

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: DISEÑO DE UNA PLANTA DE  
MADURACIÓN DE QUESO DE LECHE  
DE OVEJA TIPO MANCHEGO

Autora: Sandra SÁNCHEZ FERNÁNDEZ

Fecha: Octubre 2007







# **ÍNDICE PROYECTO FIN DE CARRERA**

<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....</b>	<b>161</b>
<b>3. SISTEMA APPCC .....</b>	<b>273</b>
<b>4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....</b>	<b>319</b>
<b>5. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>379</b>
<b>6. PRESUPUESTO.....</b>	<b>433</b>
<b>7. PLANOS.....</b>	<b>467</b>

---

---

**MEMORIA**

**DESCRIPTIVA**

---

---

# ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>12</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO.....</b>	<b>14</b>
4.1. PROCESO COMPLETO DE ELABORACIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO .....	15
4.1.1. Ordeño y almacenamiento de la leche a baja temperatura .....	15
4.1.2. Recepción de la leche por la Industria Quesera .....	16
4.1.3. Tratamientos previos de la leche.....	16
4.1.3.1. Centrifugación .....	16
4.1.3.2. Normalización.....	16
4.1.4. Tratamiento térmico.....	17
4.1.5. Trabajo en cuba.....	17
4.1.5.1. Adición de cultivo.....	17
4.1.5.2. Adición de aditivos .....	18
4.1.5.3. Cuajado de la leche .....	18
4.1.5.4. Cortado.....	19
4.1.5.5. Calentamiento .....	19
4.1.6. Moldeo .....	20
4.1.7. Prensado .....	20
4.1.8. Salado.....	20
4.1.9. Maduración .....	21
4.1.10. Control de calidad .....	22
4.1.11. Tratamiento final y expedición .....	22
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO.....	22
4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS.....	23
4.3.1. Clasificación general.....	23
4.3.2. Clasificación de los quesos de leche de oveja tipo manchego .....	24
4.4. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD SENSORIAL DEL QUESO.....	25
4.4.1. Estandarización del proceso de Secado-Maduración .....	27
4.5. ALTERACIONES MÁS FRECUENTES EN LOS QUESOS .....	28
4.6. GARANTÍA DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO.....	30
<b>5. FUNDAMENTOS DE LAS OPERACIONES DE SECADO-MADURACIÓN .....</b>	<b>32</b>
5.1. OBJETIVOS E IMPORTANCIA DE LA DESECACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE QUESO.....	32

5.2.	PROCESOS QUE TIENEN LUGAR EN LA MADURACIÓN DE LOS QUESOS .....	33
5.2.1.	Procesos que afectan a la textura del queso .....	34
5.2.1.1.	Evolución de los parámetros de textura durante la maduración.....	34
5.2.2.	Procesos que afectan a la composición del queso .....	36
5.3.	INFLUENCIA DEL pH EN LA MADURACIÓN .....	42
5.4.	CONCEPTO DE ACTIVIDAD DEL AGUA ( $a_w$ ) .....	43
5.5.	PÉRDIDAS DE PESO Y EVOLUCIÓN DE LA HUMEDAD EN EL QUESO.....	44
5.6.	ELIMINACIÓN DE AGUA POR VÍA TÉRMICA .....	45
<b>6.</b>	<b>CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO-MADURACIÓN .....</b>	<b>46</b>
6.1.	CÁMARAS DE AMBIENTE CONTROLADO .....	46
6.2.	ELEMENTOS DE CONTROL.....	48
6.3.	VENTAJAS DE LA MADURACIÓN EN CÁMARAS CONTROLADAS .....	48
<b>7.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OPERACIONES DE SECADO Y MADURACIÓN .....</b>	<b>50</b>
7.1.	TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO.....	50
7.2.	CÁMARA DE MADURACIÓN .....	50
7.3.	TRATAMIENTOS INTERMEDIOS .....	51
7.4.	ACABADO.....	52
7.5.	CÁMARA DE CONSERVACIÓN .....	52
<b>8.</b>	<b>PROCESO DISEÑADO.....</b>	<b>53</b>
8.1.	PRODUCCIÓN.....	53
8.2.	TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO .....	53
8.2.1.	Selección .....	54
8.2.2.	Eliminación de la salmuera superficial .....	54
8.2.3.	Aceitado .....	54
8.2.4.	Paletización .....	55
8.3.	CÁMARA DE MADURACIÓN .....	55
8.3.1.	Etapas del proceso.....	55
8.3.2.	Número de cámaras de maduración .....	57
8.3.3.	Configuración de las cámaras de maduración.....	57
8.4.	TRATAMIENTOS INTERMEDIOS .....	58
8.4.1.	Volteo.....	58
8.4.2.	Cepillado .....	59
8.4.3.	Aceitado .....	59
8.4.4.	Línea de tratamiento.....	59
8.5.	ACABADO.....	60
8.5.1.	Tratamientos finales.....	60

