

# INSTALACIONES Y MAQUINARIA EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

Europa  
invierte en las zonas rurales



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural



**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN  
Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA, ALIMENTARIA  
Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

# INSTALACIONES Y MAQUINARIA EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

Sevilla, 2020



**Junta de Andalucía**

Consejería de Agricultura, Ganadería,  
Pesca y Desarrollo Sostenible

INSTITUTO ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN  
Y FORMACIÓN AGRARIA, PESQUERA, ALIMENTARIA  
Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Instalaciones y Maquinaria en la Industria Láctea/ [López, A.L.; Pedregosa, A.]- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2020.  
63 p. Formato digital (e-book) - (Alimentación y Salud)

**Autores:**

Ángel Luis López Ruiz<sup>1</sup>  
Álvaro Pedregosa Cabrero<sup>1</sup>

**Edita y Publica:** Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible  
Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica

**Serie:** Ganadería. Formación

**Diseño y Maquetación:** M<sup>a</sup> del Carmen Yruela Morillo<sup>2</sup>



Este documento está bajo Licencia Creative Commons  
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada

<sup>1</sup> IFAPA Centro de Hinojosa del Duque. Junta de Andalucía

<sup>2</sup> Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía. Junta de Andalucía

# INSTALACIONES Y MAQUINARIA EN LA INDUSTRIA LÁCTEA

**E**l presente documento constituye el material didáctico del módulo “Instalaciones y Maquinaria en la Industria Láctea” del Proyecto Formativo de “Especialista en Quesería”.

En los diferentes apartados se pretende explicar los distintos conceptos relativos al diseño de la industria láctea, así como los equipos e instalaciones que constituyen la tecnología quesera en cada una de las etapas que darán lugar a la producción de queso, producto gastronómico tradicional.

El diseño e implantación de una industria láctea requiere tener en cuenta ciertos factores que van a condicionar la proyección de la misma. Antes de realizar cualquier inversión, es necesario conocer el marco normativo, donde se establecerán una serie de requisitos que van a afectar a la construcción y distribución de la planta, con el objetivo de evitar demoras en el inicio de la actividad y pérdidas económicas. Además, se debe optimizar el diseño en planta para la funcionalidad de la industria alimentaria.

Sin embargo, el diseño de una planta agroindustrial presenta una gran complejidad, debido al carácter biológico y perecedero, tanto de las materias primas, como del producto definitivo. Es por ello, que la tipología de elaboración a desarrollar va a condicionar el diseño y proyección de la planta, adquiriendo un papel fundamental, puesto que se deben combinar los principios básicos del diseño, distribución eficiente de las instalaciones y flujos de materias y personas, y por último, llevar a cabo una implantación optimizada del proceso de producción.

El diseño y proyección de una planta de elaboración de queso, conjugando todos estos aspectos, es la base para alcanzar la eficiencia productiva de la empresa.



## 4.1 DISEÑO DE INDUSTRIAS

Las industrias lácteas, tienen como finalidad la conversión de materias primas perecederas (leche) en productos alimenticios más o menos estables, denominados productos lácteos, mediante el uso de métodos seguros para sus procesos de transformación y conservación y manteniendo unas condiciones higiénico sanitarias adecuadas.

El objetivo de esta actividad industrial es conseguir la máxima rentabilidad global, lo cual se consigue con la optimización del diseño y del manejo de la planta de proceso. De este modo, una industria láctea está formada por:

- ▶ **Sistema de Procesado.** Conjunto de equipos que realizan todas las operaciones básicas necesarias para conseguir la transformación de los productos lácteos. Determinarán, fundamentalmente, la calidad del producto final, la mayor parte de la inversión de la planta de proceso y el consumo y dimensión de los Sistemas Auxiliares. Son por lo tanto la parte fundamental del diseño de la planta y el primer punto que se debe estudiar.
- ▶ **Sistemas auxiliares.** Aquellos que sirven al Sistema de Procesado y hacen posible que este funcione adecuadamente, como el suministro de energía eléctrica, de aire comprimido, de vapor o agua caliente, etc. Los sistemas auxiliares a su vez contarán con dispositivos de control. Es evidente, por tanto, que su correcto diseño es crítico para el éxito del Sistema de Procesado.
- ▶ **Edificaciones.** Alojamientos de los Sistemas de Procesado y de los Sistemas Auxiliares, proporcionando unas adecuadas condiciones de trabajo, confort y de seguridad e higiene, principalmente.

En la planificación de la actividad industrial se deben tener en cuenta una serie de factores, como son:

- ▶ **Definición del producto final.** Al inicio de toda actividad industrial, se debe describir el producto a elaborar con la mayor exactitud posible, ya que sus características y requerimientos definirán posteriormente el proceso de elaboración.
- ▶ **Diseño de instalaciones y equipos.** También se debe seleccionar y especificar el proceso de elaboración del producto final, para proceder a la posterior elección de las distintas tipologías de maquinaria que vamos a instalar, así como al dimensionamiento de las mismas.
- ▶ **Localización o ubicación.** La elección del emplazamiento que va a ocupar la industria es de gran importancia, por lo que se deben tener en cuenta distintos factores como la proximidad a puntos de abastecimiento de materias primas, y/o de los puntos de venta o mercado de los consumidores, etc.

Para la selección del terreno, existen dos alternativas:

- Suelo urbano de tipo industrial ya existente.
- Recalificación del terreno mediante la normativa urbanística correspondiente.

► **Diseño del proyecto** de industria láctea. Una vez seleccionado el emplazamiento, el proyecto tiene las siguientes etapas:

- Diseño y distribución de áreas. Ordenación de equipos, maquinaria e instalaciones de proceso y medios auxiliares.
- Diseño de los flujos de materias primas, mano de obra, productos y residuos.
- Proyecto de obra civil e instalaciones (agua, electricidad, alumbrado, climatización, etc.).
- Construcción e instalaciones. En esta última etapa se realiza la ejecución de las edificaciones e instalaciones proyectadas.

Además de llevar a cabo el diseño y proyección de la industria láctea, se deben evitar distintos aspectos que van a facilitar el desarrollo del proyecto: medio ambiente contaminado y actividades industriales amenazantes, zonas inundables sin protección y zonas donde no se pueden retirar desechos sólidos y líquidos, entre otros.



Figura 1. Fase de ejecución de obra civil e instalaciones

El diseño y dimensionamiento de construcciones e instalaciones principales y secundarias que constituyen el proceso de transformación de la leche, han de garantizar:

- Un uso racional del espacio que evite cruces innecesarios, especialmente entre las materias primas y los productos elaborados o los materiales de desecho, para evitar posibles contaminaciones cruzadas.
- La prevención de contaminaciones en relación con residuos, gases de combustión, suciedad o presencia de plagas. Para ello, el entorno de la industria debe estar libre de elementos que puedan atraer o contaminar los productos.
- Unas correctas condiciones ambientales (temperatura, humedad e higiene).
- Una adecuada limpieza y desinfección de las instalaciones.

El diseño y la construcción de la quesería deben ser personalizados y adaptados a las necesidades reales de la misma. Así pues, la superficie de la zona de elaboración debe ser suficiente, teniendo en cuenta la capacidad productiva, la geometría de la maquinaria necesaria (cuba y plataforma, prensa, saladero, etc.), los trabajos requeridos en cada zona en las distintas fases de elaboración, los desplazamientos necesarios y las operaciones correctas de higiene alimentaria. Además, se deben prever las posibles ampliaciones para que estas sigan garantizando, con las mínimas modificaciones posibles en cuanto a obra civil e instalaciones, el correcto flujo del producto.

Una quesería bien diseñada debe ser funcional y contar con un mantenimiento fácil. Es un lugar de trabajo diario donde es preciso trabajar con confort y eficacia, lo cual va a permitir elaborar un producto de calidad, respetando las prácticas artesanales.

## 4.2 TIPO DE ORGANIZACIÓN

Una vez realizado el estudio de los flujos del proceso, es posible relacionar las áreas entre sí y dimensionarlas. Esta distribución permitirá, teniendo en cuenta los condicionantes estructurales y geométricos, determinar el tipo de organización de la industria láctea.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de organización:

- a) **Fábrica lineal:** en esta concepción, la incorporación de materias primas se lleva a cabo por un extremo, mientras que la salida de producto terminado se realiza por el lado opuesto. Es muy simple, siendo la que mejor respeta la marcha hacia delante. No es habitual, pero a veces se utiliza en los casos de actividad monoproducción, como es el caso de las queserías. Tiene acceso sobre dos caras del terreno y suele ir acompañada de excesivos pasillos. Presenta posibilidad de realizar ampliaciones sobre los cuatro frontales.
- b) **Fábrica en “L”:** la unidad es más uniforme que la anterior, pero puede conllevar recorridos largos. Respeta la marcha hacia delante. Tiene acceso sobre dos caras del terreno. Puede disponer de fachadas de ampliación suplementaria. Hay buena separación de las áreas de producción y de las de almacenamiento de producto terminado.
- c) **Fábrica en “U”:** tiene una única fachada de recepción y expedición, por lo tanto, un mínimo de pasillos. Es la solución más compacta, pues presenta las distancias más cortas de desplazamiento. Sin embargo, presenta un diseño complejo. Este diseño reduce los circuitos y por lo tanto los riesgos de deterioro de los productos. Además, por efecto de proximidad, los costes de funcionamiento y de inversión son menores que en las anteriores.
- d) **Fábrica gravitacional:** diseño utilizado en plantas muy automatizadas, limitado normalmente por las dimensiones del terreno, sin embargo, es interesante cuando el coste del suelo a edificar es elevado. Como desventaja de este modelo, destacar que normalmente no hay posibilidad de ampliación. El coste de realización y explotación de la instalación es más elevado (salvo el terreno) que una industria a nivel del suelo. Suele haber mayor complejidad a la hora de organizar los flujos de materiales, por lo que se deben instalar ascensores, montacargas o similares.

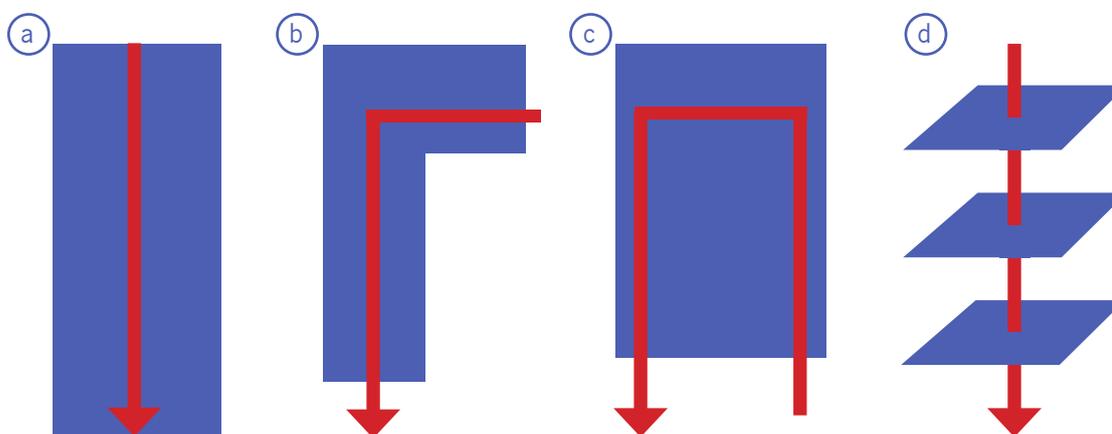


Figura 2. Esquemas de organización: a) Lineal; b) En “L”; c) En “U”; d) Gravitacional

## 4.3 INFRAESTRUCTURAS

### 4.3.1 Suelos

Las superficies de los suelos serán construidas sin grietas, perforaciones o roturas, se conservarán en buen estado, y se recomienda que sean antideslizantes para la seguridad del personal. El material de construcción será impermeable, no absorbente, fácil de limpiar y desinfectar y no tóxico. Además, los suelos tendrán inclinación suficiente (pendiente 1 - 2 %) hacia el sumidero, que debe ser de material no corrosivo y sifonado, para evitar retenciones de agua u otros líquidos. Al menos para cada 35 m<sup>2</sup> de superficie, debe existir un desagüe de 80 cm<sup>2</sup> de superficie.

Las uniones de paredes al suelo deben ser redondeadas (radio mínimo de 2,5 cm) para facilitar la limpieza de las mismas. Para suelos, se recomienda la instalación de losetas antiácido y antideslizantes, o bien, resinas epoxi, ya que ambas son inocuas y duraderas, presentando resistencia al carácter corrosivo y garantizando la seguridad al personal por la capacidad antideslizante de las mismas.



Figura 3. Suelo de baldosa antiácido y antideslizante



Figura 4. Suelo construido con resina epoxi

### 4.3.2 Paredes y techos

Las superficies de las paredes y techos estarán constituidas sin grietas, perforaciones o roturas y se conservarán en buen estado. Además serán lisos, de material impermeable, y de fácil limpieza y desinfección. Se recomienda la instalación de protecciones de acero inoxidable en las paredes con el objetivo de resguardar a las mismas de golpes o roces provocados por el uso de carretillas, mesas, etc.

Uno de los materiales más utilizados para los locales de fabricación y también en las cámaras frigoríficas son los paneles sándwich, aislantes de poliuretano recubiertos por acero, siendo necesario garantizar una buena estanqueidad de las uniones de estos.

En caso de existir columnas, deben ser siempre redondeadas, lisas y fácilmente accesibles a la limpieza. Deberán estar cubiertas por el mismo material que las paredes.

Los techos serán contruidos de forma que impidan la acumulación de suciedad, la condensación y la formación de moho, por lo que se recomienda la utilización de extractores, así como evitar la instalación interior de tuberías. El objetivo que se persigue es eludir la posible contaminación bacteriana de los productos intermedios, debido al goteo procedente de superficies sucias (paredes y techos).



Figura 5. Distribución de paneles sándwich de cámaras frigoríficas

### 4.3.3 Ventanas y puertas

Las ventanas estarán contruidas de forma que se impida la acumulación de suciedad. Las que comuniquen con el exterior deberán estar provistas de pantallas o mallas metálicas contra insectos y plagas, las cuales deben poderse desmontar fácilmente para su limpieza.

Las puertas serán lisas y no absorbentes, de fácil limpieza y desinfección. Las puertas de salida al exterior deben abrirse hacia afuera y estar dotadas de cierre automático. Las puertas que separen distintas zonas dentro de la industria deben ser herméticas.

En general, todos los materiales de construcción utilizados en paredes, suelos y techos deberán ser fáciles de limpiar y desinfectar, además de lisos, lavables, resistentes a la corrosión y no tóxicos. Es necesario conocer perfectamente las características de los materiales disponibles, con el fin de elegir aquel que resista no solo a los alimentos tratados, sino también a los productos de limpieza y desinfección. Debe cumplirse además lo exigido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).



Figura 6. Puerta batiente: polietileno con protecciones de acero inoxidable

## 4.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En la industria alimentaria se emplean gran diversidad de elementos con distintas características de resistencia, conductividad térmica, peso específico, etc. En industrias lácteas los **materiales más utilizados**, tanto en la construcción de equipos como en instalaciones, son el acero inoxidable, el aluminio, el cobre alimentario y materiales poliméricos.

Es importante destacar que hay algunos materiales que **no se deben utilizar** porque pueden presentar problemas relacionados con la higiene y seguridad alimentaria, como:

- Acero galvanizado, salvo en conducciones de agua fría (con pH 7).
- Plomo en soldaduras.

La madera se ha de evitar como material de construcción en contacto con los alimentos (exceptuando aquel uso en el que la elaboración tradicional lo justifique sin perjuicio del mantenimiento de la calidad higiénico-sanitaria del producto).



Figura 7. Uso de madera en la DOP "Queso de la Serena"

### 4.4.1 Acero inoxidable

El uso generalizado de este material en la industria agroalimentaria, se debe a su resistencia a la corrosión y a la facilidad con que se puede limpiar y desinfectar. En general, los aceros inoxidables más empleados son el AISI 304 y el 316 debido a sus características tecnológicas y coste.



Figura 8. El acero inoxidable es el material más usual en los equipos de industrias lácteas

El acero inoxidable AISI 316, presenta mayor resistencia a la corrosión cavernosa y por picaduras que el 304, especialmente en entornos que contienen cloruros, ya que incluye Molibdeno (Mo) en su composición química. Sin embargo, presenta un coste superior al AISI 304.

