gestión de los residuos peligrosos descansa sobre la *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos*. Esta ley derogó a la anterior *Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos*.

No obstante, se mantiene vigente el *Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986*, así como el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 833/1988*.

Para las actividades incluidas en el anexo 1 de la *Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación*, la Autorización Ambiental Integrada sustituye a la autorización de productor de residuos peligrosos en cantidad superior a 10 t/año. En todo caso, las instalaciones industriales deben cumplir con los requisitos legales relativos al control y gestión de los residuos peligrosos.

Dentro de los distintos tipos de residuos que forman la categoría de los residuos peligrosos, los aceites usados están sujetos además de a la legislación básica citada hasta ahora, a una

normativa específica recogida en la *Orden de 28 de febrero de 1989* y su modificación en la *Orden del 13 de junio de 1990*.

#### 5.4.3. Otros residuos

En este grupo se encuentran una serie de residuos clasificados como no peligrosos y que por sus características pueden asimilarse a los producidos en los domicilios particulares.

En primer lugar destacan los residuos de envase generados en el desembalaje de materia secundaria y auxiliar y los residuos de envase de producto descartados por defectos durante el envasado. Dentro de esta categoría de residuos se incluye plástico, cartón, papel, metales o madera.

Otros residuos generados en menor cuantía son la basura procedente de los servicios de cafetería o restaurante y el material de oficina.

Respecto a las medidas de control, se debe prestar especial atención a una correcta segregación de los distintos tipos de residuos de acuerdo al material principal que lo constituye. La correcta segregación, cuantificación y almacenamiento interno es muy importante por el alto potencial de reciclaje que tienen estos residuos en empresas externas.

#### Tabla resumen de los posibles subproductos/residuos generados en la industria láctea

En esta tabla se muestran a modo de ejemplo algunos de los subproductos/residuos más habituales de las industrias del sector lácteo. No obstante, cada centro productivo debe identificar, clasificar y cuantificar aquellos que efectivamente se generen en sus instalaciones.

*Tabla 23. Subproductos/residuos más habituales en la industria láctea*

Denominación	Código LER <sup>(1)</sup> (* indica residuo peligroso)
Residuos orgánicos (producto no conforme, lactosuero, mazada, restos producción)	020501
Lodos depuradora	020502
Tubos fluorescentes	200121*
aceites usados	130204* o 130205* o 130206* o 130207* o 130208*
Trapos y papel absorbente usados	150202*
Baterías	200133*
Envases de productos peligrosos	150110*
Residuos de laboratorio	160506* o 180206
Disolventes	140602* o 140603* o 200113*
Envases de vidrio	150107
Papel y cartón	150101 o 200101
Madera y palets	150103 o 160216
Plástico	150102 o 200139
Metal	150104 o 200140

(1) sistema de codificación asociado a la Lista Europea de Residuos (LER) que figura en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.



## 6 TÉCNICAS EMERGENTES Y EN DESUSO

### 6.1 TÉCNICAS EMERGENTES

En este apartado se presentan las técnicas ambientalmente avanzadas pero que no alcanzan la viabilidad técnico-económica necesaria o no se encuentran totalmente desarrolladas en el sector.

#### 6.1.1. Reducción del consumo de energía mediante el tratamiento de aire en el almacenamiento de queso

**Operaciones implicadas:** Maduración del queso.

**Descripción:** Consiste en mantener el queso durante su maduración a una temperatura de 16°C a un 85% de humedad relativa, temperatura que es superior a la habitual, que es aproximadamente 12°C. El mantenimiento de una elevada humedad relativa permite por un lado reducir las pérdidas de agua adicionales debido al aumento de la temperatura, pero por otro favorece el desarrollo de microorganismos.

Para mantener un bajo nivel de desarrollo de microorganismos, el aire que pasa a las cámaras se ioniza. Los iones reaccionan con las partículas de polvo, microbios y virus manteniendo el aire limpio de estas fuentes de contaminación.

Según el BREF, esta técnica permite acortar el tiempo de maduración en un 50%, mejora la calidad del producto y reduce la cantidad de sustancias plásticas y bactericidas aplicadas en los quesos.

**Descripción de la mejora ambiental:** Supone un ahorro en el consumo energético debido a que se reduce el tiempo de permanencia en cámaras.

**Estado de desarrollo en la industria láctea:** Esta tecnología no se utiliza en España y es muy poco utilizada en otros países de la UE. No se dispone de suficiente información.