8.5.2.	Etiquetado .....	61
8.5.3.	Empaquetado.....	62
8.6.	CÁMARA DE EXPEDICIÓN.....	62
8.7.	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD.....	63
8.8.	DISEÑO DE LAS SALAS REFRIGERADAS .....	64
8.8.1.	Elección del aislante térmico .....	64
8.8.2.	Espesores de aislante.....	65
8.8.3.	Potencias frigoríficas de las salas refrigeradas.....	65
8.8.4.	Caudal de aire de ventilación en cámaras de maduración.....	65
<b>9.</b>	<b>COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN .....</b>	<b>66</b>
9.1.	TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO.....	66
9.2.	CÁMARA DE MADURACIÓN .....	67
9.3.	TRATAMIENTOS INTERMEDIOS .....	74
9.4.	ACABADO.....	79
9.5.	SALA DE CONTROL Y OFICINA .....	80
<b>10.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN PLANTA.....</b>	<b>82</b>
10.1.	ACTIVIDADES DIARIAS DE LA PLANTA .....	82
10.2.	OTRAS ACTIVIDADES .....	87
10.2.1.	Aprovisionamiento.....	87
10.2.2.	Limpieza y desinfección .....	87
10.2.3.	Desinsectación y desratización .....	89
10.2.4.	Mantenimiento .....	91
<b>11.</b>	<b>RÉGIMEN DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>92</b>
11.1.	RÉGIMEN LABORAL .....	92
11.2.	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.....	92
<b>12.</b>	<b>SELECCIÓN DE MATERIALES .....</b>	<b>94</b>
12.1.	CERRAMIENTOS .....	94
12.2.	MAQUINARIA DE PROCESO.....	94
<b>13.</b>	<b>SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS .....</b>	<b>96</b>
13.1.	EQUIPOS Y UTENSILIOS PARA EL PROCESADO DE LAS PIEZAS.....	96
13.2.	EQUIPOS Y UTENSILIOS PARA EL TRANSPORTE DE LAS PIEZAS.....	110
13.3.	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.....	114
13.3.1.	Sala de salida de saladero, sala de tratamientos intermedios y acabado y cámara de expedición.....	114
13.3.2.	Cámaras de maduración .....	118
13.4.	SISTEMA DE VENTILACIÓN .....	120
13.5.	SISTEMA DE OPERACIÓN Y CONTROL.....	121

13.6. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD.....	122
13.7. EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO .....	129
13.8. EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.....	130
<b>14. MATERIAS PRIMAS .....</b>	<b>131</b>
14.1. QUESOS SALADOS .....	131
14.2. ACEITE FUNGICIDA DE AMPLIO ESPECTRO .....	131
14.3. AIRE .....	131
14.4. AGUA.....	132
14.5. DETERGENTE DESINFECTANTE EN POLVO.....	132
14.6. DESINFECTANTE DE AMPLIO ESPECTRO MICROBIANO .....	132
<b>15. SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS.....</b>	<b>134</b>
15.1. SUBPRODUCTOS .....	134
15.2. RESIDUOS SÓLIDOS .....	134
15.3. EFLUENTES LÍQUIDOS .....	134
15.4. EMISIONES GASEOSAS.....	135
15.5. OTRAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN .....	135
<b>16. SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.....</b>	<b>136</b>
<b>17. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>137</b>
<b>18. PREVENCIÓN DE RIESGOS ALIMENTARIOS .....</b>	<b>138</b>
18.1. SEGURIDAD E HIGIENE ALIMENTARIA .....	138
18.2. DISEÑO, HIGIENE Y SEGURIDAD SANITARIA EN LA PLANTA.....	138
18.3. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE ALIMENTARIA.....	141
<b>19. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....</b>	<b>142</b>
19.1. SEGURIDAD LABORAL.....	142
19.2. LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD LABORAL .....	144
<b>20. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>145</b>
20.1. CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN .....	145
20.2. NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO .....	145
20.3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS SECTORES DE INCENDIO ..	146
20.4. ESTABILIDAD Y RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	146
20.5. EVACUACIÓN .....	147
20.6. SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN.....	148
20.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	149
20.8. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	150



<b>21. LEGISLACIÓN.....</b>	<b>151</b>
21.1. LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	151
21.2. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE ALIMENTARIA.....	152
21.3. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL .....	154
21.4. LEGISLACIÓN EN SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	155
<b>22. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>156</b>
<b>23. DIRECCIONES DE INTERNET .....</b>	<b>159</b>



## 1. ANTECEDENTES

La Orden de 29 de Noviembre de 1.985 denomina queso al producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcialmente, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa.