En las instalaciones que trabajen con salmueras, tanto con cloruro sódico como con cloruro cálcico, se recomienda el uso de AISI 316, que además presenta buena resistencia a las bajas temperaturas. Se debe evitar que los cordones de las soldaduras se pulan con abrasivos que contengan hierro, ya que la contaminación superficial provocará la aparición de manchas de herrumbre. Para ello, existe otra modalidad de acero inoxidable, AISI 316L, el cual presenta menor contenido de carbono en su aleación, lo que le confiere mayor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas.



Figura 9. Corrosión en valvulería por uso de material inadecuado

#### 4.4.2 Aluminio

Se puede utilizar este material solo o en forma de aleaciones para la construcción de depósitos, calderas, barquetas, etc.

Entre las ventajas del aluminio y sus aleaciones se puede citar:

- Buena resistencia a la corrosión atmosférica.
- Conductividad térmica elevada.
- No es frágil a temperatura baja.

Las aleaciones de aluminio presentan características mecánicas mejores que el aluminio, sobre todo a altas temperaturas, algunas resisten a la corrosión en mayor medida y su campo de aplicación se amplía a equipos a presión, estructuras soldadas, etc.

#### 4.4.3 Cobre alimentario

El cobre es tóxico y su uso está prohibido salvo excepciones puntuales. Solo está permitido el cobre llamado alimentario (aleación) utilizado en los circuitos de distribución de agua caliente y fría, combustibles líquidos, etc. Presenta ventajas por su conductividad térmica elevada y buena resistencia a la corrosión (atmosférica, agua potable y marina), sin embargo, tiene un coste elevado con relación al precio de los metales usuales y su toxicidad.

#### 4.4.4. Materiales poliméricos

Los materiales empleados serán inocuos y no deberán transmitir a los alimentos propiedades nocivas ni cambiar sus características organolépticas.

## 4.5 DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS

La distribución en planta consiste en la organización óptima de las distintas actividades industriales, incluyendo personal, equipos, instalaciones, almacenes, etc. Este ordenamiento se centra en la distribución de las áreas de trabajo de forma que se optimice, tanto económica como productivamente, el proceso de elaboración del queso y otros derivados lácteos. Además es la vía más segura y satisfactoria para el personal y para el entorno de la planta industrial. Una industria láctea debe estar equipada con el fin de asegurar el control de los diferentes parámetros que influyen en cada fase de la elaboración, disponiendo salas adaptadas y bien equipadas, que respeten las reglas de higiene, con el objetivo de disminuir los riesgos de contaminación y los accidentes durante la fabricación.

Además, el diseño de la quesería debe ser funcional, facilitar el mantenimiento y prever que las ampliaciones no produzcan cruce de líneas. No obstante, a continuación, se indicarán una serie de recomendaciones generales a tener en cuenta durante el diseño y organización de las distintas salas que constituirán la planta final.

- ▶ **Sala de recepción.** Su ubicación dentro de la planta debe garantizar un acceso y descarga adecuada, disponiendo de espacio suficiente para uno o varios tanques y/o silos de almacenamiento por cada tipo de leche: cabra, oveja o vaca. Alrededor de cada tanque o silo de almacenamiento debe haber un espacio en torno a 0.50 metros, para facilitar la limpieza de dichas zonas. Si la explotación que abastece de leche a la industria se encuentra anexa, se recomienda construir la sala de ordeño próxima a la sala de recepción (o viceversa) y almacenar la leche directamente en los tanques o silos de almacenamiento, para evitar posibles variaciones térmicas y transportes innecesarios de la misma.



Figura 10. Sala de recepción con dos tanques autorefrigerantes y depósito de suero

- ▶ **Laboratorio.** No existe una superficie mínima y obligatoria para la construcción del laboratorio, pero sí debe encontrarse cerca de la zona de recepción, para facilitar la realización de las correspondientes determinaciones analíticas a la leche y/o al queso. Debe tener espacio suficiente para que los empleados puedan trabajar de manera cómoda y segura, así como contener todos aquellos útiles e instrumentos que sean necesarios para la ejecución de los análisis rutinarios.



Figura 11. Laboratorio de industria quesera

- ▶ **Vestuarios y aseos.** Deben encontrarse en la entrada a la industria láctea, para permitir a los trabajadores disponer de indumentaria e higiene adecuadas antes de acceder a las instalaciones de la misma.
- ▶ **Sala de elaboración.** Debe tener espacio suficiente para que el personal pueda trabajar de manera cómoda y segura, así como para poder instalar todos los equipos necesarios (pasteurizador, plataforma, cuba de cuajado, carro desuerador, mesa de trabajo, prensa, zona de lavado, etc.) para el desarrollo de la elaboración del producto en cuestión. Se recomienda instalar extractores de aire en el techo de esta sala para evitar los acúmulos de humedad, así como el posible goteo sobre el producto intermedio que puede provocar la contaminación del mismo.

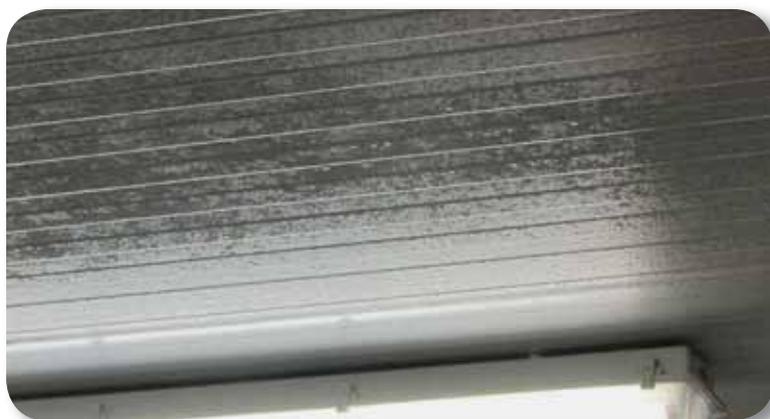


Figura 12. La instalación de extractores es necesaria para evitar condensaciones

- ▶ **Cámaras.** Se recomienda situarlas con orientación norte, para que la influencia térmica externa sea menor. Se pueden encontrar distintas tipologías de cámaras, como pueden ser: oreo, saladero, maduración, mantenimiento y conservación, en función del tipo de queso que se esté elaborando. Cada una de ellas dispondrá de condiciones y parámetros distintos (temperatura, humedad y velocidad de aire), en función del tipo de producto lácteo o estado de madurez del mismo.

Si el volteo de quesos en la cámara de maduración es manual, se recomienda que la altura de estas no sea superior a 3 metros, para facilitar la manipulación de las cajas y/o estanterías.

La organización de las cámaras frigoríficas debe garantizar la trazabilidad, la circulación de aire y el espacio para el volteo y paso de los operarios y operarias. Las uniones pared - suelo deben ser curvas, para posibilitar una limpieza y desinfección óptima de las instalaciones y facilitar la circulación de aire dentro de la cámara.

Además, se debe prever un adecuado sistema de evacuación de aguas originadas, por un lado, por la limpieza y/o desinfección de las cámaras, evitando la aparición de malos olores mediante la instalación de un sifón, e incluso de forma complementaria, se recomienda el uso de sumideros estancos (solo se abren cuando van a ser utilizados). Por otro lado, se debe tener en cuenta la conexión con la canalización del agua generada por el equipo frigorífico.

- ▶ **Sala de expedición.** Debe encontrarse anexa a las cámaras frigoríficas donde el producto está listo para salir al mercado (fresco o madurado). No tiene por qué existir una zona específica destinada para tal fin, aunque debe tener espacio suficiente para que los empleados puedan trabajar de manera cómoda y segura.

La sala de expedición deberá estar dotada de todos aquellos útiles e instrumentos necesarios para el envasado y empaquetado de los distintos productos. Los equipos que se pueden encontrar en este espacio son: cepilladora, cortadora de cuñas, envasadora a vacío, retractiladora y termoselladora, principalmente.



Figura 13. Sala de expedición

- ▶ **Almacén de materias primas auxiliares.** Debe encontrarse cerca de la sala de elaboración, para facilitar el transporte de las mismas. Debe tener unas condiciones ambientales, de temperatura y humedad principalmente, óptimas para el almacenamiento de la materia prima correspondiente.
- ▶ **Equipos auxiliares:**
  - **Área de caldera.** Debe tener acceso externo a la planta. Se recomienda que se ubique próximo a la sala de elaboración, por un lado, para reducir al mínimo las conducciones y evitar pérdidas energéticas, y por otro lado, para mejorar el rendimiento de los equipos dependientes de la caldera, principalmente el pasteurizador y la cuba de cuajado.
  - **Otros equipos auxiliares.** Se recomienda que los distintos equipos auxiliares (la balsa de agua helada, la instalación de aire comprimido, los compresores de equipos frigoríficos...,) se ubiquen próximos a la sala de elaboración, almacenamiento de leche o el espacio donde se requiera su función, para mejorar así el rendimiento de los mismos.



Figura 14. Centralización de instalaciones auxiliares

Otro aspecto a tener en cuenta es el aislamiento térmico del obrador, así como la instalación de un equipo de climatización para:

- Tener unas condiciones óptimas de temperatura que permitan que los trabajadores y trabajadoras realicen sus funciones de manera correcta.
- Establecer unos niveles térmicos más o menos constantes durante todo el año, de forma que la temperatura no genere una gran variabilidad sobre el proceso de elaboración del queso.

Uno de los principales equipos en la elaboración de queso es la cuba de cuajado, la cual puede ir colocada sobre una plataforma elevadora, en función de las necesidades espaciales de la quesería. Sin embargo, para la instalación de dicha plataforma se requiere una altura mínima de 3 metros, así como suficiente espacio en la misma para que al colocar la cuba de cuajado, quede bastante espacio para que el personal pueda llevar a cabo sus funciones correctamente y la limpieza y desinfección de las zonas circundantes se pueda realizar sin dificultad alguna.

Se recomienda que las zonas de elaboración, donde se desarrollan la mayoría de las operaciones de la industria, dispongan de luz natural, pues ofrece ahorro energético y bienestar a las personas.



Figura 15. Obrador con luz natural

Además de tener en cuenta estas consideraciones previas, también se ha de considerar la Ley 15/2005, de 22 de diciembre, de Artesanía de Andalucía, y la Orden de 29 de mayo de 2013, por la que se aprueban las condiciones técnicas para la elaboración del queso artesano en Andalucía.

Esta orden establece que las queserías de granjas ubicadas en la explotación ganadera, no pueden exceder los 100 m<sup>2</sup>, de superficie total de las instalaciones, comprendiendo las zonas de recepción, elaboración, almacenamiento y venta. En cuanto a la superficie destinada a venta de productos, no excederá el 15 % de la superficie total de las instalaciones. En las queserías artesanas no limitan la superficie, sino el volumen de transformación anual.

## 4.6 REQUISITOS DE HIGIENE INDUSTRIAL

Para el correcto desarrollo de la actividad en una industria láctea, se deben realizar distintas acciones que garanticen unas condiciones correctas de higiene en la elaboración.

- Todas las zonas de las industrias estarán protegidas con medidas estructurales y barreras físicas de prevención y protección frente al exterior, para evitar contaminaciones en caso de condiciones ambientales adversas o plagas.
- En el interior de la industria se evitarán las corrientes de aire desde zonas sucias a zonas limpias.
- Existirá separación física entre las zonas interiores de acceso, mediante puertas, lamas, o similar.
- Cada zona o sala, en su caso, estará preparada para mantener las temperaturas adecuadas según la naturaleza del producto.
- Todas las zonas de las industrias deberán poder conservarse limpias y en buen estado de mantenimiento.
- En las zonas que haya manipulación de producto será preciso contar con lavamanos de accionamiento no manual. Estos estarán provistos de agua corriente caliente y fría, así como material de limpieza y secado higiénico.
- Todas las zonas de la industria dispondrán de luz suficiente, preferiblemente natural.
- Se deben poner los medios necesarios para evitar que se produzcan contaminaciones en el producto, en caso de rotura de los sistemas de iluminación.
- Las superficies en contacto con el alimento deben ser no porosas, lisas y pulidas, de forma que se evite el depósito y acumulación de partículas.



Figura 16. Lavamanos situado en área de expedición

## 4.7 TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE LA LECHE

Normalmente la leche se transporta hasta la industria en camiones cisterna, tanques acoplados al vehículo o en cántaras. Las cisternas y tanques suelen ser de acero inoxidable, aunque también son usuales depósitos de pequeña dimensión contruidos con materiales poliméricos de uso alimentario.

La primera etapa en la industria quesera incluye la descarga de la materia prima, según los criterios establecidos en la normativa sobre la trazabilidad y control lácteo (Letra Q). Si durante la etapa de recepción, se detecta leche que no cumpla los requisitos de calidad exigidos por la legislación, deberá rechazarse.



Figura 17. Cisterna de transporte de leche

## 4.8 BOMBA DE TRASVASE

Estos equipos se utilizan normalmente para trasegar la leche desde el camión al depósito, para llevar la leche a la cuba, etc. Uno de los principales problemas que presenta el trasvase de la leche desde el camión, es la incorporación de aire, que influye de manera negativa en el control del volumen y en la calidad de la materia prima. Es por ello, que el vaciado del depósito del camión y el llenado del depósito de almacén o de refrigeración, se deben hacer por la parte inferior y mediante el uso de una bomba positiva, para extraer todo el volumen y evitar la formación de espuma.



Figura 18. Bomba de trasvase

## 4.9 MEDICIÓN DE VOLUMEN

La instalación de este tipo de equipo, denominado caudalímetro, permite controlar el volumen de leche que se está incorporando a los depósitos o silos, facilitando la distribución en distintos tanques, aportando cierta flexibilidad al proceso. El control del caudal de entrada evita un sobrellenado del depósito, favoreciendo una entrada suave que no afecte negativamente a la calidad de la leche.

## 4.10 DESAIREACIÓN

Durante el ordeño, transporte de la leche y al realizar el trasvase de la leche desde el camión al tanque de almacenamiento, entre otras operaciones, se produce una transferencia de aire que puede dar lugar a inexactitud en la medida de volumen de la leche y a un posible deterioro de dicha matriz láctea. Este fenómeno es perjudicial ya que puede originar una oxidación lipídica (sabores anómalos), dar lugar a errores de medida volumétricos y producir anomalías en los sistemas de pasteurización.

Es por ello que se recomienda la instalación de un desaireador o purgador de gases, o incluso un caudalímetro - desaireador que realiza las funciones simultáneamente, eliminando el aire ocluido en la leche a la vez que realiza una medida del volumen que está circulando.

## 4.11 ALMACENAMIENTO DE LA LECHE

Una vez se recibe la leche en la quesería, se debe almacenar en condiciones de refrigeración (entre 2 - 4 °C), para evitar el crecimiento bacteriano y el deterioro de la leche.

Para disminuir la temperatura de la leche, se suelen utilizar tanques autorefrigerantes, los cuales disponen de un sistema propio de enfriamiento. En otras instalaciones dicho enfriamiento se realiza a través de un intercambiador de calor, haciendo uso de agua helada o cualquier otro elemento apto para este uso.

Una vez se baja la temperatura de la leche, se almacena en silos isotermos, los cuales disponen de una estructura aislante que permite mantenerla a temperatura de refrigeración durante un periodo prolongado de tiempo.

La instalación de distintos depósitos nos permite recepcionar la leche independientemente, dotando de cierta flexibilidad al proceso, tanto para la coordinación técnica del personal, como para supuestos casos de averías en instalaciones o equipos que se encuentren en etapas posteriores. A continuación, se exponen los distintos sistemas de almacenamiento de la leche, que se pueden clasificar en: depósitos autorefrigerantes y silos.

#### 4.11.1 Depósitos autorefrigerantes

Este tipo de depósito incluye un equipo frigorífico independiente, que puede situarse junto al tanque o en una zona distinta y habilitada para tal uso. Dentro de esta tipología de depósito podemos encontrar distintas variantes:

- **Depósitos abiertos.** Presentan un diseño cilíndrico o también de media caña, con una abertura en la cara superior. Están contruidos en acero inoxidable, con una estructura aislante de poliuretano. Disponen de una entrada superior de leche y salida por la parte inferior. Para la homogeneización de la leche disponen de un agitador, así como un sensor o sonda de temperatura para el control de la misma y una varilla a través de la cual se mide el volumen del depósito.
- **Tanques cerrados.** Este modelo únicamente dispone de una boca de hombre para la inspección del mismo y suele presentar un diseño horizontal. Son de mayor volumen que los tanques abiertos e incluyen equipo de limpieza interno.