#### 6.1.2. Uso de soluciones de limpieza CIP de una sola fase

**Operaciones implicadas:** Limpieza de equipos e instalaciones.

**Descripción:** Consiste en la sustitución de los detergentes tradicionales utilizados secuencialmente en las limpiezas CIP (ácidos, básicos, desinfectantes) por detergentes de "un solo paso" consiguiendo los mismos resultados pero con menor consumo de agua y productos detergentes.

Para adaptarse a los requerimientos de limpieza de la industria se han desarrollado dos tipos de productos de un solo paso, los productos formulados en base ácida y en base alcalina:

- Los productos de carácter ácido se formulan con un ácido y una alta cantidad de tensioactivo para actuar contra los residuos de grasa y proteína. De esta forma en un solo paso se elimina la suciedad de carácter orgánico e inorgánico.

- Los productos de carácter alcalino, se formulan con una base y una alta concentración de humectantes y emulsiones (que facilitan la disagregación de residuos de grasa y proteína) y de agentes secuestrantes (que impiden la deposición de sales alcalinas presentes en la solución de limpieza y eliminan las incrustaciones producidas por el propio proceso).

**Descripción de la mejora ambiental:** Las ventajas ambientales pueden verse a simple vista ya que el programa de limpieza con un detergente de un solo pase necesita menos etapas de aclarado y de aplicación de producto.

Otra ventaja ambiental de estos sistemas es el menor contenido en elementos nutrientes que causan contaminación de las aguas como son el fósforo y el nitrógeno. Mientras que los detergentes tradicionales contienen un 10%-20% de fósforo, los detergentes ácidos de una sola fase contienen entre 0.1- 0.2 % y los alcalinos entre 0.2-0.3% de fósforo.

**Estado de desarrollo en la industria láctea:** A pesar de que se han realizado pruebas de esta técnica en el sector lácteo en España, los resultados obtenidos no han sido consistentes. Por otro lado, el coste de los productos de un solo pase son elevados en comparación con los que tradicionalmente se utilizan en la industria.

### 6.1.3. Utilización de agua ozonizada en la etapa de desinfección de los sistemas CIP

**Operaciones implicadas:** Limpieza de equipos e instalaciones.

**Descripción:** Como alternativa a la utilización de productos químicos en la etapa de desinfección de las limpiezas CIP se propone la utilización de agua ozonizada. El agua ozonizada es un poderoso oxidante que además de desinfectar, oxida la materia orgánica residual. Como el ozono es una molécula inestable que se transforma en poco tiempo en oxígeno, no es necesario realizar un enjuagado posterior para su eliminación. Además, esta agua ozonizada puede reutilizarse para el primer enjuague del siguiente ciclo de limpieza.

**Descripción de la mejora ambiental:** Reducción del consumo de agua al eliminar el aclarado final y menor volumen de aguas residuales. Eliminación de la toxicidad asociada a productos químicos.

**Estado de desarrollo en la industrial:** Es una tecnología que se está probando en otros sectores de la industria agroalimentaria con resultados positivos pero que aún está en fase de demostración en el sector lácteo.

## 6.2 TÉCNICAS EN DESUSO

### 6.2.1. Centrífugas para clarificación inicial de la leche de limpieza manual:

Hasta hace no muchos años se utilizaban centrífugas que se debían de limpiar de forma manual. Los lodos eran unos residuos semipastos que se retiraban manualmente. Actualmente las empresas disponen de centrífugas con deslodos automáticos.

### **6.2.2. Limpieza manual de equipos**

Los sistemas de conducciones y equipos (depósitos, pasterizadoras, filtros, llenadoras, etc.) actualmente se limpian sin tener que desmontar la instalación mediante sistemas Cleaning in Place (Sistemas CIP).

Con los sistemas CIP se obtienen mejores niveles de limpieza y desinfección al poder realizar esta operación más frecuentemente, al tiempo que mejora su control.

La posibilidad de automatizar el sistema y de recircular las diferentes soluciones redonda en una disminución del impacto ambiental de la operación.



## ANEJOS

### DEFINICIONES DE PRODUCTO

En España, la legislación alimentaria determina exactamente las características de estos productos.

A efectos del **Real Decreto 1679/1994**, de 22 de julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos (BOE 24/9/94), se entiende por:

**Leche cruda:** la leche producida por la secreción de la glándula mamaria de vacas, ovejas, cabras o búfalas, que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40 °C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente.