Asimismo, se entiende por queso el conseguido mediante técnicas de elaboración que comprendan la coagulación de la leche y/o de materias obtenidas de la leche y que den un producto final que posea las mismas características del producto definido en el párrafo anterior y siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche.

La “Food and Agriculture Organization” (FAO) de las Naciones Unidas diseñó un código de principios que dio la siguiente definición: El queso es el producto fresco o madurado obtenido por drenaje (de líquido) tras la coagulación de la leche, nata, leche desnatada o parcialmente desnatada, grasa de la leche o una combinación de dichos ingredientes.

El queso de oveja es uno de los productos típicos de la gastronomía española. Su consumo se extiende a lo largo y ancho de la geografía española. Esto se debe a que la oveja produce la leche más apreciada en cuanto a su aplicación en la elaboración del queso; tiene más aroma que la leche de vaca, la cual es más neutra, con menos sabor. Estas características hacen del queso de oveja un producto con unas características organolépticas muy marcadas y peculiares, siendo las más importantes su mantecosidad y sabor profundo.

La leche de oveja se destina mayoritariamente a la producción de queso, que hasta hace relativamente poco tiempo, era fundamentalmente de tipo artesanal, fabricado por los propios pastores y dedicado al autoconsumo. Poco a poco adquirió el carácter de fabricación industrial, con la creación de queserías en las zonas de producción.

Así, el proceso de elaboración de queso ha experimentado tecnológicamente un cambio importante. La maduración del queso artesanal se realiza en cuevas o bodegas, y del industrial en cámaras cuyas condiciones son óptimas para propiciar la maduración. Sin embargo, el grado de maduración no pierde su significado, ya sea artesano o industrial, es fundamental en la valoración de las características gustativas finales del queso.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO. JUSTIFICACIÓN

Este Proyecto Fin de Carrera tiene como objetivo el diseño de una planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego, con una capacidad de producción de 1.000.000 kg queso/año. Asimismo, incluirá el cálculo y diseño de los equipos de acondicionamiento térmico y de humedad en la planta de maduración.

La justificación de este proyecto se basa en el interés suscitado en las empresas de elaboración tradicional de quesos por conocer los cambios a introducir en las plantas de maduración para optimizar el tamaño de las instalaciones, los tiempos de trabajo y mano de obra necesaria. De esta manera se consigue adaptar la tecnología existente en el mercado en este tipo de instalaciones, aproximándose así a la producción en serie, y siendo mucho más fácil alcanzar las condiciones finales óptimas de los quesos.

La elaboración del queso artesano ofrece algunos inconvenientes, entre los cuales destacan:

- **Disponibilidad de tiempo.** Los métodos de elaboración artesanal tradicionales precisan mucho tiempo por parte del quesero que, sumado, en la mayoría de los casos, al necesitado para el manejo de la explotación ganadera, requieren varias personas o el desarrollo de jornadas de trabajo muy prolongadas.
- **Requerimientos sanitarios.** La elaboración tradicional no garantiza en muchos casos un producto fiable desde el punto de vista sanitario. La defensa de la salud del consumidor requiere un control mediante la obligatoriedad del Número de Registro Sanitario. Para ello, la quesería debe pasar una inspección rigurosa previa, además de las periódicas, como en cualquier otra empresa agroalimentaria. Hay instalaciones artesanas tradicionales que no reúnen las condiciones requeridas, por lo que deben remodelarse o desaparecer.
- **Normalización.** En la fabricación artesanal no se puede asegurar que los quesos elaborados tengan la misma calidad, es decir, misma textura, sabor, etc.
- **Volumen de producción.** Buena parte de los quesos artesanos que se producen en España ven ligada su comercialización a períodos de tiempo determinados. Por otro lado, los circuitos comerciales habituales, bien directamente o a través de intermediarios, necesitan un abastecimiento continuado y suficiente, que no puede ser asegurado por las queserías artesanales, al no disponer de instalaciones adecuadas para la transformación de la cantidad requerida, en buenas condiciones de calidad y sanidad.

España es un país de gran tradición quesera y el uso de la tecnología existente en el mercado permite adaptar la producción artesanal a los nuevos tiempos. Además, la aplicación de un proceso tecnológicamente más avanzado posibilita la resolución de los principales problemas que surgen en la producción artesanal, ya que un punto de gran importancia para el consumidor es la calidad.