Figura 19. Depósitos autorefrigerantes cerrados

#### 4.11.2 Depósitos isotermos

Son depósitos con un alto grado de aislamiento o isotermos y no incluyen equipo frigorífico complementario, por lo que su función únicamente es mantener la temperatura. Es por ello, que debe ir unido a un intercambiador de calor que disminuya la temperatura de la leche hasta refrigeración. Estos equipos disponen de una entrada de leche, agitador, boca de hombre y válvula de salida.

Los distintos depósitos de almacenamiento deben diseñarse para disponer de volumen suficiente que permita llevar a cabo la producción de diseño máxima en nuestra industria. La parte inferior de los depósitos presenta una inclinación suficiente (5 - 6 %) hacia la tubería de salida de la leche, con el objetivo de facilitar la evacuación de la misma, así como la limpieza del equipo.

También deben disponer de un sistema de agitación interno, a fin de que el contenido en grasa se mantenga uniforme en todo su volumen. La agitación debe ser suave, ya que una agitación excesiva puede incorporar aire a la leche y romper los glóbulos grasos, y una agitación insuficiente, puede dar lugar a zonas del depósito con menor contenido graso, lo cual se traduce en una heterogeneidad en la producción de quesos. Se recomienda el uso de dos agitadores para silos de gran tamaño, de forma que se garantice un mezclado uniforme de la leche. El depósito también debe incluir un sensor de temperatura y un sensor volumétrico, que permita conocer la cantidad de leche almacenada en nuestro equipo.



Figura 20. Depósito isoterma

## 4.12 TRATAMIENTOS PREVIOS

### 4.12.1 Filtración

Esta etapa se lleva a cabo habitualmente en la propia ganadería. No obstante, es necesario realizar un nuevo filtrado antes de su almacenamiento para evitar posibles partículas groseras (pelos, tierra, etc.) adquiridas durante el transporte. De este modo, se evita que dichas partículas puedan favorecer el crecimiento microbiano, acelerando la degradación de la leche.

Los equipos de tratamiento térmico, como intercambiadores de placas o pasteurizadores, se instalan generalmente junto con un sistema de membranas o tamices que retiran los restos sólidos de menor tamaño que puedan quedar en la leche, evitando además que se pueda obturar el circuito y causar una avería.

Para evitar la interrupción del proceso productivo, se instalan varios tamices en paralelo, para que, cuando uno se detenga para su limpieza, la leche se recircule por el tamiz siguiente. En algunos casos, se puede encontrar filtros autolimpiables, que retiran de forma automática las sustancias retenidas, por lo que no es necesario desmontarlos.

### 4.13.2 Separadoras-centrífugas de la leche

En las industrias de mayores dimensiones, se puede instalar también una centrifuga higienizadora, posterior al tamiz o sistema de membranas. El objetivo de este equipo es retirar impurezas o partículas contaminantes de menor tamaño, que no pueden ser retenidas en el sistema de membranas convencional, ya que presentan un tamaño inferior al tamaño de poro del equipo de filtración.



Figura 21. Higienizadora de leche

La leche entra a la centrifuga por la parte inferior, distribuyéndose al sistema de discos que incorpora el equipo para aumentar el rendimiento. Las impurezas de mayor tamaño, al ser más pesadas se localizarán en la periferia debido a la fuerza centrífuga del equipo, siendo retiradas periódicamente de forma automática, sin necesidad de detener el proceso. La fracción grasa (nata), al ser menos pesada se dispondrá en el centro siendo descargada por la parte superior y la leche es recogida por una válvula que se localiza en la zona media.

Este procedimiento, permite la separación de contaminantes, pero no de bacterias. Se produce una separación de los agregados bacterianos, permitiendo el crecimiento de los microorganismos. Es por ello, que se ha implementado una mejora a esta tecnología, denominándose bactofugación, la cual consiste en una centrifugación a una velocidad mayor, que permite separar bacterias y esporas de la leche.

### 4.12.3 Homogeneización

El objetivo de esta etapa es obtener una fase líquida homogénea, en cuanto al contenido en grasa se refiere. Consiste en fraccionar los glóbulos de grasa, desde 3 - 4 micras, hasta 0.3 - 0.4 micras.

La homogeneización, da lugar a la liberación de cierta cantidad de grasa que es atacada más fácilmente por las enzimas lipídicas (lipasas), lo cual contribuye a una mayor velocidad de maduración de los quesos y, por tanto, a una comercialización más temprana.

Sin embargo, esta etapa no se aplica a la leche como tal, sino que previamente se separa por centrifugación una fracción líquida (leche) y una fracción semilíquida (nata, 22 - 28 % de grasa). Esta nata, es sometida a una homogeneización y posteriormente es reincorporada a la leche. Si se sometiera la leche directamente al proceso de homogeneización, se produciría la rotura de los complejos de fosfocaseinato cálcico y el balance salino, influenciando negativamente en la elaboración del queso.

La homogeneización consiste en aplicar una alta presión (100 - 150 kg/cm<sup>2</sup>) y una temperatura controlada (60 - 80 °C) a la nata, haciéndola pasar por una pequeña ranura y chocando a continuación con un cabezal de homogeneización, que rompe y divide los glóbulos de grasa, reduciendo su tamaño. A menor contenido en grasa y mayor temperatura y presión, la homogeneización será mayor.

## 4.13 TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA LECHE

La leche, por su composición, es un medio que se degrada muy rápidamente ya que presenta las condiciones idóneas para el crecimiento bacteriano (agua, proteínas, grasas, azúcares...). Es por eso que, antiguamente, la leche era origen de múltiples infecciones y enfermedades, como la tuberculosis o brucelosis, ya que no se realizaba un tratamiento térmico adecuado.

Sin embargo, Louis Pasteur (1822-1895), químico y bacteriólogo del siglo XIX, desarrolló la pasteurización, nombre dado en su honor. Comprobó que tras aplicar un calentamiento de 65 °C durante 30 minutos, la leche tardaba más tiempo en degradarse debido a la menor contaminación que presentaba. Este principio básico, se desarrolla hoy en día en gran número de industrias alimentarias, combinando distintos rangos de temperaturas y tiempos.

En la actualidad, la legislación obliga a prácticamente todas las leches y a gran cantidad de productos lácteos de consumo humano, a ser sometidos a un tratamiento térmico. En función de las combinaciones tiempo - temperatura que se realice, se destruirán unas u otras bacterias y enzimas, obteniendo finalmente un producto más o menos estable y con unas características organolépticas más o menos mermadas.

A continuación, se detallarán los distintos tipos de tratamientos térmicos que se utilizan en las industrias lácteas, así como los equipos que intervienen en cada uno de ellos.

### 4.13.1 Termización

Este tratamiento térmico se considera de intensidad leve, consiste en calentar la leche a 63 - 65 °C durante 10 - 15 segundos, enfriándose después rápidamente a 4 - 5 °C. Ello se realiza en queserías y centrales lecheras de cierto volumen de producción, cuando se receptiona la leche y se va a almacenar durante un tiempo, con el objetivo de reducir su bacteriología, principalmente bacterias psicótrofas (crecimiento entre 5 - 35 °C), las cuales producen enzimas lipolíticas y proteolíticas que van a dar lugar a la degradación de la leche.

La aplicación de este tratamiento térmico no acarrea la destrucción total de las bacterias, ya que van a sobrevivir las formas de resistencia de los microorganismos (esporas), así como algunas especies que puedan presentar cierta termorresistencia. La termización no va a causar pérdidas nutritivas ni organolépticas importantes y no evita una etapa posterior de pasteurización.

### 4.13.2 Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico de intensidad media, que consiste en la aplicación de temperaturas de entre 60 - 85 °C y tiempos de entre 15 segundos hasta 30 minutos, en función de la intensidad que requiera el producto. Este tratamiento tiene como finalidad los siguientes objetivos:

- Destrucción de microorganismos patógenos, causantes de enfermedades al consumidor/a.
- Disminución del contenido bacteriano, incrementando el periodo de consumo y uso del producto.
- Inactivación de enzimas y bacterias perjudiciales tecnológicamente en la elaboración de productos lácteos.

Sin embargo, este tratamiento, en función de su mayor o menor intensidad, va a provocar la destrucción de una serie de componentes sápidos y aromáticos, responsables de las características organolépticas del queso y otros derivados lácteos.

Dentro del proceso de pasteurización hay distintas modalidades: Pasteurización Baja, Pasteurización Alta y Ultrapasteurización.

Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo
Termización	63 - 65 °C	15 segundos
Pasteurización Baja (LTLT)	63 - 65 °C	30 minutos
Pasteurización Alta (HTST)	72 - 75 °C	15 - 20 segundos
Ultrapasteurización (UHT)	125 - 140 °C	2 - 4 segundos

Tabla 1. Tratamientos térmicos usuales en industrias lácteas

### Pasteurización Baja (LTLT)

La pasteurización baja o LTLT (*Low Temperature Long Time*) es un tratamiento térmico de intensidad baja, que consiste en el calentamiento de la leche a 62 - 65 °C durante 30 minutos. Durante este calentamiento se va a inactivar la fosfatasa alcalina, una enzima que indica si se ha realizado correctamente el tratamiento térmico, a las condiciones especificadas previamente. Esta técnica apenas afecta a las características sensoriales y nutritivas de la leche.

Este tratamiento destruye los microorganismos patógenos que pueda contener la leche, causantes de enfermedades transmisibles como la brucelosis y la tuberculosis. Además, se van a destruir ciertos mohos, levaduras y algunas formas de resistencia de bacterias.

La pasteurización baja o lenta en la industria quesera artesana se realiza principalmente en la propia cuba de cuajado. Tradicionalmente, se han utilizado cubas abiertas en las que se controlaba la temperatura mediante el uso de un termómetro, con agitación manual para favorecer la transmisión de calor y obtener un calentamiento homogéneo. Hoy en día, se utilizan cubas cerradas con termógrafos que permiten registrar todo el proceso de pasteurización y con agitación mecánica, que permite un ahorro energético, de tiempo y de personal importante y un ahorro económico para la industria, principal objetivo de la misma.

Las paredes de la cuba están constituidas por una doble camisa, a través de la cual se introduce agua caliente, procedente de la caldera o de otro equipo calefactor. Este sistema de calentamiento se utiliza tanto en la pasteurización como en la coagulación y en el trabajo del grano.

## Pasteurización Alta (HTST)

La pasteurización alta o HTST (*High Temperature Short Time*) es un tratamiento térmico de mayor intensidad, consistente en calentar la leche a 72 - 75 °C durante 15 - 20 segundos. Este tratamiento persigue disminuir el tiempo de pasteurización, incrementando la destrucción de parte de las bacterias, aunque hay parte de enzimas, principalmente lipolíticas y proteolíticas, que resisten este tratamiento.

La pasteurización alta ha sido concebida para aplicar la temperatura suficiente para reducir la carga microbiana, pero con un corto periodo de tiempo para que no influya negativamente en las propiedades sensoriales y nutritivas de la leche. Por ello, es el tratamiento térmico más utilizado en queserías, salvo en algunas de carácter industrial que utilizan tratamientos térmicos de mayor intensidad, buscando productos con un mayor tiempo de vida comercial. Además, estos equipos no requieren un coste excesivamente alto, en comparación con el rendimiento que aportan al proceso de producción. Sin embargo, sí requieren de un personal cualificado que controle estrictamente los parámetros por lo que se ve influenciado este tratamiento.

Generalmente, la pasteurización alta se realiza mediante el uso de un **intercambiador o cambiador de placas**, uno de los equipos más utilizados en las industrias alimentarias, ya que nos permite calentar o enfriar fluidos. Un intercambiador de placas consiste en un bastidor o barra metálica rígida, con dos placas laterales de presión, una fija y otra móvil, sobre las que se colocan las placas de intercambio. El cierre se consigue mediante unos pernos o tornillos laterales que comprimen el sistema. Se pueden encontrar distintos formatos de placas pero, en líneas generales, están corrugadas para aumentar la superficie de transmisión y conferir cierta rigidez. Este equipo presenta una elevada flexibilidad, ya que en función del número de placas que se introduzcan, se pueden utilizar distintas secciones y realizar diferentes tratamientos a la vez.



Figura 22. Pasteurizador de placas

Un pasteurizador de leche suele presentar cinco secciones: dos de enfriamiento, una de regeneración de calor, una de calentamiento y otra de conservación de la temperatura.

Las placas están provistas de unas juntas de caucho que permiten el solapamiento entre las mismas. También disponen en las esquinas de unos orificios, dispuestos de tal manera que los dos fluidos líquidos entre los que se intercambia calor, circulan alternativamente entre las placas. La dirección de fluido puede ser unidireccional o contracorriente, siendo este segundo caso el más utilizado ya que el rendimiento térmico es mayor.

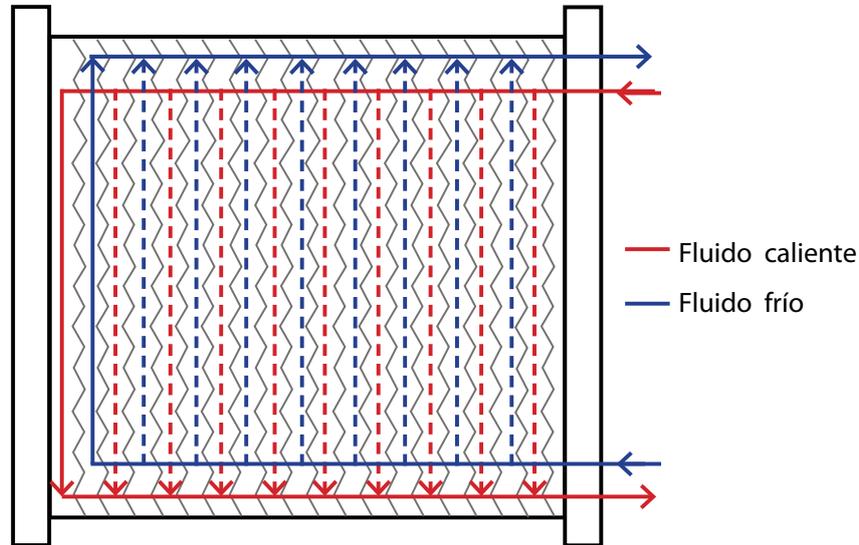


Figura 23. Esquema de funcionamiento de intercambiador de calor a contracorriente

Los intercambiadores de placas suelen presentar una serie de inconvenientes:

- En algunos casos puede haber fugas entre las juntas que separan las placas, por lo que se puede llegar a producir una mezcla entre ambos fluidos, como por ejemplo leche pasteurizada y leche cruda. Es por ello que se debe realizar un mantenimiento constante al equipo y reemplazar las juntas cada cierto tiempo.
- El constante flujo de leche a través de las placas provoca la acumulación de restos que van disminuyendo el rendimiento del equipo. Por ello, es de vital importancia realizar circuitos de lavado cada cierto tiempo con el objetivo de retirar dichos restos.
- El uso del intercambiador de placas está destinado principalmente para medios líquidos, ya que su uso para medios con cierta viscosidad o con partículas sólidas requiere de una mayor presión de trabajo, así como una limpieza y mantenimiento superior.

El proceso de pasteurización rápida o alta, en un equipo con intercambiador de placas, consta de las siguientes fases:

- La leche entra del depósito pulmón (aproximadamente a 4 °C), a la Sección AB calentándose hasta unos 45 - 55 °C (variable en función del pasteurizador). Para realizar este primer calentamiento se utiliza la leche que ya ha sido pasteurizada y que sale a más de 72 °C, enfriándose por la transferencia de calor a 30 - 35 °C. Esta primera fase se llama de recuperación térmica, ya que la leche a 72 °C cede su calor a la leche que entra a 4 °C. Cada vez se presta más importancia a esta primera fase con el objetivo de recuperar el mayor porcentaje de energía y optimizar de esta manera el proceso.