**Leche destinada a la elaboración de productos lácteos:** la leche cruda destinada a transformación, la leche líquida o congelada, obtenida a partir de leche cruda, que haya sufrido o no algún tratamiento físico autorizado (como, por ejemplo, un tratamiento térmico o una termización) y cuya composición haya sido modificada o no, siempre y cuando las modificaciones se limiten a la adición y/o a la sustracción de componentes naturales de la leche.

**Leche de consumo tratada térmicamente:** la leche de consumo destinada a la venta al consumidor final y a las colectividades, obtenida mediante tratamiento térmico y que se presente en las formas de leche pasterizada, leche pasterizada sometida a alta pasterización, leche esterilizada y leche UHT, o bien, la leche pasterizada para su venta a granel a petición del consumidor individual.

**Productos lácteos:** los productos a base de leche, es decir, los derivados exclusivamente de la leche, teniendo en cuenta que se puede añadir sustancias necesarias para su elaboración, siempre y cuando estas sustancias no se utilicen para sustituir total o parcialmente, alguno de los componentes de la leche y los productos compuestos de leche, en los que la leche o un producto lácteo es la parte esencial, ya sea por su cantidad o por el efecto que caracteriza a dichos productos y en los que ningún elemento sustituye ni tiende a sustituir a ningún componente de la leche.

Para leche pasterizada:

- **Orden de 3 de octubre de 1983** por la que se aprueba la **norma general de calidad para la leche pasterizada** destinada al mercado interior. (B.O.E. 05.10.83).
  - Orden de 11 de febrero de 1987 por la que se modifica la Orden anterior (B.O.E. 20.02.87).
  - Orden de 6 de septiembre de 1995 por la que se modifica la Orden de 3 de octubre de 1983 por la que se aprueba la norma general de calidad para la leche pasterizada destinada al mercado interior. (B.O.E. 12.09.95).

Para leche esterilizada:

- **Orden de 3 de octubre de 1983** por la que se aprueba la **norma general de calidad para la leche esterilizada** destinada al mercado interior. (B.O.E. 06.10.83).
  - Orden de 11 de febrero de 1987 por la que se modifica la Orden anterior. (B.O.E. 20.02.87).

Para leche UHT:

- **Orden de 7 de octubre de 1983** por la que se aprueba la **norma general de calidad para la leche UHT** destinada al mercado interior (B.O.E. 10.10.83).

- Orden de 11 de febrero de 1987 por la que se modifica la Orden anterior (B.O.E. 20.02.87).

Para leche en polvo:

- **Orden de 23 de noviembre de 1984** por la que se aprueba la **norma general de calidad para la leche en polvo** destinada al consumo en el mercado interior. (B.O.E. 26.11.84).

- Orden de 11 de febrero de 1987 por la que se modifica la Orden anterior (B.O.E. 20.02.87).

Según el **Real Decreto 179/2003**, de 14 de febrero, por el que se aprueba la Norma de Calidad para el yogur o yoghourt (BOE 18/02/03), se entiende por:

**Yogur** o «yoghourt» el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de «*Lactobacillus bulgaricus*» y «*Streptococcus thermophilus*» a partir de leche pasterizada, leche concentrada pasterizada, leche total o parcialmente desnatada pasterizada, leche concentrada pasterizada total o parcialmente desnatada, con o sin adición de nata pasterizada, leche en polvo entera, semidesnatada o desnatada, suero en polvo, proteínas de leche y/u otros productos procedentes del fraccionamiento de la leche.

Los microorganismos productores de la fermentación láctica deben ser viables y estar presentes en el producto terminado en cantidad mínima de 1 por  $10^7$  colonias por gramo o mililitro.

**Yogur pasteurizado después de la fermentación** o «yoghourt pasteurizado después de la fermentación» el producto obtenido a partir del «yogur» o «yoghourt» que, como consecuencia de la aplicación de un tratamiento por el calor posterior a la fermentación equivalente a una pasteurización, ha perdido la viabilidad de las bacterias lácticas específicas y cumple todos los requisitos establecidos para el yogur en esta norma, salvo las excepciones indicadas en ésta.

Respecto a la elaboración de quesos y quesos fundidos:

- **Orden de 29 de noviembre de 1985** por la que se aprueban las **normas de calidad para quesos y quesos fundidos** destinados al mercado interior. (B.O.E. 06.12.85).