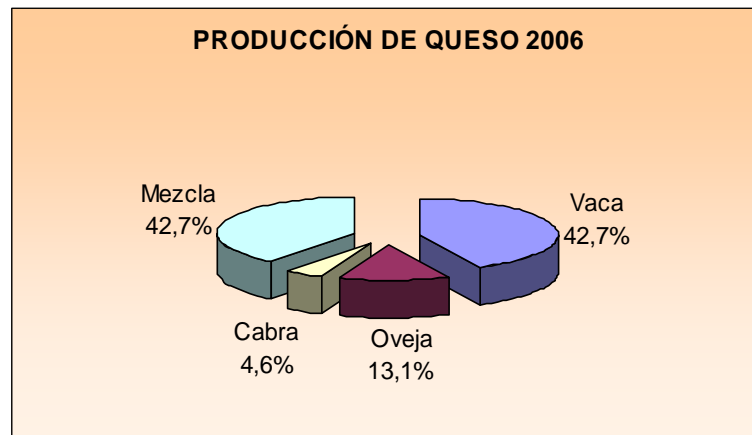
Las propiedades características de cada queso están influenciadas por la actividad de microorganismos, muy sensibles a las condiciones de ambiente, sobre todo a la temperatura, humedad y velocidad del aire. Por consiguiente, es imprescindible disponer de sistemas que permitan fijar estas condiciones tanto en verano como en invierno, para garantizar una producción de calidad lo más homogénea posible.

Los quesos españoles representan un 67 % del consumo total de quesos en nuestro país y se prevé que su presencia en la dieta sea cada vez más importante. Su consumo en España se situó aproximadamente en 10,20 kg por persona y año en 2.004, según datos difundidos por la Federación

Nacional de Industrias Lácteas (Fenil), frente a los 4,4 kg de 1.984, lo que implicó un incremento aproximado del 130 %.

La distribución de la producción de queso en España durante 2.006 se muestra en el siguiente gráfico:

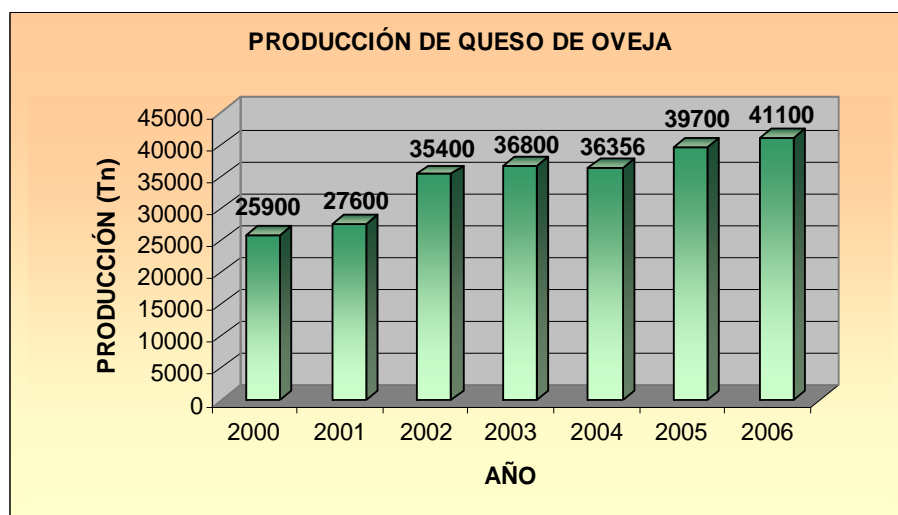
**Gráfico 1:**



Fuente: Federación Nacional de Industrias Lácteas.

En el siguiente diagrama se muestra la evolución de la producción de queso de oveja en los años 2.000-2.006 y en el que se observa que se trata de un sector en auge:

**Gráfico 2:**



Fuente: Federación Nacional de Industrias Lácteas.