- En la Sección AC del pasteurizador de placas, se incrementa su temperatura desde 45 - 55 °C hasta alcanzar los 72 °C, mediante el uso de agua caliente a 85 - 90 °C, procedente de la caldera, que entra a contracorriente en el sistema. Esta es la denominada etapa de calentamiento.
- Tras este incremento térmico, la leche pasa a la sección de mantenimiento, donde la temperatura debe ser superior a la de pasteurización (72 °C) durante 15 - 20 segundos (según las características de la leche). Este tiempo se garantiza a través de la longitud y superficie de paso de la conducción tubular.
- Al final de la sección de mantenimiento se instala un sensor de temperatura, de modo que la leche debe mantenerse a más de 72 °C para salir al proceso (se mantiene a la temperatura de pasteurización durante 15 - 20 segundos). Por el contrario, una temperatura inferior acciona la válvula de desvío y la leche se deriva al comienzo del proceso, es decir, al depósito pulmón.
- En la Sección BD, se enfría la leche desde 30 - 35 °C hasta 3 - 4 °C, haciéndola circular a contracorriente con agua a 2 - 3 °C. Esta sección se instala en aquellas industrias donde la leche se pasteuriza antes de almacenarla por lo que si se elabora tras la pasteurización, no sería necesaria.

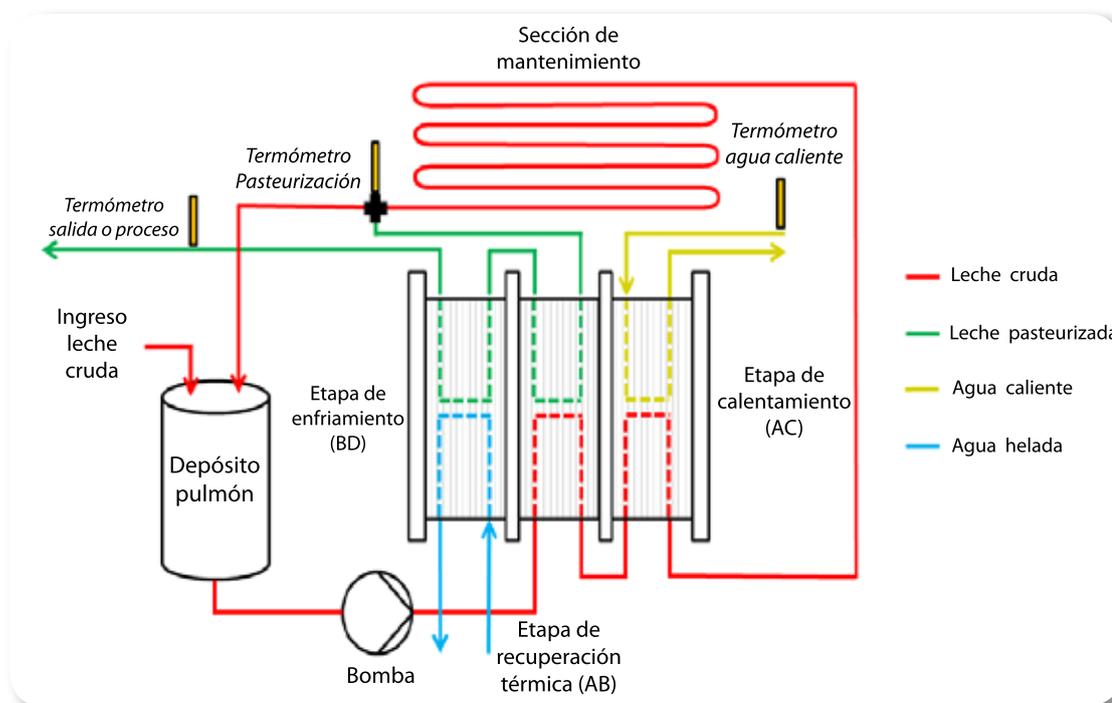


Figura 24. Esquema de funcionamiento de un pasteurizador de placas

Un equipo de pasteurización rápida se compone de los siguientes elementos:

- Tanque de nivel constante, depósito pulmón.
- Intercambiador de calor de placas.
- Bombas de impulsión sanitarias.
- Sistema electroneumático de regulación para el control de la válvula termostática.
- Sección de mantenimiento de temperatura de pasteurización.
- Válvulas de desvío de leche no pasteurizada de funcionamiento automático y comandada desde el panel.
- Panel de control con controlador y registrador de temperatura con capacidad para descarga de datos.

## Ultrapasteurización (UHT)

La ultrapasteurización o UHT (*Ultra High Temperature*) es un tratamiento térmico de alta intensidad, que consiste en calentar la leche a 125 – 140 °C durante 2 - 4 segundos.

El objetivo principal de este tratamiento es obtener una vida útil más larga del producto, ya que se va a reducir la carga microbiana, disminuyendo la degradación de la leche, incluso permitiendo su almacenamiento a temperatura ambiente.

Esta técnica se utiliza principalmente en instalaciones de carácter industrial, para envasado de leche en tetrabrik.

Tiene un coste elevado y disminuye sensiblemente las propiedades organolépticas de la leche para la elaboración de queso y otros productos lácteos.

Para el tratamiento por ultrapasteurización o UHT se utilizan distintos tipos de intercambiadores de calor, clasificados en dos grupos:

- ▶ **Intercambiadores de calor de contacto indirecto.** En este grupo se incluyen aquellas modalidades en las que los fluidos (receptor y transmisor de temperatura) no entran en contacto en ningún momento. Dentro de este grupo se pueden encontrar el intercambiador de calor tubular (más utilizado en leche), el de superficie rascada, el de carcasa y tubos y el de placas. El **intercambiador de calor tubular** consiste en un sistema de tubos, en el que el producto fluido (leche) circula por un tubo interior, mientras que el fluido calorífico, en muchos casos aceite, circula por el espacio externo. El flujo puede ser paralelo o en contracorriente.
- ▶ **Intercambiadores de calor de contacto directo.** En este grupo se incluyen aquellas modalidades en las que los fluidos (receptor y transmisor de temperatura) entran en contacto. Dentro de este grupo podemos encontrar intercambiador de calor por inyección de vapor y por infusión en vapor.
  - **Por inyección de vapor.** Consiste en hacer incidir una corriente de vapor a alta temperatura y presión, sobre el caudal de leche, pasando de 85 °C a 140 °C en décimas de segundo. A continuación, la leche entra a una cámara de expansión donde se ha realizado un vacío parcial, lo que da lugar a la salida del agua que haya podido captar previamente la leche del vapor, provocando el enfriamiento instantáneo de la misma.
  - **Por infusión o difusión en vapor.** Consiste en realizar una nebulización o atomización de la leche, disminuyendo el tamaño de gota y haciéndola pasar por vapor a alta temperatura. La baja superficie de contacto entre las gotas de leche y el vapor de agua, provoca que el calentamiento sea instantáneo. Tras el calentamiento, la leche sigue el mismo proceso que por inyección en vapor.

Estos equipos de contacto directo, requieren de una inversión inicial importante y un diseño técnico muy preciso para obtener un producto final de calidad.

## 4.14 SEPARACIÓN POR MEMBRANAS

Dentro de las industrias alimentarias, el sector lácteo representa uno de los mayores porcentajes en cuanto a instalación de sistemas de membranas, próxima al 40 %. Esta tecnología se basa en la aplicación de un diferencial de presión o de potencial eléctrico, para hacer que los componentes de dos medios líquidos, atraviesen o no una membrana semipermeable, en función de su tamaño, estructura y composición química.

Las principales aplicaciones de la separación por membranas en la industria láctea, se centran en la estandarización del contenido de proteínas, concentración del lactosuero y retirada de la lactosa. Mediante el uso concreto o combinado principalmente de la microfiltración (MF), ultrafiltración (UF), nanofiltración (NF) y ósmosis inversa (OI), son multitud las opciones de separación, concentración y/o fraccionamiento que se pueden realizar, tanto en el tratamiento de la leche, como del lactosuero.



Figura 25. Equipo de ultrafiltración

Dentro de los procesos de separación por membranas, hay a su vez distintas modalidades, como se muestra en la siguiente tabla.

Tecnología de separación por membrana	Tamaño de partícula (µm)	Características de la partícula	Aplicaciones en la industria láctea
Ósmosis Inversa (OI)	0.0001	Iones	Preconcentración de leche y suero Concentración de permeados de ultrafiltración.
Nanofiltración (NF)	0.0001 - 0.001	Iones/molecular	Preconcentración y desmineralización parcial de lactosuero. Recuperación de efluentes en la industria láctea.
Ultrafiltración (UF)	0.001 - 0.1	Molecular/ Macromolecular	Normalización del contenido proteico de la leche. Concentración de lactosuero incrementando su contenido en extracto seco. Retirada de lactosa para la elaboración de productos lácteos 'sin lactosa'.
Microfiltración (MF)	0.1 - 10	Macromolecular/ Celular + Micropartículas	Pasteurización en frío de leche mediante la eliminación de esporas y microorganismos. Purificación de salmueras, empleadas en el salado de queso.
Filtración Tradicional	1.0 - 100	Celular + Micropartículas	Purificación de salmuera, retirada de finos.

Tabla 2. Tecnologías de filtración en función del tamaño de partícula

## 4.15 EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

### 4.15.1 Cuba

Este equipo va a ser determinante en las características finales del producto final, de ahí la importancia de conocer los distintos tipos de cubas, funcionamiento, características, dimensiones, etc.

En la cuba se va a realizar el tratamiento térmico de la leche (en el caso de realizar pasteurización baja o lenta), gran parte de la fermentación de las bacterias lácticas, coagulación, corte, agitación, recalentamiento y desuerado.

La cuba debe disponer de un sistema de calentamiento, tanto para realizar la pasteurización como para mantener la temperatura durante la coagulación y recalentamiento posterior al corte. El calentamiento de la cuba se puede realizar a través de la entrada de agua caliente o vapor proveniente de la caldera a la camisa calefactora o mediante una fuente calorífica externa, como puede ser butano, etc. Ello permite calentar la leche a la temperatura deseada, normalmente 28 - 32°C, según tipo de queso.

Además, debe incorporar un sistema mecánico que dotará al equipo de capacidad para realizar la agitación (palas) y el corte de la cuajada (liras). Este mecanismo de agitación, no se incorpora en algunas queserías tradicionales, en las que la agitación y el corte se realizan manualmente.

Se recomienda que las cubas estén fabricadas en acero inoxidable AISI 316, al menos la parte interna, ya que se encuentra más en contacto con el producto (leche, suero, etc.).

Las cubas se pueden clasificar atendiendo a distintos criterios. Uno de ellos es el grado de automatización, que permite clasificarlas en **manuales o mecanizadas**, según dispongan de un sistema de agitación y corte manual o automático, respectivamente.

Según la geometría de la cuba, se pueden encontrar distintos modelos:

- ▶ **Cubas holandesas.** Formato de cuba abierta con planta elíptica y profundidad reducida. Permite el moldeo en la propia cuba. Presenta un conducto de salida en el extremo inferior que permite el desuerado. El diámetro del conducto de salida debe ser superior a 120 mm y no debe presentar gran longitud, ya que el grano quedará retenido en la conducción no permitiendo el corte y agitación.

Se caracteriza por disponer de un puente superior en el que se sitúa el motor que proporciona movimiento al sistema de corte y agitación. Generalmente ejerce un movimiento circular y longitudinal de forma simultánea, que abarca toda la superficie de la cuba con un solo brazo. No obstante, existen modelos con dos brazos. La cuba se calienta a través de un serpentín que recircula agua caliente, procedente de la caldera, por la doble camisa, que contiene a su vez agua a presión atmosférica. La doble camisa posee un rebosadero en un lateral para, si es necesario, intercambiar el agua durante el proceso de enfriamiento. Dispone además de un cuadro de control, para regular el sentido de movimiento (derecha o izquierda), la velocidad de giro (de palas/liras) y la temperatura en el equipo (°C), así como de un sistema de parada de emergencia.

Esta modalidad permite un contacto más directo con el proceso, ya que tiene una altura limitada y suele ser abierta. Además, permite realizar un corte homogéneo y preciso, ya que, al disponer de liras desmontables, se pueden utilizar distintos modelos y anchos de corte e incluso retirarlas cuando el tamaño del grano es el deseado. Se puede disponer en el suelo o en plataforma.

Requiere una inversión inicial elevada al ser mecanizada, así como de la sustitución manual de palas y liras cada vez que son usadas. Se demanda mayor superficie para su instalación en comparación con otros modelos y, al ser abierta, tiene menor eficiencia energética durante el tratamiento térmico.



Figura 26. Cuba holandesa con pala de agitación



Figura 27. Cuba holandesa con doble brazo

- ▶ **Cuba doble cero.** Tipología de cuba de planta elíptica semejante a la holandesa, cuya geometría interior se caracteriza por disponer de dos circunferencias que se entrecruzan en la zona central. Es un formato de cuba que está diseñada para ser cerrada, pero existen modelos abiertos. Tiene una mayor relación altura/longitud que la cuba holandesa y el movimiento longitudinal desaparece. El fondo puede ser plano, que implica la salida de la cuajada por un extremo o cóncavo en forma de doble cono, extrayéndose por la cara inferior.



Figura 28. Cuba doble cero abierta

Suele presentar un eje que gira en el centro de cada círculo, es decir, está compuesto por dos brazos de agitación. La cuba se calienta a través de un serpentín que recircula agua caliente, procedente de la caldera, por la doble camisa, que contiene a su vez agua a presión atmosférica. Dispone además de un cuadro de control, para aplicar corte o agitación, según el sentido de movimiento (derecha o izquierda), velocidad de giro (de palas/liras) y temperatura en el equipo ( $^{\circ}\text{C}$ ), así como de un sistema de parada de emergencia.



Figura 29. Cuba doble cero cerrada

Esta modalidad permite realizar una agitación y corte homogéneo al disponer de dos brazos para la superficie total de la cuba. La mayoría de las veces suele presentar un formato cerrado, que permite hacer un calentamiento más rápido, dando lugar a un ahorro energético simultáneo. No requiere de la sustitución de liras por palas, ya que el corte o agitación depende del sentido de giro de los brazos. La utilización conjunta de cuchillas y palas significa que se debe cortar a un tamaño de grano mayor, ya que la posterior agitación con el extremo romo de la cuchilla va a provocar cierto grado de corte.

- **Cuba circular.** Formato de cuba de planta circular, abierta o cerrada, mecanizada o manual. En el caso de cubas cerradas, estas disponen de una abertura superior en la tapa para añadir distintas materias primas al proceso. Se puede disponer en el suelo o en plataforma.

Al mecanizar esta cuba se dispone un eje rotor central estático que proporciona el sistema de agitación y corte. Este formato se suele utilizar para pequeños volúmenes, ya que, al incrementar el tamaño de la cuba, la agitación y el corte tienen menor eficiencia.

Esta tipología de cuba es muy versátil, pudiéndose adquirir sin mecanizar, con la consecuente menor inversión inicial y posteriormente instalar un puente para la automatización del corte y agitación de la cuajada. Si se dispone una tapa superior, el calentamiento será más rápido mejorando la eficiencia energética. Para que el corte y la agitación sean adecuados, se recomienda que el volumen de la cuba no sea superior a 300 litros, especialmente para elaboraciones de cuajadas con mayor extracto seco, como las de leche de oveja.



Figura 30. Cuba circular

- **Cuba de media luna o media caña.** Es un formato de cuba de planta rectangular, sin embargo, sus paredes no son rectas, sino que presenta una sección semicircular, de ahí el nombre de media luna o media caña. Puede ser abierta o cerrada para mejorar el rendimiento energético.

Puede ser manual o mecanizada parcialmente, de acero inoxidable o de material polimérico de uso alimentario. Presenta uno o varios ejes estáticos para la agitación. Sin embargo, este sistema de agitación se utiliza para homogeneizar la leche durante el tratamiento de pasteurización, pero normalmente no es adecuado para la agitación posterior al corte de la cuajada, pues no suele alcanzar los granos de cuajada de los extremos de la cuba. Es por ello, que tanto la agitación como el corte, se deben realizar de forma manual mediante el uso de palas y liras.

Suele requerir una inversión inicial inferior en comparación a la cuba tipo holandesa y doble cero. Su funcionamiento es sencillo ya que el grado de mecanización es bajo. Se recomienda su uso para coagulaciones lácticas, ya que facilita su moldeado.

Tanto la agitación como el corte se deben realizar de forma manual y su difícil mecanización completa la hace menos versátil para la elaboración de quesos de coagulación enzimática.



Figura 31. Cuba de media luna

#### 4.15.2 Plataforma

Estructura para elevar la cuba y así permitir la mecanización del llenado de moldes o la ergonomía durante el moldeado. Al elevar la cuba, los granos de cuajada se extraen por gravedad, depositándose sobre el carro desuerador dispuesto bajo la misma o mediante bombeo a la llenadora de moldes. Además de facilitar la operación de extracción de la cuajada, si la plataforma se dimensiona correctamente, los espacios inferiores se pueden aprovechar para disponer el carro desuerador, mesas de trabajo o depósitos de moldes y de esta forma optimizar el espacio del área de elaboración.