- Orden de 8 de mayo de 1987 por la que se modifica la Orden anterior. (B.O.E. 12.05.87).

- Orden de 20 de mayo de 1994 por la que se modifica parcialmente la Orden de 29 de noviembre de 1985, por la que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos destinados al mercado interior. (B.O.E. 26.05.94).

Para la elaboración de nata y nata en polvo:

- **Orden de 12 de julio de 1983** por la que se aprueban las **normas generales de calidad para la nata y nata en polvo** con destino al mercado interior. (B.O.E. 20/7/83).

- Orden de 5 de octubre de 2001 por la que se modifica la Orden de 12 de julio de 1983 por la que se aprueban las normas generales de calidad para la nata y nata en polvo con destino al mercado interior (B.O.E. 12/10/01).

Para la elaboración de mantequilla:

- **Orden de 7 de enero de 1975** por la que se aprueban la **norma para la mantequilla** destinada al mercado nacional. (B.O.E. 5/03/75).

- Orden de 31 de octubre de 1977 por la que se modifica la norma de calidad para la mantequilla aprobada por Orden de 7 de enero de 1975 (B.O.E. 16/11/77).

Para la elaboración de helados:

**Reglamentación Técnico-Sanitaria** para la elaboración, circulación y comercio de Helados y Mezclas Envasadas para congelar publicado por el Ministerio de la Presidencia en el **B.O.E.**, número 101, del 28 abril del 1998.

## MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS EPER QUE AFECTAN A LAS AGUAS

Todos los parámetros de emisión al agua sometidos a control para la notificación por el sector lácteo, disponen de métodos comunes de toma de muestras recomendados por el Ministerio de Medio Ambiente a través del portal EPER-España ([www.eper-es.com](http://www.eper-es.com)), de los cuales se hace un resumen en la siguiente tabla.

*Tabla 24. Métodos recomendados de muestreo de aguas residuales  
(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras de N, P, COT y Cl<sup>-</sup></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método de muestreo</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
-	Las tomas de muestras serán convenientemente preservadas y analizadas conforme a las normas de los “Métodos Normalizados de Análisis de Aguas Potables y Residual” de la APHA-AWWA-WEF.	Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water	-
	Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.	UNE-EN 25667-1:1995	Utilizado por OCAs <sup>(2)</sup>
	Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo.	UNE-EN 25667-2:1995	Utilizado por OCAs
	Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de las muestras.	UNE-EN ISO 5667-3:1996	Utilizado por OCAs
	Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos que realizan las mediciones en continuo.	UNE 77077:2002	-
Aguas residuales	Métodos suficientemente contrastados por organismos oficiales y/o entidades nacionales o internacionales de reconocido prestigio, que alcancen los requisitos de límite de detección, exactitud y precisión.	-	-

(1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

(2) OCA: Organismo de Control Autorizado.

En las tablas siguientes se exponen las distintas metodologías de medición específicas recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente, que pueden utilizarse por el sector lácteo.

*Tabla 25. Métodos recomendados de medición del COT  
(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados de medición del Carbono Orgánico Total (COT)</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas para uso industrial y aguas residuales industriales	Determinación de la DQO por espectrofotometría UV-VIS (método del dicromato potásico).	UNE 77004:2002	Equivalente a las normas: ISO 6060:1989 NFT 90-101:2001 EPA 410.4 (1978).
Aguas residuales y lixiviados	Determinación de COT.	UNE-EN 1484:1998	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea <sup>(2)</sup>
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos > 2g/l. Método alternativo.	Standard Methods SM 5220 (20 <sup>a</sup> Ed.)	-
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos < 50 mg/l. Reflujo abierto.	SM 5220 B 4b(17 <sup>a</sup> Ed.)	-
	DQO por titulación volumétrica.	NFT 90-101:2001 DIN 38414-9:1986 SM 5220 C (17 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizada por laboratorios de inspección.
	DQO por espectrofotometría UV-VIS. Reflujo cerrado.	SM 5220 D (19 Ed.)	Utilizada por laboratorios de inspección.
	Determinación de COT y COD (carbono orgánico disuelto).	Método italiano estándar 5310 C	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea.
Aguas naturales, subterráneas y residuales	Determinación de COT y COD.	ISO 8245:1999	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea
	Determinación de COT por espectrofotometría IR.	EPA 415.1 (1974) SM 5310 B (17 <sup>a</sup> Ed.) SM 5310 B (20 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección Utilizado por OCAs.
	Determinación de COT mediante un detector de IR del CO <sub>2</sub> (obtenido por oxidación química del carbono orgánico). Método alternativo.	-	Utilizado por OCAs.
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos > 3g/l.	SM 508 D (16 Ed.)	-
	Determinación de COT por oxidación y espectrometría IR.	EPA 415.1 (1974 Rev.)	Utilizado por laboratorios de inspección.