### 3. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

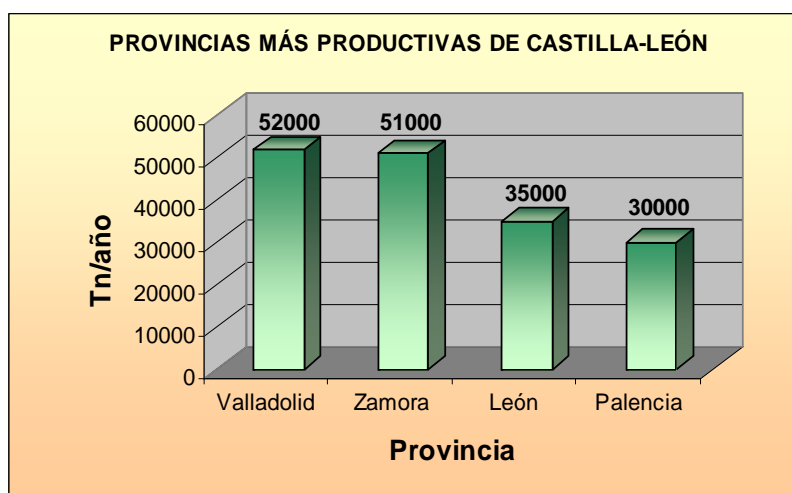
La Planta de Maduración de Quesos estará ubicada en el extrarradio del término municipal de Villalón de Campos, provincia de Valladolid, junto a las plantas de tratamiento de leche, fabricación de queso y salado instaladas en la misma fábrica.

La materia prima (quesos perfectamente salados), procede de la planta de salado anexa, situada en la propia factoría de producción de queso de leche de oveja tipo manchego. La leche, materia prima principal de la factoría será abastecida por carretera desde las explotaciones lecheras de la zona, desde otras situadas en la provincia o desde las provincias de Palencia y León.

La ubicación de la planta se ha efectuado en base a los siguientes criterios:

- La producción en España de leche de oveja se encuentra muy localizada en tres grandes áreas, siendo Castilla y León de la que se obtiene casi el 70 % de la producción nacional; seguida de Castilla-La Mancha con el 20 % y País Vasco y Navarra con el 7 %.
- La cabaña ovina española cuenta con casi 24 millones de cabezas y la Comunidad de Castilla y León está a la cabeza del ovino español con un censo que supera los 5 millones.
- Por otra parte, la provincia que mayor volumen de leche de oveja produce es Valladolid, según datos de la Federación Nacional de Industrias Lácteas (Fenil).

**Gráfico 3: Provincias más productivas de leche de oveja en Castilla y León.**



Fuente: Junta de Castilla y León.

Se ha elegido esta precisa ubicación por las siguientes razones:

- Villalón de Campos se encuentra en plena zona de explotación de ganado ovino. Su clima, caracterizado por abundantes lluvias durante todo el año, permite mantener los pastos desde el invierno hasta la primavera. Además, el enclave geográfico en que se sitúa Villalón de Campos, en el Noroeste de la provincia de Valladolid, en una zona de alta