Figura 32. Plataforma para cuba de cuajado

La plataforma debe estar diseñada de manera que tenga adecuada resistencia estructural, suficiente superficie para trabajar por ambos lados de la cuba y acceder a todos los controles, sensores o accesorios de la misma. Para su instalación se requiere que la altura libre de la zona de elaboración sea suficiente (al menos 3 metros). Debe cumplir con todos los criterios de Prevención de Riesgos Laborales (superficie antideslizante, altura adecuada de escalones, etc.)

### 4.15.3 Lactofermentador

Este equipo se utiliza para la elaboración de productos lácteos, como es el caso del yogur o el requesón. Normalmente está constituido por un depósito cilíndrico de doble camisa calefactable, fuertemente aislada y sistema de agitación. La transmisión de calor se produce a través de un serpentín en la base y/o paredes del equipo, por el que circula agua caliente procedente de la caldera o agua fría procedente de la balsa de agua helada (o circuito cerrado equivalente). El sistema de agitación consta de un eje central dotado de palas que llevan a cabo la homogeneización del producto. Se construye habitualmente en acero inoxidable. Suele disponer de un sistema autolimpiable para conectarlo al CIP, fondo con inclinación para favorecer la descarga y salida del producto y resistencias eléctricas para aumentar la velocidad de calentamiento.



Figura 33. Lactofermentador en plataforma que permite el embotellado de yogur y leche fermentada



Figura 34. Interior de lactofermentador

### 4.15.4 Carro desuerador

Las mesas o carros de desuerado se utilizan para descargar la cuajada y comenzar el desuerado de los mismos gracias a una rejilla perforada que tiene en la parte inferior y a veces también en los laterales.

La capacidad del carro desuerador debe estar acorde al volumen de la cuba y a los elementos de desuerado previo de los que se disponga. De este modo, si no existen elementos que desueren previamente, como el zapatón y la descarga de la cuajada se realiza de una vez, el volumen del carro será el mismo al de la cuba correspondiente.



Figura 35. Carro desuerador

El fondo del carro presenta una ligera inclinación que facilita la evacuación del suero a través de un orificio situado en un extremo de la mesa, en el que se suele instalar un pequeño compartimento y una bomba para la conducción del suero hasta su depósito de almacenamiento.

La altura y tamaño de la mesa de desuerado deben ser adecuados para facilitar el trabajo del personal. Se recomienda el uso de acero inoxidable, ya que va a soportar mejor las oxidaciones y daños producidos por el carácter ácido de los productos lácteos.

Previamente a la descarga en el carro desuerador, se suele disponer un zapatón. Este elemento se utiliza cuando la cuba se encuentra sobre una plataforma elevadora y los granos de cuajada se descargan por gravedad sobre la mesa de desuerado. Este dispositivo se conecta a la salida de la cuba y elimina parte



Figura 36. Vista lateral del zapatón



Figura 37. Chapa microperforada del zapatón que permite el drenaje del suero

del suero de la cuajada mediante una rejilla microperforada. De este modo, los granos de cuajada y parte del suero caen a la mesa de desuerado y, por otro lado, el suero extraído se recoge en la parte trasera del zapatón. Cuanto menor sea la inclinación de la rejilla microperforada, mayor será el volumen de suero retirado.

#### 4.14.5 Moldeado

El moldeado o llenado de los moldes, tras el desuerado de la cuajada, consiste en introducir la misma en recipientes con perforaciones (moldes) que van a proporcionar la forma característica de cada queso.

Existe una gran diversidad de moldes, en función de la variedad de queso que se va a fabricar (forma, grabado, necesidad de prensa, etc.), peso y material del que están constituidos (plástico de uso alimentario y acero inoxidable principalmente). A continuación, se exponen las tipologías más habituales:

#### Moldes para quesos autoescurridos

La estructura de estos moldes es débil ya que no se someten a una fuerza externa más allá del peso de la propia cuajada.

- ▶ **Moldes de rejilla.** También denominados de Burgos o cestillos. Su uso es extensible a una gran diversidad de lácteos, desde quesos enzimáticos frescos y madurados, quesos de coagulación láctica, requesón, mató, etc. El coste de este tipo de molde suele ser bajo.



Figura 38. Molde de rejilla circular



Figura 39. Molde de rejilla para queso de rulo

- ▶ **Molde Villalón o pata de mulo.** Es un molde tradicional para queso fresco utilizado originariamente en Castilla y León.



Figura 40. Molde Villalón

- ▶ **Moldes sin fondo.** No disponen de cara inferior, por lo que solo contienen caras laterales. Suele disponerse sobre una bandeja y/o malla de desuerado.



Figura 43. Moldes sin fondo



Figura 44. Moldes para quesos azules

- ▶ **Multimoldes.** Conjunto de moldes unidos entre sí que permiten facilitar el llenado, volteo y desmoldeado en quesos de pequeño formato, tanto para coagulaciones lácticas como para enzimáticas. Se debe acompañar de bandeja llenadora para optimizar la operación básica de moldeo. Se pueden encontrar de diferentes formatos y pesos. Tienen un coste elevado pero permiten la optimización de la mano de obra durante el moldeado.



Figura 41. Multimoldes cilíndricos



Figura 42. Multimoldes cuadrados

- ▶ **Otros moldes multiperforados.** Suelen ser utilizados para quesos de pasta blanda de coagulación láctica o mixta.



Figura 45. Molde de pirámide



Figura 46. Molde circular

## Moldes para quesos de pasta prensada

Estos moldes tienen una estructura más resistente para poder soportar la presión externa del prensado.

Disponen de tapa superior que se desplaza sobre las paredes del molde conforme pierde volumen el queso por evacuación del suero y del aire existente entre los granos de cuajada.

- ▶ **Tradicionales o con paño.** Este tipo de moldes requiere el uso de paño durante las primeras fases de prensado. La holgura entre la tapa y las paredes del molde suele ser mayor que para los moldes sin paño. Además, los orificios de salida del suero son menos numerosos y de mayor diámetro.



Figura 47. Molde manchego con pleita



Figura 48. Molde liso sin grabado

- ▶ **Sin paño o microperforados.** No requieren el uso de paños y suelen ser utilizados para poder mecanizar el moldeado y/o desmoldeado de los quesos.

Disponen de numerosos orificios distribuidos por toda la superficie (tapa, fondo y laterales).

Los moldes microperforados suelen fabricarse de material plástico, normalmente de Polietileno (PE) o Polipropileno (PP) y el diámetro de orificio suele estar comprendido entre 0.2 y 0.7 mm.

Deben ser limpiados cuidadosamente, ya que tienden a obturarse las microperforaciones, pudiendo dar lugar a contaminaciones futuras, así como a la disminución del rendimiento de desuerado, al impedir la salida del suero.

Su coste es elevado, pero permite optimizar la mano de obra durante el moldeado y prensado y/o mecanizar el proceso y evita la aparición de arrugas derivadas del paño.



Figura 49. Molde microperforado de plástico



Figura 50. Molde de acero inoxidable

## Llenado de moldes

- ▶ **De forma manual.** Es el sistema tradicional, consiste en introducir los granos de cuajada manualmente en los moldes, en los cuales se han colocado previamente paños, cuya función es facilitar el drenaje del suero, a través de los orificios que tienen los moldes, con un diámetro variable comprendido entre 1 y 3 mm.



Figura 51. Moldeado manual en carro desuerador

Los materiales más utilizados para los paños o trapos son algodón, lino y nylon. Estos deben ser lavados y secados después de cada uso, para evitar contaminaciones. Una vez se ha realizado un prensado inicial, se retiran los paños y se vuelven a introducir en la prensa para continuar el prensado y conferir al queso su forma característica.

- ▶ **Con bandeja llenadora.** Placa rectangular utilizada para verter la cuajada sobre los moldes individuales o multimoldes y así facilitar el moldeado manual y evitar las pérdidas durante el proceso, ya que los orificios de la bandeja llenadora tienen el mismo diámetro que estos. Puede estar diseñada en distintos materiales (acero inoxidable, teflón, etc.).



Figura 52. Bandeja llenadora



Figura 53. Bandeja llenadora de teflón

- ▶ **De forma automática.** Normalmente se lleva a cabo en fábricas con un alto grado de mecanización y un elevado volumen de producción, ya que requiere una inversión muy elevada, así como unas dimensiones considerables. La altura aconsejable para la instalación de estos equipos es de 4 - 6 metros. La operación se realiza con una torre de llenado o llenadora automática, en la que se reciben los granos de cuajada procedentes de la cuba y se distribuyen en moldes, en cantidades determinadas en función del formato que se esté produciendo. La automatización en este proceso es incompatible con el uso de paños, por lo que se suelen utilizar moldes microperforados, que facilitan el desuerado durante la etapa de prensado. Para desmoldear se recomienda la instalación de una desmoldeadora ya que los quesos prensados en moldes microperforados son difíciles de extraer manualmente debido a la presión ejercida, con el correspondiente aumento de tiempo en la realización de dicha operación. Tras el desmoldeo se disponen los túneles de lavado que garantizan una limpieza óptima de estos moldes.



Figura 54. Llenadora automática de moldes

#### 4.15.6 Mesa de trabajo

La mesa de trabajo se utiliza en industrias lácteas de menor tamaño, donde predominan las operaciones manuales. Presenta diferentes finalidades, como el llenado manual de los moldes, en caso de no disponer de mesa o carro desuerador o para depositar los quesos una vez se extraen de la prensa, para el salado, cepillado de los quesos, llenado de yogures firmes, queso fundido, etc.

Suelen tener planta rectangular y como material de construcción se suele usar acero inoxidable. Están diseñadas con ruedas y frenos con el objetivo de facilitar las operaciones que se realicen sobre ella. En algunos casos la superficie de las mesas, para facilitar la conducción del suero, agua de limpieza, etc., presenta una ligera inclinación hacia un extremo, donde se sitúan los orificios de salida.



Figura 55. Mesa de trabajo



Figura 56. Detalle de pendiente y orificio de evacuación

#### 4.15.7 Prensa

Una vez la cuajada se ha introducido en los moldes, los quesos de pasta prensada se depositan en el equipo de prensado. De forma general todas las prensas de quesos deben disponer de un diseño que facilite su limpieza, que garantice una distribución uniforme de la presión de los quesos, que sea robusto y que permita la recogida de suero durante esta fase.

Los equipos de prensado se pueden clasificar según distintos criterios: tipo de accionamiento (mecánico, hidráulico y neumático), rendimiento (continuo y discontinuo), pero la clasificación más común es en verticales, y horizontales, según la disposición que presente el equipo.

##### Prensas verticales

- ▶ **Manual.** Equipo antiguo de prensado que presenta un diseño vertical, donde los moldes se disponen uno sobre otro, hasta una altura que permite su inserción manual. Actualmente se encuentra en desuso (solo en grandes formatos) ya que la presión aplicada no es homogénea, puesto que los quesos de la parte inferior reciben más presión, la ejercida mediante el pistón neumático o peso de la palanca, más el peso de los quesos que se encuentran situados sobre estos.



Figura 57. Prensa vertical manual

- ▶ **Prensa neumática de colchón.** Es un sistema de prensado automático construido en acero inoxidable. Su funcionamiento consiste en aplicar aire a presión por una serie de mangueras plásticas que se encuentran recogidas en el interior de una estructura tipo bolsa o colchón, que entra en contacto con las tapaderas de los moldes, consiguiendo de esta manera el prensado final. Sobre el colchón se colocan distintos pistones que aplican presión sobre dicha estructura, con el objetivo de alcanzar cierta uniformidad. Se puede encontrar el formato simple, con un solo nivel o línea de prensado, o con varios niveles o multi altura, donde se instalan varias líneas de prensado superpuestas verticalmente, incrementando de esta manera el rendimiento del proceso. Este sistema permite realizar un prensado con mayor homogeneidad, y a distintos formatos a la misma vez. Dispone de entrada y salida automática, mediante cinta transportadora, fabricada en polipropileno y formada por la unión de eslabones de superficie abierta, para facilitar la salida de suero. Puede incorporar un sistema automático conectado a CIP, para la limpieza de sistema de transporte de moldes, así como del colchón superior.



Figura 58. Prensa de colchón

- ▶ **Prensa automática para multimoldes o tipo túnel.** Dentro de esta modalidad se pueden encontrar equipos con mayor grado de automatización, en el que entran a la prensa un número determinado de moldes mediante cinta transportadora y, tras el prensado, los moldes son descargados continuando hacia la siguiente fase. Sin embargo, en queserías con menor grado de automatización, podemos encontrar prensas tipo túnel, en las que los moldes con la tapa se colocan en un carro, el cual se empuja hasta colocarse bajo la prensa. La posición de los quesos en el carro debe ser tal que coincidan cada uno de ellos con los pistones o cilindros neumáticos del equipo. Cada cilindro corresponde solo a un molde. Mediante este sistema se controla muy bien el prensado, ya que la línea de suministro de aire comprimido es la misma para todos los pistones. La plataforma o carro de prensado recoge y da salida simultáneamente al suero a través de un orificio que hay en el extremo de la superficie. Durante el prensado en sí, el carro o plataforma que sostiene los moldes no descansa sobre las ruedas, sino que lo hace sobre soportes sujetos a un bastidor, absorbiendo este la presión aplicada.



Figura 59. Prensa tipo túnel

## Prensas horizontales

Es la tipología más utilizada en pequeñas y medianas empresas lácteas. Los moldes se colocan de canto, de forma que la presión se ejerce desde un pistón en uno de los extremos y esta se transmite a todos los moldes. Disponen habitualmente de manómetro, regulador de presión y palanca de accionamiento por cada pistón o fila de pistones neumáticos. Se recomienda que la longitud máxima de cada fila de prensado sea inferior a 5 metros. Se pueden encontrar dos tipos de prensas horizontales:

- ▶ **Prensa horizontal de barras.** Los moldes son soportados por perfiles de sección circular o cuadrada. Se puede ajustar la distancia entre barras, para adaptarlo a los distintos formatos que se elaboren. Se suele instalar una canaleta inferior que abarque la anchura del equipo, para recoger el goteo que se produce durante el prensado.



Figura 60. Prensa horizontal de barras circulares



Figura 61. Prensa horizontal de barras cuadradas

- ▶ **Prensa horizontal de canaletas.** Las canaletas tienen mayor superficie de contacto con las caras exteriores de los moldes, pero al ser fijas, no permite la regulación de la mismas para adaptarlas a distintos formatos de moldes con respecto al eje del pistón. En este caso, el goteo del suero se recoge directamente sobre la propia canaleta en los distintos niveles.



Figura 62. Prensa horizontal de canaletas



Figura 63. Vista superior prensa de canaletas. Soporte para completar filas

Tanto en las prensas de barras como de canaletas, se pueden encontrar distintos niveles o alturas y dentro de cada nivel, uno o varios pistones neumáticos. Siempre se deben colocar los niveles a una altura adecuada para la colocación manual del personal, con el objetivo de evitar posibles riesgos ergonómicos.

Además, existen diversos complementos, como espaciadores de tubo o placas verticales para posibilitar que cada nivel sea completado y por tanto el pistón ejerza presión, ya que, en función del volumen producido, tecnología, formato, rendimiento, etc., el espacio fluctúa.

#### 4.15.8 Desmoldeado

Esta etapa consiste en extraer el queso del molde y quitar el paño en caso de que existiera, una vez ha sido prensado. Esta operación se puede realizar tanto manual como automáticamente.

##### Desmoldeado manual

En queserías artesanales, se puede realizar una primera fase de prensado con paño, para extraer el mayor porcentaje de suero durante esta operación. Posteriormente se voltea, se retira el paño y se vuelve a introducir en la prensa, con el objetivo de conferir al queso su forma final característica y evitar la aparición de arrugas debidas al uso de paños.

##### Desmoldeado automático

Este método se lleva a cabo en industrias cuyo volumen de producción e inversión realizada son elevadas. Para poder realizar el desmoldeo de forma automática, se utilizan moldes microperforados. La operación de retirada del molde de manera automática se puede realizar por soplado o por vacío.