(1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

(2) Traducción al español: “Documento de orientación para la realización del EPER”, disponible en el portal de EPER-España.

*Tabla 26. Métodos recomendados de medición de cloruros  
(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados de medición de Cloruros</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(2)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas débilmente contaminadas <sup>(1)</sup>	Medición por espectrometría de absorción molecular.	-	-
	Medición por titrimetría.	-	-
	Determinación por cromatografía iónica en fase líquida. Parte 1 y 4.	UNE-EN-ISO 10304-1 :1995 UNE-EN-ISO 10304-4 :1999	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
Aguas naturales y residuales industriales	Determinación por cromatografía iónica en fase líquida. Parte 2.	UNE-EN-ISO 10304-2 :1997	-
	Análisis por inyección en flujo/análisis en flujo continuo (FIA/CFA).	DIN 38405-1:1985	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Determinación por potenciometría.	SM 4500 D (20 <sup>a</sup> Ed.) CNR-IRSA 4070 UNE 77041:2002	Utilizada por OCAs. Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Titulación volumétrica (método argentométrico).	UNE 77041:2002 SM 4500-Cl <sup>-</sup> B (20 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.

(1) Métodos diseñados para analizar el agua potable, pero en determinadas condiciones pueden utilizarse con las aguas residuales.

(2) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

*Tabla 27. Métodos recomendados de medición del nitrógeno  
(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados de medición del Nitrógeno (en sus distintas formas químicas)</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas naturales, residuales y subterráneas	Determinación de nitrógeno, parte 1. Método por mineralización oxidante con peroxidisulfato.	UNE-EN-ISO 11905-1:1998	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Reducción/quimioluminiscencia.	EN V 12260: 2003	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Oxidación-reducción/quimioluminiscencia.	DIN 38409-27:1992	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Determinación de nitrógeno total por espectrofotometría UV/VIS (método del ácido cromotrópico).	Procedimiento interno basado en SM 4500-N <sub>org</sub> D	Utilizado por laboratorios de inspección.

	Determinación de nitrógeno amoniacal y Kjeldahl por titulación volumétrica.	SM 4500-NH <sub>3</sub> E (17 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500-N <sub>org</sub> B (17 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitrógeno total por espectrofotometría UV-VIS.	Perkin Elmer	Utilizado por OCAs.
Aguas potables, naturales y residuales	Determinación de nitritos por espectrofotometría de absorción molecular.	UNE-EN 26777:1994	Equivalente a ISO 6777:1984.
	Determinación de nitritos por espectrofotometría UV-VIS (método de diazotación).	EPA 354.1	Utilizado por laboratorios de inspección.
Aguas subterráneas, potables, superficiales y residuales	Determinación de nitrato y nitrito y la suma de ambos por análisis por inyección de flujo (CFA/FIA) con detección espectrométrica.	UNE-EN-ISO 13395:1997	-
Aguas residuales	Determinación de nitritos, y nitratos disueltos por cromatografía iónica en fase líquida, parte 2.	UNE-EN-ISO 10304-2:1997	-
Aguas naturales y residuales	Determinación de nitritos y nitratos por inyección de flujo (FIA)/espectrofotometría UV-VIS (método de diazotación).	EPA 353.2 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitratos por espectrofotometría UV-VIS (método de la reducción con cadmio).	SM 4500-NO <sub>3</sub> B y E (17 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500-NO <sub>3</sub> E (19 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitratos por potenciometría.	SM 4500-NO <sub>3</sub> D (19 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.
Aguas naturales, potables y residuales	Determinación de nitrógeno Kjeldahl por el método de mineralización con selenio.	UNE-EN 25663:1994	-
Aguas naturales y residuales Lixiviados	Determinación de nitrógeno Kjeldahl total por quimioluminiscencia.	ASTM D-5176 (1991)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitrógeno Kjeldahl. Mineralización, destilación por el método Kjeldahl y determinación del amonio por espectrometría de absorción molecular o titrimetría.	-	-
Aguas residuales litorales y continentales	Determinación de nitrógeno Kjeldahl por titulación volumétrica.	NF EN 25663:1994 DIN 38414:1984	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitrógeno Kjeldahl total por volumetría.	SM 4500 N <sub>org</sub> B (19 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500 NH <sub>3</sub> E (19 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de amoniaco por espectrofotometría de absorción molecular.	-	-
	Determinación de amoniaco por el método del electrodo selectivo.	-	-
	Determinación de amoniaco por el método titulométrico.	-	-