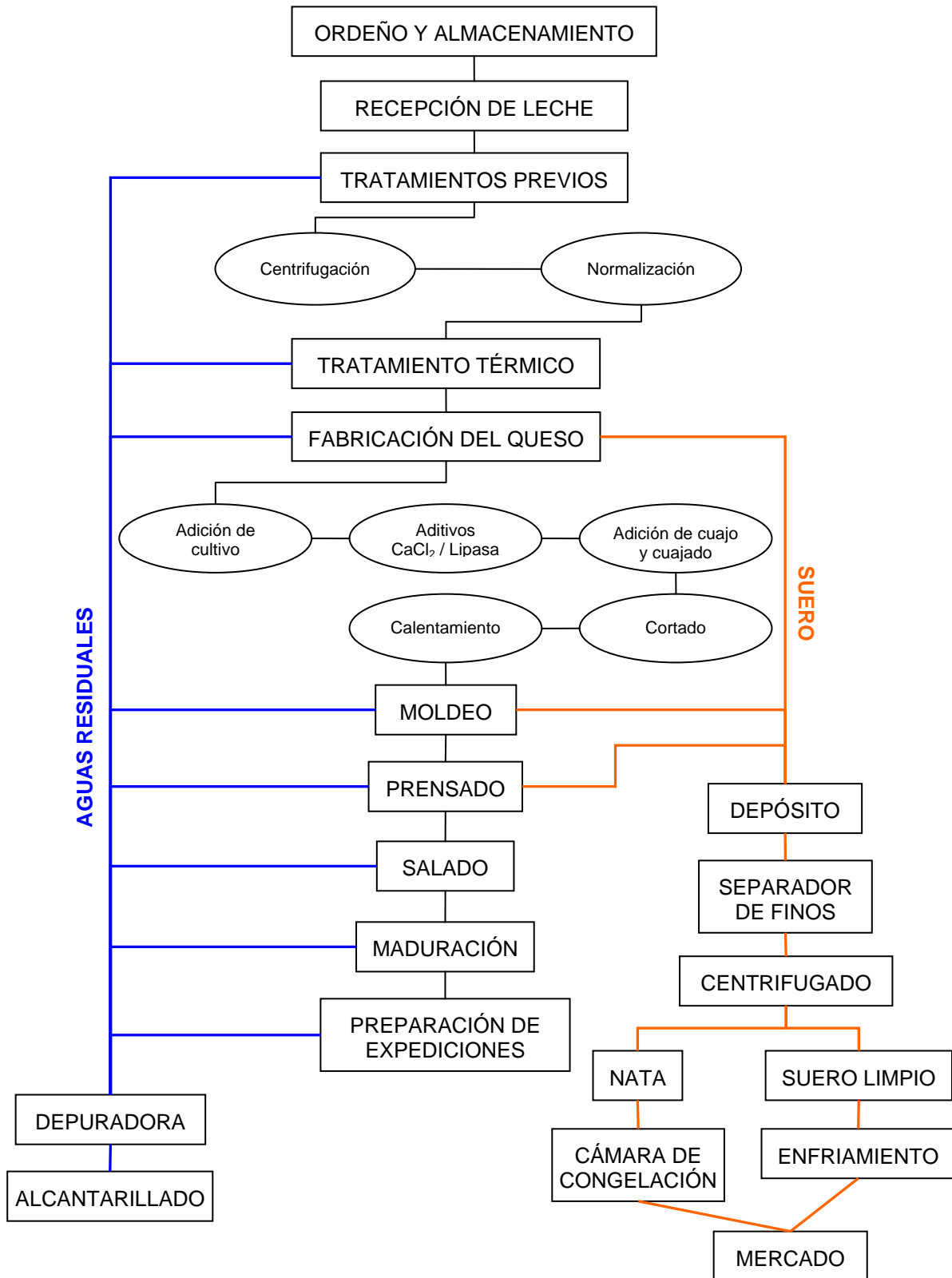


pluviometría en la Península Ibérica a 786 m de altitud; genera unos pastos de primera calidad, base de la alimentación del ganado ovino autóctono.

- Es un núcleo con cerca de 2.200 habitantes, bien comunicado por carretera con las poblaciones en que se encuentran los centros de abastecimiento de leche. Posee buenas vías de comunicación y facilidad de acceso. Villalón de Campos se encuentra en el límite de la provincia de Valladolid limitando con las provincias de Palencia y León. El acceso a Villalón por el norte se realiza por la nacional 610 que une Palencia-Benavente y desde Madrid o el sur de la Península por la nacional 601 que une Valladolid-León.
- La principal materia prima, la leche de oveja, será abastecida por carretera, básicamente, desde explotaciones cercanas de la provincia de Valladolid, tratando con ello de contribuir a un mayor desarrollo agroindustrial de la misma; y de manera secundaria desde las provincias de Palencia y León, ya que existen buenas comunicaciones con cualquiera de ellas.
- En la localidad de Villalón de Campos sólo existe hasta la actualidad una fábrica dedicada a la producción industrial de queso de leche de oveja, existiendo por tanto, una reducida competencia en la zona en comparación con otras localidades.
- En la zona donde se localizará la planta es un polígono industrial, actualmente en construcción, por lo que se dispondrán de redes de abastecimiento de agua, electricidad, así como de alcantarillado adecuados y estación depuradora de aguas residuales.

## 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO

Figura 1. Esquema de producción de un queso de leche de oveja tipo manchego.



## 4.1. Proceso completo de elaboración de queso de leche de oveja tipo manchego

La elaboración del queso se realizará atendiendo, en lo relativo al proceso de elaboración, a las exigencias recogidas en la Orden de 23 de Noviembre de 1.995 que establece el Reglamento de la denominación de origen Queso Manchego y su Consejo Regulador (B.O.E. 295 de 11 de Diciembre de 1.995).

De acuerdo con lo dispuesto, a continuación se presentan las etapas de fabricación del queso de oveja tipo manchego.

### 4.1.1. Ordeño y almacenamiento de la leche a baja temperatura

El ordeño de las ovejas debe hacerse con el mayor esmero e higiene posibles, para obtener una leche limpia, con reducida contaminación y carga microbiana. Asimismo, la leche será el producto natural íntegro obtenido del ordeño de ovejas sanas, que reúna las siguientes condiciones:

- Estará exenta de calostros y productos medicamentosos, etc., que puedan incidir negativamente en la elaboración, maduración y conservación del queso, así como en las condiciones higiénicas y sanitarias del mismo.
- Sus características serán:

Materia grasa: 6,5 % mínimo.

Lactosa: 4 % mínimo.

Proteínas: 4,5 % mínimo.

Extracto seco útil: 1,1 % mínimo.

Impurezas macroscópicas: Inferior al grado 3 de la norma UNE 34.100.