- ▶ **Desmoldeado por soplado.** Consiste en la inyección de aire comprimido, haciendo que el queso se deslice y se desprege del molde, cayendo por gravedad a una cinta transportadora inferior, a través de una abertura. Previamente se debe haber volteado el molde y retirado la tapa manualmente o por medio de un equipo destinado a ello denominado quitatapas automático.
- ▶ **Desmoldeado por vacío.** Consta de dos pasos, el primero de extracción de la tapa mediante la acción de unos brazos mecánicos, y una segunda fase, en la cual se extrae el queso del molde mediante vacío (5 - 6 bares) y posteriormente se depositan en una cinta transportadora u otro elemento. Esta maquinaria debe poder adaptarse a los distintos formatos que se produzcan en la empresa. La utilización de estos equipos en queserías supone un ahorro importante en tiempo y esfuerzo físico, que es vital tener en cuenta a la hora de diseñar las instalaciones.



Figura 64. Desmoldeadora automática



Figura 65. Extracción de los quesos del molde por vacío

### 4.15.9 Lavado de los moldes

Esta etapa consiste en realizar una limpieza de los moldes tras el desmoldeo, retirando los restos orgánicos que puedan quedar tras la extracción del queso de los mismos. Puede ser manual o automático.

#### Lavado manual

Es el realizado en la mayoría de queserías de carácter artesanal en el área habilitada para su lavado. Para ello se lleva a cabo una limpieza con solución alcalina y acción mecánica (cepillado, frotación, etc.). Posteriormente se depositan en contenedores de moldes con una solución desincrustante (ácida).

#### De forma automática

Es el método utilizado en queserías de carácter industrial y para moldes microperforados, que son los que permiten la automatización del proceso. La operación se realiza mediante el uso túneles de lavado (aspersión) o lavadoras automáticas (inmersión).

- ▶ **Túneles de lavado.** Estos equipos presentan una estructura horizontal y alargada. La estructura y accesorios (circuitos, boquillas, etc.) están contruidos en acero inoxidable. Pueden presentar distintos diseños de ciclos de lavado, pero el más usual consiste en: recepción del molde y una primera etapa de aclarado o enjuague inicial, para retirar los restos más groseros. Se utiliza el agua proveniente del aclarado final, para hacer una reutilización y minimizar el consumo de agua. La segunda fase consiste en un lavado en sí, mediante aplicación de agua con soluciones alcalinas (detergentes) y ácidas, a presión y temperatura variable, según proceso. A continuación, se realiza un enjuague o aclarado intermedio, para retirar los restos de detergentes y se lleva a cabo una tercera fase de desinfección, con la finalidad de conseguir la mayor inocuidad posible. Por último, se realiza un enjuague o aclarado final, para retirar restos de detergentes o desinfectantes. El agua de aclarado final se reutiliza en el aclarado inicial, ya que la carga orgánica es baja. Según el diseño y dimensiones del equipo, se puede adaptar para lavar cajas y cestillos. En algunos casos, se puede incorporar una sección de escurrido o de secado por ciclón, al hacer incidir una corriente de aire a alta velocidad, así como dispositivos de volteo de los moldes al inicio y al final, para asegurar una limpieza óptima y homogénea de los moldes. También puede estar diseñado el equipo con conexión a CIP, para que se realice una autolimpieza dentro del propio equipo. Normalmente, están diseñados de manera que molde y tapa transcurren paralelamente durante la operación de lavado.



Figura 66. Túnel de lavado

- ▶ **Lavadoras automáticas.** Presentan una estructura vertical, diferente a la de los túneles de lavado. Toda la construcción y accesorios (circuitos, boquillas, etc.) están contruidos normalmente en acero inoxidable. El equipo está constituido principalmente por una cuba o balsa de inmersión, por donde van transcurriendo los moldes sumergidos bajo la acción de perchas, que son unos elementos de sujeción de acero inoxidable. El agua del interior de la cuba o balsa se calienta mediante la acción de un serpentín interno y se recirculará a contracorriente mediante la instalación de bombas y toberas. También contiene en algunos casos, un filtro giratorio para retener continuamente los residuos más groseros. El equipo dispone de varias fases de lavado, destacando principalmente, una etapa inicial de aclarado para retirar los restos de mayor tamaño. Una segunda etapa de lavado, que se llevará a cabo mediante el control y adición automática de soluciones ácidas o alcalinas. Y por último, una etapa de aclarado, para eliminar posibles restos de detergentes, etc. Normalmente, estos equipos están diseñados de manera que molde y tapa transcurren paralelamente durante la operación de lavado.



Figura 67. Lavadora por inmersión

Una vez los moldes salen del lavado automático o manual, habitualmente se almacenan sumergidos en una solución con desincrustante (ácido), donde se mantienen en unas condiciones óptimas, evitando la posible saturación de los poros o microperforaciones. En ciertas ocasiones los moldes se mantienen en depósitos o estanterías una vez secados.

#### 4.15.10 Saladero

El salado es uno de los factores más determinantes en el proceso de elaboración del queso. Generalmente se realiza por frotación o vía seca, o por inmersión en salmuera o vía húmeda.

##### Salado por frotación o por vía seca

Es la forma tradicional realizada en queserías artesanales y consiste en aplicar uniformemente una capa de sal (NaCl) externa. Esta etapa se suele efectuar en mesas de trabajo.

##### Salado por inmersión o por vía húmeda

Los sistemas de salado mediante inmersión en salmuera, son los más utilizados hoy en día. El diseño más básico consta de un depósito, de acero inoxidable o material polimérico, donde se introducen manualmente los quesos. En industrias con un volumen de producción elevado, la introducción de los quesos y/o su retirada se realiza de forma automatizada. Se clasifican en manuales, semiautomáticos y automáticos.

- ▶ **Manual.** Método más común de salado a nivel artesanal, mediante la utilización de salmueras preparadas en depósitos o balsas. Presentan normalmente una estructura rectangular y pueden ser de material plástico de uso alimentario o de acero inoxidable AISI 316, por la resistencia a la corrosión que presenta. Estos depósitos o balsas de pequeña capacidad suelen incluir ruedas que permiten su movilidad y limpieza en zonas habilitadas para ello. Los quesos se mantienen sumergidos de forma estática, por lo que se disponen sobre ellos placas perforadas para evitar su flotación y, por tanto, una distribución heterogénea de la sal. Pueden ser saladeros autorefrigerados o ubicarse en cámaras refrigeradas.



Figura 68. Saladero de material polimérico

- ▶ **Semiautomático.** En este caso, los quesos se colocan en jaulas o cestones a diferentes alturas, que son introducidas en una balsa o depósito, sumergiendo al queso.

Se recomienda su construcción en acero AISI 316 para evitar su corrosión. Para el desplazamiento de las jaulas se disponen polipastos soportados por una estructura metálica fijada al techo o al propio saladero.

Pueden ser saladeros autorefrigerados o ubicarse en cámaras de refrigeración. En saladeros en cámara de refrigeración, el sistema permite la programación de la extracción automática del cestón con los quesos (en condiciones de oreo o refrigeración) y, por tanto, facilita el cronograma de trabajo de la empresa, adaptando los parámetros idóneos para el salado de los quesos.

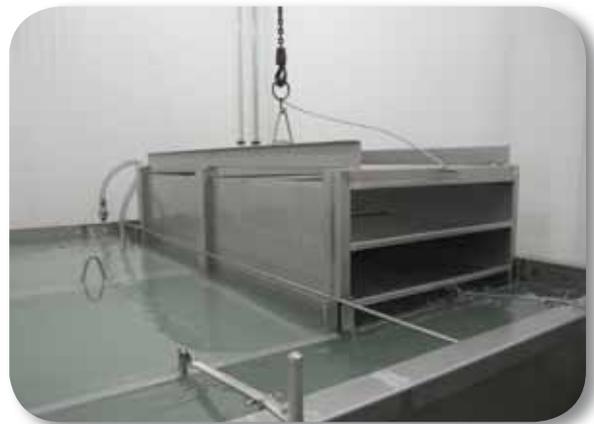


Figura 69. Saladero con cestones

La entrada de quesos al saladero puede ser manual o a través de una cinta transportadora. En este último caso, se suele elevar el nivel de mecanización mediante la entrada automática de los quesos a los diferentes niveles de los cestones mediante sensores, compuertas y una corriente originada por una bomba positiva que desplaza los quesos.

- ▶ **Automático.** Consiste en un sistema de transporte por flotación superficial con una longitud y tiempo de permanencia en función del tipo de queso y proceso de elaboración. Los quesos se introducen a través de una cinta transportadora y caen por gravedad a la salmuera. Mediante una corriente generada por una bomba positiva, los quesos avanzan de manera continua durante un tiempo determinado, hasta que alcanzan el nivel de salado perseguido. Finalmente, una segunda cinta transportadora ascendente extrae los quesos del depósito de salado, continuando hasta la siguiente etapa. La velocidad de los quesos se puede regular, en función del nivel de sal (NaCl) que vaya a absorber. Esta modalidad suele ir dotada de un sistema de filtro y tratamiento de la salmuera, para evitar el deterioro de la misma y que no afecte negativamente a los quesos. Los elementos de este tipo de saladero están fabricados en su totalidad en acero inoxidable AISI 316.

Esta modalidad suele ir dotada de un sistema de filtros (filtro de tierra de diatomeas, microfiltración, etc.) y tratamientos de la salmuera (pasteurizador de salmuera en material resistente a la salmuera caliente), para evitar el deterioro microbiológico de la misma, para que no afecte negativamente a los quesos y su durabilidad sea elevada.



Figura 70. Saladero continuo

#### 4.15.11 Cámaras

Una vez obtenida la cuajada, todos los quesos, excepto los frescos, van a sufrir en su interior una serie de modificaciones microbiológicas, químicas y físicas, que van a dar lugar al producto final. Estos cambios se basan principalmente en la degradación de la lactosa y fenómenos de proteólisis y lipólisis, que según el desarrollo que siga va a ofrecer unas características morfológicas, visuales y organolépticas características.

Para este desarrollo madurativo, el queso debe pasar por una serie de fases en cámaras con distintas condiciones (temperatura, humedad, ventilación, renovación de aire y tiempo de maduración), que van a dar lugar a un desarrollo distinto en cada una de ellas. Estas etapas van a ser diferentes en función del tipo de queso que se elabore.

En el caso de un queso enzimático madurado, en primer lugar, se destina a una **cámara de oreo**, donde se realiza un control de temperatura (8 - 12 °C) y humedad relativa (75 - 85 % HR) y donde se va a perder cierto porcentaje de humedad inicial. En segundo lugar, el queso pasa a la **cámara de maduración**, donde se realiza un control de la temperatura (6 - 16 °C), de la humedad relativa (60 - 90 % HR), de la velocidad de aire (< 0.25 m/seg) y de la renovación de aire de 15 a 60 vol/día. Estas fases son generales, pero otros tipos de quesos, como por ejemplo el queso fresco, que solo se mantiene en **cámara de conservación** a temperatura de 3 - 5 °C, o los quesos enzimáticos de larga maduración, que además de todas estas etapas comentadas, se recomienda que permanezcan finalmente en una **cámara de mantenimiento** a una temperatura de 3 - 8 °C, y humedad relativa superior al 90 %, para que el producto conserve sus características óptimas finales, con la mínima merma posible.

Tipo de Cámara	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Permanencia (días)	Velocidad de aire (m/s)	Renovación de aire
Oreo	8-12	75-85	2-15	0.5	Sin renovación de aire
Maduración Enzimática	6-16	60-90	7-180	< 0.25	15-60/día
Maduración Láctica	8-12	85-95	2-30	Mínima/estática	Según tipo de queso
Conservación	3-5	Sin control	Según mercado	Sin control	Sin control
Mantenimiento (curados)	3-8	> 90	Según mercado	Sin control	Sin control

Tabla 3. Condiciones de cámaras en instalaciones lácteas

Cuando se diseña una cámara frigorífica se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- ▶ Las cámaras deben ser **suficientes y con capacidad adecuada** para el volumen de mercancía que se va a almacenar, garantizando una separación suficiente entre productos envasados y los que no lo están. La correcta separación entre quesos es muy importante, ya que va a permitir una aireación óptima de los mismos.
- ▶ Cálculo de **volumen de cámaras**:

- **Cámara de conservación:** 
$$\text{Volumen} = \frac{\left(\frac{\text{kg de queso}}{\text{día}}\right) \times 2 \text{ días}}{D \text{ (kg/m}^3\text{)}} \times F$$

- **Cámara de maduración:** 
$$\text{Volumen} = \frac{\left(\frac{\text{kg de queso}}{\text{semana}}\right) \times \text{semanas de maduración}}{D \text{ (kg/m}^3\text{)}} \times F$$

- **D: densidad de carga.** Depende del sistema de almacenamiento de los quesos. A continuación, se disponen valores medios de densidad de carga para los sistemas más habituales, teniendo en cuenta pasillos y el volumen de cámara necesario para la circulación de aire.

Cajas: 80 kg/m<sup>3</sup>

Estanterías: 60 kg/m<sup>3</sup>

Para quesos de coagulación enzimática se recomienda realizar el almacenamiento poniendo entre 60 y 75 kg de queso por metro cúbico de cámara, siendo menor en los quesos de maduración láctica (entre 45 - 50 kg), debido a su menor tamaño y al mayor volumen de circulación debido a su tipología de almacenamiento.

- **F: factor de mayoración.** Permite tener en cuenta sobreproducciones, necesidades circunstanciales de aumento de tiempo de maduración e incrementos de rendimiento de la leche. Para quesos frescos y otros productos de corta vida útil, se estima en un 10 %. En cambio, para quesos madurados, cuya estancia en la cámara es más prolongada y por lo tanto la incertidumbre es mayor, se estima en un 25 %.
- La **superficie** de las cámaras ( $m^2$ ) se puede determinar dividiendo el volumen de cámaras entre la altura interna de la misma. Para cámaras cuyo volteo es manual, la altura libre recomendada oscila entre 2.5 - 3.2 metros.

Además, se deben tener en cuenta que:

- Las superficies de la cámara (paredes, suelos, techos y puertas), deben cumplir los mismos requisitos que el resto de superficies del establecimiento.
- Los motores de las cámaras deben estar situados externamente, ya que presentan una difícil limpieza, irradian calor y contaminación en su entorno.
- Las cámaras deben disponer de termómetros y sistemas de control de humedad, de fácil lectura y correctamente calibrados.
- Las materias primas y productos terminados, deben almacenarse en cámaras distintas y correctamente ordenados, identificados, evitando su contacto con el suelo.

Antes de explicar los distintos componentes de una cámara frigorífica, se va a desarrollar el procedimiento más común de generación de frío, constituido por un circuito cerrado, a través del cual circula un fluido refrigerante o frigorígeno, encargado de absorber y transmitir el calor (energía). Este fluido puede ser de distintos tipos (Tetrafluoroetano – R134a, Amoniaco – R717, etc.) y debe cumplir una serie de características como:

- Bajo volumen específico, que permita su paso por el compresor y las conducciones.
- Presión y temperatura de trabajo moderada.
- Temperatura de congelación baja.
- Sin efectos secundarios en humanos (baja toxicidad).
- Disponible y de coste reducido.

Inicialmente el refrigerante en forma gaseosa es aspirado por el **compresor** para elevar su presión y con ello su temperatura entre 15 y 20 °C por encima de la temperatura ambiental y así poder ceder el calor al ambiente en el intercambiador exterior (**condensador**). Esa cesión de calor hace que el refrigerante pase a estado líquido, conduciendolo a la **válvula de expansión termostática**.

Esta válvula es la encargada de realizar una caída de presión en el refrigerante antes de entrar al **evaporador** (componente que se encuentra en el interior de la cámara), con esta disminución la presión disminuye y con ello la temperatura (al igual que el compresor es el encargado de aumentarla, la válvula de expansión es la encargada de disminuirla) hasta 8 - 10 °C por debajo de la temperatura interior de la cámara. Con este efecto el refrigerante es capaz de evaporarse y poder absorber calor del aire y con ello disminuir la temperatura de la cámara. El refrigerante que sale del evaporador en forma gaseosa y recalentado, es absorbido por el compresor y se inicia nuevamente el ciclo de refrigeración.

Todas las cámaras para quesos presentan unas condiciones distintas en función de la tipología y estadio en el que se encuentren (temperatura, humedad relativa y velocidad de aire, principalmente), sin embargo, los elementos que las constituyen son comunes en la mayoría de los casos. A continuación, se detallan los principales componentes de una cámara.

## Evaporador

Intercambiador de calor cuya función es realizar la transmisión de temperatura desde el medio que se enfría (interior de la cámara) hasta el fluido refrigerante, produciendo de esta manera frío.