	Determinación de nitrógeno amoniacal por inyección en flujo (CFA/FIA) y detección espectrométrica.	UNE-EN-ISO 11732:1997 UNE-EN-ISO 11732/1M:1999	-
	Determinación de nitrógeno amoniacal por el procedimiento de destilación.	UNE 77028:2002	-
	Determinación de amonio por inyección de flujo (FIA)/espectrofotometría UV-VIS (método de indofenol).	EPA 350.1 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de amonio por electrometría (potenciometría).	EPA 350.3 (1974)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación de nitrógeno amoniacal por titulación volumétrica.	SM 4500-NH <sub>3</sub> B y E (18 <sup>a</sup> Ed.) DIN 38414:1984	Utilizado por laboratorios de inspección.

(1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España

*Tabla 28. Métodos recomendados de medición del fósforo total  
(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados de medición del P Total</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
-	Peroxidisulfato/inyección de flujo.	DIN 38405-30	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
Toda clase de aguas incluidas los efluentes y aguas del mar	Determinación por el método espectrométrico con molibdato amónico.	UNE-EN 1189:1997	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
Aguas residuales y lixiviados	Fósforo disuelto por espectrofotometría UV-VIS.	SM 4500-P D (17 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500-P C (19 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500-P B y E (20 <sup>a</sup> Ed.) NFT 90-023:1997 Aptdo. 5.1 DIN 38414:1984	Utilizados por laboratorios de inspección y OCAs
Aguas residuales	Determinación de ortofosfato disuelto por cromatografía iónica en fase líquida.	UNE-EN-ISO 10304-2:1997	-
	Fósforo total por espectrofotometría UV-VIS (método del ácido ascórbico).	SM 4500-P E (17 <sup>a</sup> Ed.) SM 4500-P B y E (20 <sup>a</sup> Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Fósforo total por espectrofotometría UV-VIS (método del ácido vanadomolibdofosfórico).	SM 4500-P A, B y C (17 <sup>a</sup> Ed.)	
Aguas naturales o residuales	Fosfatos por inyección de flujo / espectrofotometría UV-VIS (método del ácido ascórbico).	EPA 365, parte 1 y 4 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección.

(1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

## MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER ATMOSFÉRICOS

En las siguientes tablas se presentan las distintas alternativas metodológicas de muestreo y análisis recomendadas por el Ministerio de Medio Ambientes a través del portal EPER-España, aplicables a los dos parámetros atmosféricos solicitados al sector lácteo.

*Tabla 29. Métodos recomendados de muestreo y medición de CO<sub>2</sub>*  
*(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras de CO<sub>2</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método de muestreo</b>	<b>Norma de referencia<sup>1</sup></b>	<b>Observaciones</b>
-	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Fuentes fijas de emisión	Muestreo no isocinético.	DIN 33962:1997	Utilizado por OCAs.

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>1</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación in situ mediante células electroquímicas.	-	Utilizado por OCAs.

(1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

*Tabla 30. Métodos recomendados de muestreo y medición de NO<sub>x</sub>*  
*(Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)*

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras de NO<sub>x</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método</b>	<b>Norma de referencia<sup>1</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Emisiones de fuentes estacionarias	Determinación de las concentraciones básicas de óxidos de nitrógeno. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	UNE 77224:2000	Equivalente a ISO 10489:1996.
Fuentes fijas de emisión	Toma de muestra.	método EPA 7 (1986) método EPA 7 (1990)	Utilizada por laboratorios de inspección.
	Toma de muestra.	DIN 33962:1997	-
	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el grupo de trabajo 9 del Comité Técnico 264 del CEN estaba trabajando en aspectos referentes al aseguramiento de la calidad de los sistemas de medición automatizados.			