Acidez (Dornic): 25 ° máxima.

Prueba de reductasa con azul de metileno: 3 horas mínimo.

Cenizas: 0,8 % máximo.

Tanto los parámetros microbiológicos como las sustancias farmacológicamente activas que pueda contener la leche se adaptarán a la normativa comunitaria.

Posteriormente, la leche se conservará a una temperatura adecuada inferior a 4 °C, para evitar el desarrollo microbiano. Debe hacerse inmediatamente después del ordeño, y seguir a esa temperatura durante todo el transporte hasta la industria quesera.

Si la cadena de frío se rompe en algún punto, los microorganismos de la leche comenzarán a multiplicarse, lo que dará origen al desarrollo de varios productos metabólicos y enzimas. Un posterior enfriamiento detendrá este desarrollo, pero el daño habrá sido ya ocasionado; el recuento de bacterias será más alto y la leche contendrá sustancias que afectarán negativamente a la calidad del producto final.

La recogida y transporte se realizará en buenas condiciones higiénicas, en cisternas isotérmicas o frigoríficas o cualquier otro sistema que garantice que la calidad de la misma no se deteriore.

#### ***4.1.2. Recepción de la leche por la Industria Quesera***

El primer paso en la industria quesera incluye la recepción de la materia prima y todas las actividades implícitas en ésta. Se debe asegurar la calidad de todos los ingredientes y aditivos a utilizar así como la calidad de la leche. De esta forma se realiza un control de la temperatura de la leche a la llegada a fábrica y comprobación de la calidad físico-química, acidez y calidad higiénica.

#### ***4.1.3. Tratamientos previos de la leche***

##### **4.1.3.1. Centrifugación**

Es aconsejable separar las impurezas o materias extrañas que pueda contener la leche, ya que estas a menudo contienen distintos tipos de microorganismos, que pueden causar problemas en la calidad de la leche y que se pueden eliminar junto con ellas.

La centrifugación permite separar todos los restos contaminantes que, por su tamaño, no pueden eliminarse con filtros ordinarios. Sin embargo no separa las bacterias, sino que desmorona los agregados bacterianos, permitiendo que los microorganismos contaminantes crezcan. Para evitar esto se emplea la bacto-fugación, que utiliza una centrífuga hermética que separa de la leche las bacterias, y especialmente las esporas.

##### **4.1.3.2. Normalización**

La normalización de la leche consiste en su tratamiento para conseguir que tenga un contenido graso constante. Las razones por las que se realiza son las siguientes:

- Lograr un queso que tenga una composición que cumpla los estándares exigidos; compensando así la variación estacional en la calidad de la composición, produciendo una materia prima constante.
- Obtener el máximo rendimiento económico de la leche transformada en queso y conseguir su aceptación por el consumidor, en cuanto a grasa, agua y proteína, aparte del sabor y del aroma.
- Producción de quesos con diferentes estándar grasos.

Para la normalización del contenido graso se emplea una separadora centrífuga de la que se obtienen dos corrientes: leche desnatada y nata. Se adicionará una u otra respectivamente, si la leche tiene un porcentaje graso demasiado alto o si, por el contrario, es deficiente en grasa.

La normalización puede realizarse por remezcla en continuo después de la centrífuga, o bien por mezcla de leche entera con leche desnatada en depósitos seguida de la pasterización.

Los subproductos, leche desnatada y nata, tratados adecuadamente pueden proporcionar una ganancia adicional. Por ejemplo, la nata puede destinarse a la producción de mantequilla.

#### **4.1.4. Tratamiento Térmico**

La leche normalizada se somete al tratamiento térmico final, después de haber sido analizada y ajustada. El tratamiento térmico aplicado es HTST (High Temperature-Short Time), 70-75 °C durante 16-20 s.

Tiene por objeto la destrucción de microorganismos o sistemas enzimáticos perjudiciales para el proceso quesero o destrucción de bacterias patógenas que sean peligrosas para el consumidor de queso.

A continuación se enfría a 30-32 °C, temperatura necesaria, tanto para el crecimiento de las bacterias del cultivo iniciador, como para el subsiguiente proceso de coagulación.

En el caso de quesos elaborados con leche cruda no se realizará el tratamiento térmico.

#### **4.1.5. Trabajo en cuba**

##### **4.1.5.1. Adición de cultivo**

Se adiciona un 2 % de cultivo iniciador de bacterias ácido lácticas (BAL), (*Lactococcus lactis* *subsp. lactis* y *cremoris*) y 0,5 % de cultivo termofílico (*Streptococcus Thermophilus*). La inoculación del cultivo se realiza en las conducciones o tuberías de llenado de la cuba de cuajado.