Este equipo tiene gran importancia, ya que va a influir directamente sobre las características sensoriales del queso. Los principales **tipos de evaporadores** que se utilizan en la instalación de cámaras en queserías son:

- ▶ **Plafón.** Evaporador muy utilizado en cámaras de refrigeración de volumen elevado.

Presenta doble distribución lateral de aire, con estructura plana y baja altura, ideales para colocación central en techos de cámaras, consiguiendo de esta manera una distribución homogénea del aire por todo el interior del recinto.

La baja altura que presenta el equipo, permite la colocación de estanterías de mayor altura. Está construido normalmente en aluminio o acero inoxidable AISI 304.

La parte interna presenta distintos ventiladores helicoidales con rejillas de protección.

Este evaporador lanza aire por ambos laterales con una velocidad determinada, en función del tipo de cámara que nos encontremos y lo aspira por la zona central para su acondicionamiento.



Figura 71. Evaporador plafón

- ▶ **Cuña.** Este tipo de evaporador se utiliza principalmente en cámaras de menores dimensiones, ya que la estructura triangular que presenta, permite su colocación en un lateral de la cámara aprovechando el ángulo de 90° existente. Se suelen construir en aluminio o acero inoxidable AISI 304. La parte interna presenta distintos ventiladores helicoidales con rejillas de protección.

Genera una única corriente de ventilación, lanzado por la parte frontal y absorbida por la parte inferior.



Figura 72. Evaporador cuña

- ▶ **Estático.** Su instalación se recomienda en cámaras de dimensiones reducidas o para almacenamiento de quesos de coagulación láctica, ya que requieren una alta humedad y velocidad de circulación de aire muy baja, para evitar la desecación externa del producto y facilitar la implantación del moho en la superficie. Puede estar diseñado con una instalación conjunta con bandeja de goteo y desagüe construida en aluminio prelacado.
- ▶ **Híbrido.** Este sistema es una combinación de un evaporador de plafón y estático, ya que presenta una estructura plana con los extremos inclinados. Presenta doble distribución lateral de aire, con estructura plana y baja altura, ideales para colocación central en techos de cámaras, consiguiendo de esta manera una distribución homogénea del aire por todo el interior del recinto. La baja altura que presenta, permite la colocación de estanterías de mayor altura. Está construido en aluminio o acero inoxidable AISI 304 pintado en poliéster color blanco de alta resistencia. Los extremos inclinados presentan distintos ventiladores helicoidales con rejillas de protección. El funcionamiento de este dispositivo consiste en lanzar aire por ambos laterales con una velocidad determinada, en función del tipo de cámara que nos encontremos, principalmente de afinado, y aspirarlo por los extremos inclinados, para su acondicionamiento y continuo lanzamiento.



Figura 73. Evaporador estático



Figura 74. Evaporador híbrido

- ▶ **Cúbico.** Es el modelo utilizado tradicionalmente, también denominado evaporador cúbico axial. Presenta una estructura cúbica rectangular, ocupando normalmente un espacio elevado en la cámara. Construido en aluminio o acero inoxidable AISI 304. La estructura suele ser compacta y de gran rigidez para evitar vibraciones. Presenta en la parte frontal distintos ventiladores helicoidales con rejillas de protección. Estos evaporadores presentan un alto rendimiento, ya que mueven un gran volumen de aire, la distribución de aire es lineal y la velocidad de circulación es muy alta, no siendo por ello los más apropiados para la instalación en cámaras de quesos, puesto que provocan una desecación excesiva.



Figura 75. Evaporador cúbico

En muchos casos, se coloca un dispositivo tubular o rectangular, a la salida del aire del evaporador cúbico, con aberturas laterales, cuyo objetivo es disminuir la velocidad y aumentar la difusión del mismo.

Se puede encontrar también una variante dentro de esta tipología, denominado evaporador cúbico centrífugo.

El diseño y estructura es semejante al evaporador axial, sin embargo, realiza una distribución de aire a través de **conductos o mangas**, de una manera más uniforme. Las mangas o toberas, son tubos perforados, que pueden estar contruidos en distintos materiales. En función de la tipología de queso que se esté elaborando, se necesitará un formato y tamaño de poro determinado, para que el suministro de aire no sea excesivo. Como inconvenientes, destacar que presenta un volumen considerable y requiere un control en el mantenimiento y limpieza por el crecimiento de mohos y levaduras en su interior.



Figura 76. Evaporador cúbico con mangas

Los materiales con que estén contruidos los equipos de las cámaras deben poseer un carácter anticorrosivo importante, debido al ambiente que existe en el interior del espacio. Se debe utilizar principalmente acero inoxidable AISI 304 o 316 tanto en las aletas como las baterías del evaporador, ya que otros materiales (aluminio, cobre...) dan lugar a oxidaciones y roturas, ocasionando una fuga del fluido refrigerante y causando contaminaciones del producto, así como la reincorporación del fluido refrigerante, normalmente de elevado coste.

La colocación del evaporador y de otros elementos auxiliares en el diseño de cámaras es muy importante, ya que una disposición errónea puede dar lugar a problemas en la uniformidad de la distribución de aire. Un claro ejemplo es la colocación de luminarias estiradas o plafones de luz, cuya colocación con respecto a la corriente de aire del evaporador debe ser perpendicular, ya que una orientación horizontal bloquea el flujo de aire desviando la corriente hacia otra zona indeseada.

También se debe tener en cuenta la disposición de las sondas o sensores de temperatura y humedad, ya que no se deben colocar frente a la corriente de aire que genera el evaporador, puesto que la temperatura y humedad no son representativas de la cámara. Así pues, los sensores deben colocarse bajo el evaporador, donde se aspira el aire de retorno y cuya temperatura y humedad, si muestran las condiciones reales en la cámara.

## Condensador

Este dispositivo es un intercambiador de calor, donde se produce una condensación del fluido frigorígeno en estado gaseoso cuando sale del compresor. Debe poseer la capacidad de extraer y expulsar el calor (energía) absorbida en el evaporador. Este componente debe ser sobredimensionado en lugares con temperaturas altas.

Las unidades condensadoras son la suma del condensador y compresor, lo que se suele denominar unidad exterior. Los principales tipos utilizados en la instalación de cámaras en queserías son:

- ▶ **Herméticos.** Esta tipología se encuentra recubierta por una carcasa, lo cual supone una ventaja al ocupar menor espacio y generar menor ruido, en las inmediaciones. Sin embargo, supone mayor problema a la hora del mantenimiento y la reparación. Presenta un rendimiento medio, por lo que se recomienda para cámaras de pequeñas dimensiones.
- ▶ **Semi-herméticos.** No están recubiertas en su totalidad por carcasa, por lo que generan mayor ruido y vibración. Sin embargo, tienen mayor vida de funcionamiento y muy buen rendimiento, ya que su mantenimiento en caso de avería es más fácil.
- ▶ **Tropicalizados.** Este sistema está adaptado con baterías de mayor tamaño, para zonas donde la temperatura exterior es muy elevada, por lo que mantiene un rendimiento adecuado.
- ▶ **Centrales frigoríficas.** Se trata de instalaciones centralizadas donde una central alimenta varias cámaras o servicios de refrigeración (mayor eficiencia en el consumo). Se utilizan en cámaras de grandes dimensiones, con varios compresores en paralelo y permiten seguir trabajando en caso de avería por lo que aumenta la fiabilidad. Este tipo de condensador puede utilizarse en función de las necesidades de la quesería en un determinado momento, presentando por tanto una mayor eficiencia. En caso de fuga de refrigerante la reparación puede ser muy costosa.



Figura 77. Compresores en paralelo de central frigorífica

## Sistema de control

Permite regular los parámetros a controlar en el interior de la cámara, principalmente temperatura y humedad. Debe ser fiable, rápido e intuitivo. En una pantalla debe mostrar de forma sencilla y rápida los valores de los parámetros comentados anteriormente.



Figura 78. Sistema de control de cámaras

## Sistema de renovación de aire

Debe estar constituido principalmente por un panel de control, que permita controlar la velocidad de renovación de aire, un sistema de filtrado, en función de la tipología de producto que se esté elaborando y un sistema de sobrepresión que evite la entrada de suciedad o microorganismos a la sala, que pueda dar lugar a contaminaciones del producto.

## Sistema de recuperación de calor

Con el objetivo de alcanzar mayor eficiencia energética, cada vez más importante en las industrias alimentarias, se instalan sistemas para la recuperación de energía. Cuando de una cámara frigorífica se extrae para su renovación aire ya climatizado para expulsarlo al exterior y se introduce aire nuevo (más caliente), se está haciendo trabajar más al equipo frigorífico. Por este motivo es conveniente la instalación de una sección de recuperación de calor, en el que se enfría el aire nuevo con el expulsado del interior de la cámara y en invierno a la inversa.

## Sistema de humidificación

Los quesos son productos que evolucionan constantemente, por lo que es de vital importancia controlar los niveles de humedad que existen en la cámara, mediante la instalación de los diferentes dispositivos:

- ▶ **Humidificadores adiabáticos.** Equipos económicos que completan normalmente las necesidades de regulación de humedad de las cámaras frigoríficas. Se deben ubicar adecuadamente con el objetivo de alcanzar la mayor homogeneidad posible ya que la aplicación de humedad se hace de manera localizada. Suelen tener una corta vida útil y producen la saturación del ambiente.



Figura 79. Humidificador adiabático

- ▶ **Pulverizadores bajo presión.** Este sistema consiste en la instalación de tuberías de polietileno por la periferia de la cámara con distintos puntos donde se distribuye agua en muy pequeñas gotas, mediante pulverización.

El control se realiza a través de una electroválvula, que va a regular el caudal de presión en el sistema. Se alcanza una humedad más homogénea y menor saturación en la cámara que con los humidificadores adiabáticos.

Sin embargo, presenta una desventaja y es que puede dar lugar al mojado del producto si el mantenimiento no es adecuado, lo cual puede favorecer el deterioro del mismo.

La instalación es muy sencilla y presenta una larga vida útil.

- **Nebulizadores a alta presión.** Es un dispositivo muy similar al anterior, diferenciándose principalmente en el tamaño de gota, que es mucho menor, obteniéndose una uniformidad de humedad mayor y evitando el mojado del queso en mayor medida.

Requiere de la instalación de un sistema generador de presión, de en torno a los 70 bares.

La instalación es muy sencilla y presenta una larga vida útil.

Son de gran importancia en cámaras de quesos de coagulación láctica, ya que requieren de un elevado contenido en humedad.

En la mayoría de los casos, se requiere un complejo sistema de acondicionamiento de aire para mantener las condiciones necesarias de humedad y temperatura en la cámara ya que se tiene que eliminar humedad, lo que será difícil si el aire ambiente tiene una humedad relativa alta.

Se debe retirar por refrigeración la humedad del aire que se incorpora a la cámara, y a continuación rehumidificarlo de manera controlada y calentarlo hasta las condiciones de temperatura deseadas.



Figura 80. Cámara con nebulización

## Paneles

Las paredes y techos de las cámaras se suelen construir con paneles sándwich, cuya función principal es el aislamiento térmico. Además, pueden aportar: aislamiento acústico, propiedad de compartimentación, impermeabilidad al agua, aire, etc.

Normalmente, el panel está constituido por dos láminas externas metálicas, que contienen a una capa interna del material aislante. Este puede ser de distintos materiales, pero los más utilizados son poliestireno expandido y espuma de poliuretano. Los paneles se fijan a la estructura mediante tornillos, clips, pletinas, etc.

Otra característica importante de los paneles, es la presencia de juntas o uniones entre ellos que permiten a cada panel unirse con el resto de paneles colindantes. El diseño y estructura de estas juntas es distinta según el fabricante. En los últimos años han aparecido diversos formatos de uniones entre paneles, destacando un nuevo sistema que permite conseguir una fijación más firme al presentar un gancho que une ambos paneles mediante el accionamiento de una llave externa. El cierre o abertura de la llave se realiza a través de un orificio, que se cubre para evitar posibles contaminaciones.

El material metálico que recubre externamente al aislante, puede estar acabado con un recubrimiento lacado o con plastisol. El plastisol, confiere mayor durabilidad y resistencia a los golpes y al ambiente corrosivo en la elaboración de productos lácteos.

Se pueden encontrar distintos espesores de paneles en función de las necesidades frigoríficas, que oscilan entre 4 - 10 cm. Espesores superiores se suelen destinar a cámaras de congelación.

## Estanterías y cajas

Para distribuir los quesos en las cámaras de conservación, oreo, maduración o mantenimiento se utilizan estanterías y/o cajas. Las estanterías normalmente están fabricadas de material plástico de uso alimentario, acero inoxidable o aluminio. Se recomienda el uso de estanterías para la disposición de quesos recién elaborados (cámara de oreo) o cuyas necesidades de volteo son elevadas (primeras semanas de maduración). Deben ser fácilmente desmontables y que permitan la aireación de los quesos sin deformarlos excesivamente.



Figura 81. Estanterías de material plástico



Figura 82. Estanterías de acero inoxidable y plástico



Figura 83. Rejillas de acero inoxidable

Las cajas normalmente están fabricadas de material plástico de uso alimentario y son utilizadas, además, para el transporte de los quesos, moldes, etc., durante el proceso de elaboración. Existe una gran diversidad de modelos y deben permitir la introducción de aire sin marcar en demasía la corteza de los quesos.



Figura 84. Maduración de quesos en cajas

## Volteador de cajas

El volteo de los quesos se debe realizar tras el salado, siendo más frecuente cuanto menos acortezado se encuentren los mismos. De este modo, durante oreo y maduración es una actividad que conlleva una elevada mano de obra. Para minimizar el tiempo de esta operación se disponen de volteadores automáticos.



Figura 85. Volteador de cajas



Figura 86. Cajas para volteo automático

## Desagües

Es muy importante que sean desmontables, para su fácil limpieza y mantenimiento, así como que dispongan de sifón para evitar el retorno de fluidos y malos olores que puedan afectar a los quesos. Se debe evitar la instalación de sumideros abiertos en cámaras (se recomiendan que sean estancos, que se abran solo para su uso), ya que pueden actuar como acúmulo de suciedad y bacterias, pudiendo dar lugar a posibles contaminaciones futuras.

### 4.15.12 Fundidora

La elaboración de quesos fundidos permite la diversificación de la producción láctea tradicional, basada en la transformación de quesos frescos y madurados, y el aprovechamiento de quesos con defectos comerciales (deformaciones, grietas, manchas, etc.).

Para la obtención de dicho producto, se utiliza un equipo denominado fundidora, que puede aplicar una temperatura alta (80 - 85 °C) y homogeneizar constantemente una mezcla de queso con una serie de materias primas auxiliares como sales fundentes, principalmente fosfatos monos, di y trisódicos, agua o sorbato potásico. El diseño y estructura varía en función de la empresa fabricante. No obstante, suelen aplicar un calentamiento indirecto, a través de una camisa de agua caliente o vapor sobre un recipiente de acero inoxidable, para evitar la reacción de Maillard. Al mismo tiempo se homogeneiza la mezcla mediante un rascador que gira constantemente, en cuyo extremo habitualmente se dispone teflón.



Figura 87. Fundidora de queso

### 4.15.13 Expedición

Una vez el producto se encuentre terminado, listo para su consumo, normalmente se realizan una serie de operaciones finales, de etiquetado, envasado, mejora del aspecto visual del queso o de su vida útil. Entre los equipos para llevar a cabo dichas operaciones describen los más habituales:

#### Cepilladora de queso

Se utiliza principalmente en quesos madurados, que en algunas ocasiones desarrollan en la corteza mohos, levaduras, etc., no deseados. Normalmente está fabricada en acero inoxidable y los cepillos están constituidos por fibras de nylon. Suelen incluir la posibilidad de completar el cepillado con agua, aceite de oliva y otros tratamientos superficiales. Pueden disponer de accionamiento manual o con distinto grado de automatismos.



Figura 88. Cepilladora de queso de accionamiento manual



Figura 89. Cepilladora de queso automática

#### Equipo de pintado - plastificado

Aplican a la corteza tratamientos antifúngicos y/o pinturas plásticas. Suelen estar dotados de un sistema de autolavado y su diseño es variable, en función del fabricante, aunque suele estar compuesto por:

- ▶ **Túnel.** Los quesos circulan a través de una cinta transportadora, mientras que se les está aplicando el tratamiento superficial (antifúngico, plastificantes, etc.). Disponen también de un sistema de ventilación para forzar el secado y escurrido del líquido sobrante.
- ▶ **Compartimento inferior.** Compuesto por depósitos de pintura y agua, las bombas de impulsión y el ventilador de escurrido.