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>1</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación de las concentraciones másicas de óxidos de nitrógeno. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	UNE 77224:2000 (Equivalente a ISO 10489:1996)	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión.
	Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método fotométrico de la naftilendiamina (NEDA).	UNE 77228:2002 (Equivalente a ISO 11564:1998)	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) por espectrofotometría UV-VIS.	método EPA 7 (1990) método EPA 7 (1986)	Utilizado por laboratorios de inspección.
	Determinación in situ mediante células electroquímicas.	-	Utilizado por OCAs.

Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el grupo de trabajo 16 del Comité Técnico 264 del CEN estaba trabajando en el desarrollo de una nueva norma aplicable a los  $\text{NO}_x$ .

- (1) Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

## GLOSARIO

### Abreviaturas

AAI	Autorización ambiental integrada
AEFH	Asociación Española de Fabricantes de Helados
AFNOR	Association Française de Normalisation
ANSI	American National Standards Institute
APHA	American Public Health Association
AARR	Aguas residuales
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWWA	American Water Works Association
AyG	Aceites y grasas
BIA	Bajo índice de azufre
BOE	Boletín oficial del estado
BREF	BAT reference document
CAR/PL	Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia
CCAA	Comunidades Autónomas
CE	Conductividad eléctrica
(CE)	Comunidad Europea. Acrónimo que acompaña a todos los textos legislativos dictados en la Unión Europea (Directivas, Reglamentos y Decisiones)
CEN	Comité Europeo de Normalización
CFA	Continuous flow analysis
CFC	Clorofluorocarbonos
CIP	Cleaning in place
Cl <sup>-</sup>	Cloruros
CNR-IRSA	Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque
COT	Carbono orgánico total
CTM	Conditional test method
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DBO <sub>5</sub>	Demanda bioquímica de oxígeno medida después de 5 días de incubación
DIN	Deutsche Industrie Norm
DQO	Demanda química de oxígeno
EMAS	Eco-management and audit scheme
EN	Norma Europea
US EPA	United States Environmental Protection Agency
EPER	European Pollutant Emission Register
FENIL	Federación Nacional de Industrias Lácteas
FIA	Flow injection analysis
HCFC	Hidrofluorocarbonos
HFC	Hidrofluorocarbonos
HTST	High temperature, short time
IEC	International Electrotechnical Commission
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
IPTS	Institute for Prospective Technological Studies
IR	Infrarrojo
ISO	International Standard Organization

LER	Lista europea de residuos
MAPA	Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación
MIMAM	Ministerio de Medio Ambiente
MTD	Mejor técnica disponible
NKT	Nitrógeno Kjeldahl total
OCA	Organismo de control autorizado
RD	Real Decreto
SGMA	Sistema de gestión ambiental
SS	Sólidos en suspensión
TWG	Technical working groups
UHT	Ultra high temperature
UE	Unión Europea
UNE	Una norma española
UNEP	United Nations Environmental Programme
UV-VIS	Ultravioleta visible
VLE	Valor límite de emisión
WEF	Water Environment Federation

### **Elementos y compuestos químicos**

CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
EDTA	Ácido etilendiamintetraacético
LDPE	Polietileno de baja densidad
N	Nitrógeno
N <sub>2</sub>	Nitrógeno molecular
NEDA	Naftilendiamina
NH <sub>3</sub>	Amoniaco
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ión amonio
NO	Monóxido de nitrógeno
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno (NO+NO <sub>2</sub> )
NTA	Ácido nitrilotriacético
O <sub>2</sub>	Oxígeno molecular
P	Fósforo
PET	Polietilentereftalato
PVC	Policloruro de vinilo
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> +SO <sub>3</sub> )

### **Unidades de medida y símbolos**

°C	grado Celsius
cm	centímetro
g	gramo
h	hora
kg	kilogramo
kWh	kilowatio-hora (1 kWh=3.600 kJ) (1 kWh=859,84 kcal)
l	litro

m	metro
$m^3$	metro cúbico
mg	miligramo
MJ	Megajulio (1 MJ=0,278 kWh) (1 MJ=238,8 kcal)
MWh	megawatio-hora
$Nm^3$	metros cúbicos normales. "N" indica que la concentración de una determinada sustancia en el aire se ha expresado en condiciones "normales" de presión y temperatura. Estas condiciones son $T^a = 0^\circ C$ y $P = 1\text{atm}$ .
ppm	partes por millón
t	tonelada
$\mu m$	micrometro ( $1 \mu m = 10^{-6} \text{ m}$ )
$\mu S$	microsiemens
$\epsilon$	euro