- ▶ **Envasadora al vacío.** Este tipo de envasado protege de forma efectiva de las influencias del medio ambiente, tanto si se trata de quesos enteros, de trozos o cuñas, aumentando considerablemente su vida útil. Consta de una bomba de vacío, que extrae el aire del envase (habitualmente bolsa de plástico) en el que se encuentra el producto, entrada de gas (para atmósfera modificada), una barra de soldadura y un programador que permite regular el tiempo de extracción del aire, inyección de gas y calentamiento del sellado. El envasado del vacío es ampliamente utilizado en mitades y cuñas.



Figura 90. Envasadora al vacío

- ▶ **Termoselladora.** Presentan diseños, formatos y grado de automatización variables, en función del fabricante y del tipo de queso que queramos envasar. El queso u otro producto lácteo se incluye en el envase, formado in situ, partiendo de una lámina plástica (termoformadoras) o fabricado externamente (envase rígido).



Figura 91. Termoformadora termoselladora



Figura 92. Termoselladora

En este último caso, se debe diseñar un molde para la termoselladora específico, ya que se debe adaptar a la geometría del envase a utilizar. Posteriormente, el borde superior del envase es sometido al termosellado de una lámina plástica (o de aluminio) mientras que se realiza el vacío y/o se inyecta gas inerte (atmósfera modificada). Para finalizar se realiza el corte de la lámina sobrante por el exterior del envase.

Este equipo es idóneo para el envasado de productos cuya vida útil es más corta, como quesos frescos, yogures o postres lácteos ya que el vacío o atmósfera modificada no los deforma al disponerse en un envase rígido.

- ▶ **Máquina retractiladora.** El retractilado se emplea habitualmente en el envasado de quesos madurados. Se basa en la contracción de las bolsas plásticas del envasado al vacío, adaptándose a la forma del producto. Dicha contracción se puede ocasionar por duchado o inmersión con agua a elevada temperatura, próxima a ebullición. También se pueden encontrar equipos a nivel industrial, con la misma función, pero con accesorios que confieren al equipo mayor productividad (cinta transportadora, control de temperatura, entrada automática de agua, etc.).



Figura 93. Retractiladora

## 4.16 SISTEMAS AUXILIARES

Para que una industria láctea realice su actividad correctamente, es muy importante llevar a cabo un diseño adecuado de las instalaciones auxiliares que, aunque no participan directamente en la elaboración de los productos lácteos, van a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinaria del proceso. A continuación, se detallan algunos de gran relevancia.

### 4.16.1 Limpieza de equipos e instalaciones

Para hacer frente a las elevadas exigencias sanitarias que requiere la industria alimentaria es necesario tanto la limpieza de los equipos y maquinaria de procesado, como el establecimiento de buenas prácticas de higiene y manipulación por parte de los trabajadores.

La limpieza implica la eliminación total de restos orgánicos u otros restos visibles y conlleva un importante consumo de agua y energía en la industria, así como la generación de un elevado volumen de aguas residuales. Por otro lado, la desinfección involucra la eliminación de microorganismos patógenos que pueden ocasionar enfermedades y no patógenos, que influyen negativamente en la calidad del alimento.

La limpieza y desinfección se pueden llevar a cabo de forma simultánea, o sucesivamente (primero limpieza y después desinfección), en función de los productos utilizados.

Estas operaciones se pueden ejecutar de forma manual o automatizada. Cada vez más en las industrias lácteas se están implantando sistemas de limpieza automáticos, como es el denominado CIP (*Cleaning In Place*), que significa limpieza *in situ*. Este sistema permite realizar la limpieza y desinfección automáticamente, empleándose en equipos y depósitos cerrados mediante la recirculación de agua en combinación con productos químicos, durante un tiempo y a una temperatura adaptada para optimizar su actividad.



Figura 94. Equipo CIP

El Sistema CIP, está constituido por una serie de componentes, variables en función de la industria:

- Depósito de Agua Recuperada. Almacena agua procedente del enjuague final con agua limpia después del lavado anterior.
- Depósito de Solución Alcalina. Almacena la solución de limpieza alcalina.
- Depósito de Solución Ácida. Almacena la solución de limpieza ácida.
- Depósito de Agua Limpia. Almacena agua limpia para los enjuagues intermedio y final.
- Depósito de Desinfectante. Almacena el producto desinfectante. No está presente en algunos CIP.
- Bomba o bombas de impulsión, según el número de líneas de limpieza.
- Válvulas e interconexiones.

#### 4.16.2 Producción de calor

La demanda energética o de calor en las industrias lácteas se satisface en su mayor parte, mediante la utilización de vapor de agua o agua caliente, según las necesidades de la operación y del proceso.

Normalmente, el vapor se produce en calderas y posteriormente se distribuye a través de tuberías o conductos, a los distintos puntos de utilización en la industria. Una caldera es un equipo donde el calor que procede de una fuente de energía, principalmente gasoil (líquido), gas natural (gaseoso) y biocombustible (sólido), se transforme en utilizable a través de un medio líquido o gaseoso (vapor).

El agua utilizada en las calderas no requiere un control higiénico-sanitario exigente, ya que no es para consumo humano. Sin embargo, se debe controlar el contenido en carbonatos y sulfatos, ya que niveles elevados, dan lugar a depósitos salinos en calderas y tuberías, dificultando la transmisión calorífica.



Figura 95. Caldera de gasoil

Para la producción de calor, podemos encontrar distintas clasificaciones de calderas según multitud de factores, entre ellos el tipo de combustible utilizado. En torno al 85 - 90 % de queserías utilizan calderas de gasoil, debido al alto rendimiento energético obtenido.

A continuación, se explican los componentes y funcionamiento de una caldera.

- **Depósito de combustible.** Tanque donde se almacena el combustible, que posteriormente se utiliza para obtener energía y calentar un medio líquido, que se destina al suministro energético del proceso. Debe colocarse en un lugar que garantice la seguridad del mismo, evitando posibles accidentes e incendios.
- **Quemador.** Dispositivo encargado de quemar el gasóleo en este caso, o cualquier otro tipo de combustible. Está constituido por una entrada de aire, que incide sobre un mechero y alimenta a una corriente que introduce combustible al sistema.

- **Hogar o cámara de combustión.** Lugar donde se produce la ignición del combustible, alcanzando temperaturas muy altas, que van a calentar el sistema hidráulico del que está rodeado. En este punto se originan humos.
- **Circuito de humos.** Presenta dos funciones principales, la recogida de humos y traslado a la chimenea para su posterior eliminación y la recuperación de temperatura de los mismos para transferirla al sistema hidráulico, mejorando de esta forma el rendimiento energético. Esta recuperación térmica se consigue mediante el paso continuado de los humos a través de turbuladores, que son dispositivos que frenan el paso de los humos, obligando a transferir su energía a las paredes y de aquí al medio líquido, en la mayoría de los casos, agua.
- **Entrada de agua.** Consiste en la incorporación al equipo de agua a baja temperatura, la cual será calentada para que posteriormente se destine a otro equipo o instalación, produciendo el calentamiento del mismo. En el caso de queserías, el agua se envía a distintos equipos donde se aplica temperatura, como pueden ser: pasteurizador, cuba de cuajar, lactofermentador, etc.
- **Circuito de agua.** En esta parte se produce el intercambio de energía entre el combustible y el medio calorífico, normalmente agua. Debe estar diseñado correctamente, para que en el tiempo que pase el agua en dicho sistema alcance la temperatura deseada.
- **Salida de agua.** En este punto se extrae el agua del sistema, para destinarla al equipo del proceso que requiere del calentamiento.

#### 4.16.3 Producción de aire comprimido

El aire comprimido es un elemento muy común en todo tipo de instalación industrial. Normalmente se emplea para obtener trabajo mecánico, mediante el desplazamiento de un pistón o de un motor neumático, como puede ser la aplicación de presión en prensa o pre-prensa, la basculación de la cuba, para el equipo de limpieza a presión, termoselladora y equipos neumáticos de envasado, etc.

Se pueden emplear distintos sistemas de aire comprimido, dependiendo de los niveles de presión a utilizar y de la calidad del aire requerido. El aire comprimido puede ser alimentario o industrial, el primero sin aceite, agua y microorganismos y el segundo sin aceite y agua.

Los elementos principales que componen el equipo de producción de aire comprimido son: compresor, enfriador, deshumidificador, líneas de suministro y puntos de consumo con su regulador y filtro. Básicamente, el funcionamiento del compresor consiste en aspirar aire del medio en que se encuentra, comprimirlo en un volumen más pequeño y almacenarlo posteriormente en un depósito intermedio.



Figura 96. Compresor para instalaciones neumáticas

Los compresores se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Compresores de desplazamiento positivo.** Se distinguen varios subtipos: compresor alternativo, de paletas deslizantes, de anillo líquido, de lóbulos, de husillo, etc.

Los **compresores de desplazamiento positivo alternativos** son los más utilizados en las queserías de tamaño medio. La compresión del aire se consigue mediante el movimiento de uno o varios cilindros, colocados horizontal o verticalmente. Una vez esté almacenado el aire comprimido en el depósito, este se transmite mediante conductos a los distintos pistones, donde se va a ejercer el trabajo mecánico, principalmente en las aplicaciones comentadas anteriormente.

- **Compresores rotodinámicos o turbocompresores.** Dentro de este grupo destacan los compresores centrífugos.

#### 4.16.4 Material básico de laboratorio

A continuación, se describe el material básico que puede existir en un laboratorio de una instalación láctea. No siempre es necesario que exista todo el equipamiento que se muestra a continuación, ya que depende de las analíticas que se realizan en la fábrica y las que se remiten a laboratorios externos.

- ▶ **Medidor de pH o pHmetro.** Equipo de medición de pH y temperatura (°C), mediante la penetración del electrodo en el queso. Puede funcionar con batería o conectado a la red eléctrica. Se recomienda una sonda de penetración para sólidos (permite también la medición de líquidos), que se encuentre reforzada (acero inoxidable) y que disponga de compensación de temperatura.

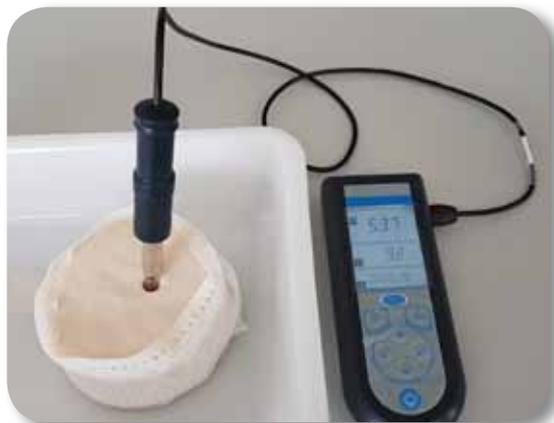


Figura 97. pHmetro con electrodo para queso

- ▶ **Butirómetro** para queso. Dispositivo para la determinación del contenido en grasa de queso por el método de pesada según Van Gulik.
- ▶ **Incubadora.** Estufa compacta por convección natural de aire caliente, para test de inhibidores principalmente.
- ▶ **Termómetro.** Permite el control rápido y sencillo de la temperatura, durante el proceso de fabricación como de producto acabado.
- ▶ **Balanza digital.** Permite realizar la pesada exacta de distintos componentes. Debe situarse sobre una mesa antivibraciones.
- ▶ **Otros elementos.** Pipetas, buretas, probetas, embudos, frascos lavadores, vasos de precipitado, matraces Erlenmeyer, vidrios de reloj, pipeteadores, pipetas Pasteur, matraces aforados, cucharillas, varillas agitadoras, dosificadores dispensadores, lactodensímetros, papel de filtro, etc.

## RESUMEN

El diseño e implantación de una industria láctea debe ser individualizado y adaptado a las necesidades reales de los productos elaborados. Antes de realizar cualquier inversión, se debe conocer el marco normativo, donde se establecerán una serie de requisitos que van a afectar a la construcción y distribución de la planta.

El carácter biológico y perecedero de las materias primas y del producto final elevan la complejidad del diseño de un centro de transformación de productos lácteos. Se debe asegurar que el proyecto y la ejecución de la planta permitan establecer los parámetros de control necesarios sobre el proceso productivo en áreas e instalaciones adecuadamente equipadas, posibilitando las correctas prácticas laborales y evitando los riesgos de contaminación.

El conocimiento de las distintas tipologías de instalaciones y equipos, comúnmente utilizadas en la elaboración de queso y otros derivados lácteos, y su interacción funcional, permite la elaboración de productos de calidad, posibilitando las prácticas tradicionales.

Todos estos aspectos conjugados constituyen la base para alcanzar la eficiencia productiva de la empresa.

## AUTOEVALUACIÓN

1.- Una industria con una organización lineal:

- a) Respeta la marcha hacia delante
- b) Se utiliza generalmente cuando existen distintos productos dentro de la industria
- c) No tiene acceso sobre dos caras de la edificación
- d) Es la forma de organización más compacta

2.- El acero inoxidable AISI 304

- a) Suele ser más barato que el acero inoxidable AISI 316
- b) Es recomendable en las instalaciones que trabajen con cloruro sódico
- c) Tiene molibdeno
- d) Es de fácil limpieza y desinfección, pero no se usa en la industria láctea

3.- En los suelos de una industria láctea

- a) Se debe evitar la disposición de una pendiente para la correcta instalación de los equipos
- b) Se ha de disponer una pendiente mínima del 8 % para la evacuación de los efluentes al desagüe
- c) No se disponen uniones de paredes a suelo redondeadas
- d) Los desagües deben estar sifonados

4.- El tratamiento de pasteurización:

- a) La pasteurización lenta consiste en el calentamiento de la leche a 62-65°C durante 60 minutos
- b) En las grandes industrias se utiliza la pasteurización baja para disminuir la pérdida de las características organolépticas de la leche
- c) La pasteurización alta se realiza mediante el uso de un intercambiador de placas
- d) En la sección de mantenimiento de un pasteurizador, un sensor determina el tiempo de estancia de la leche para que sea superior a 15-20 segundos

5.- En la elaboración de productos lácteos, la cuba:

- a) Es el equipo donde se lleva a cabo las operaciones básicas de refrigeración de la leche, coagulación y corte
- b) Se puede disponer sobre una plataforma solamente si es de tipo doble cero
- c) Puede ser mecanizada, para la agitación y corte si se trata de una cuba de media luna
- d) Doble cero no requiere el cambio o sustitución de las palas y liras entre operaciones de agitación y corte

6.- La longitud máxima recomendada de una prensa horizontal para que haya uniformidad durante el prensado debe ser:

- a) No más de 3 metros
- b) No importa la longitud de la prensa
- c) No más de 5 metros
- d) La longitud va en función del tipo de queso

7.- ¿Qué tipos de cámaras frigoríficas serían idóneas en queserías?

- a) Para queso fresco, cámara de oreo y mantenimiento
- b) Para queso semicurado, cámara de oreo y conservación
- c) Para postres lácteos refrigerados, cámara de mantenimiento
- d) Para quesos madurados cámara de oreo, cámara de maduración y cámara de mantenimiento

8.- Sobre las condiciones habituales de trabajo de una cámara en cuanto a temperatura y/o humedad relativa de las cámaras

- a) Cámara de mantenimiento 8 - 12 °C y más del 90 % HR
- b) Cámara de oreo 2 - 3 °C y más del 95 % HR
- c) Cámara de conservación 3 - 5 °C
- d) No importa la temperatura ni la HR, se extrae del aire exterior

9.- La ventilación de la cámara de maduración:

- a) Es preferible ventilar por depresión
- b) Se debe evitar tomar el aire de la zona norte
- c) Es imprescindible a partir de 20 días de estancia
- d) Se realiza automáticamente una vez al año

10.- En una cámara de maduración:

- a) No es necesario regular las renovaciones de aire
- b) La velocidad de aire mínima debe ser de 1 m/s
- c) De forma general la HR debe ser menor del 75 % y la temperatura de 12 °C para un acortezamiento adecuado
- d) Se puede disponer un evaporador estático para la maduración de quesos de coagulación láctica



**AGRICULTURA**



**GANADERIA**



**FORMACIÓN**



**PESCA Y ACUICULTURA**



**Junta de Andalucía**