Durante el proceso térmico se destruyen la mayoría de las bacterias útiles en el procesado del queso, junto con algunas enzimas de la leche como las lipasas. Por ello, es necesario reintegrar en la leche la mencionada flora bacteriana.

Las bacterias de los cultivos de arranque se necesitan para convertir la lactosa en ácido láctico, que reduce el pH del sistema, creando las condiciones necesarias para la multitud de reacciones que ocurren durante el procesado del queso. Además, estas bacterias, tanto vivas como muertas, degradan algunos componentes de la leche y liberan precursores de compuestos responsables del sabor y aroma del producto. Esta “maduración” de la leche por el cultivo iniciador suele durar de 5 a 20 minutos.

Las tres actividades de mayor importancia de las bacterias de los cultivos iniciadores son:

1. Glicólisis o conversión de la lactosa en ácido láctico.
2. Proteolisis o degradación de las cadenas proteicas en sustancias más simples, como peptonas, péptidos y aminoácidos.
3. Lipólisis o hidrólisis de los ácidos grasos en cetoácidos, cetonas y ésteres diversos, algunos de los cuales son responsables del sabor y aroma.

*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* produce ácido láctico rápidamente, acortando así el tiempo de manufactura, pero algunas cepas producen la bacteriocina nisina, que puede afectar al rendimiento de otras especies, mientras que otras cepas, pueden originar sabores amargos en el queso. *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* crece más lentamente en la leche, pero produce queso con buen sabor. En consecuencia, el cultivo de arranque consta de un par de cepas adecuadas de estas dos bacterias mesófilas. Por otro lado, el cultivo termofílico *Streptococcus Thermophilus* resiste altas temperaturas y produce nisinas, enzima que destruye la nisina.

### 4.1.5.2. Adición de aditivos

Antes de la adición del cuajo se procede a la incorporación de los aditivos, si son necesarios, en la cuba de cuajado. Los aditivos empleados son los siguientes:

#### Cloruro cálcico

Se añaden 25 g de cloruro cálcico en solución por cada 100 L de leche. Su función es restaurar el equilibrio o balance del calcio en la leche, en el caso que no sea el correcto, o se haya alterado el calcio debido al tratamiento térmico, enfriamiento o perturbación en la propia leche. Otro efecto es el de reducir los tiempos de coagulación con cuajo, ya que el calcio mejora las propiedades mecánicas del coágulo.

#### Lipasa

Antes de cuajar se añade una preparación de lipasa (0,5 g de preparación por cada 100 L de leche), debido a que en el tratamiento térmico se destruyen lipasas de la leche (son destruidas a 66 °C en 15 s). También se emplea para pronunciar el “intenso” sabor típico del queso.

### 4.1.5.3. Cuajado de la leche

La coagulación de la leche se provocará con cuajo natural u otros enzimas coagulantes legalmente autorizados. Se emplearán entre 20-25 mL de extracto de cuajo o equivalente por cada 100 L de leche para obtener cuajada firme en unos 30 minutos. Para este proceso, la leche se calentará a 28-32 °C de 45 a 60 minutos.

El cuajo utilizado deberá cumplir los requisitos establecidos en la Orden de 14 de enero de 1.988 (B.O.E. 20/01/88); y en la Orden de 20 de febrero de 1.996 (B.O.E. 26/02/96).

El fenómeno de coagulación se basa en la floculación de las micelas de caseína, que se sueldan para formar un gel compacto aprisionando el líquido de dispersión que constituye el suero. Ocurre en dos fases:

- 1ª) Conversión de la caseína en paracaseína por la acción del cuajo.
- 2ª) Precipitación de la paracaseína en presencia de iones de calcio.



La temperatura óptima para el cuajo es de unos 40 °C, aunque en la práctica se utilizan temperaturas inferiores (30-32 °C), para permitir el uso de una mayor dosis de cuajo, que ayuda a la maduración del queso, evita que el coágulo sea demasiado duro y estimula el desarrollo de los fermentos lácticos incorporados.

Antes de la adición de cuajo, la leche se tiene que agitar bien, y para facilitar su distribución, el cuajo necesita ser diluido con agua limpia y potable. Esto se realiza mediante los sistemas de dosificación automática para diluir el cuajo con una adecuada cantidad de agua y rociarlo sobre la superficie de la leche a través de boquillas.

Tras la dosificación del cuajo, la leche se agita cuidadosamente durante 5 minutos, para garantizar la mezcla uniforme. La agitación inadecuada por deficiente, aparte de dispersar incompletamente el cuajo, lo que determina coagulaciones locales; aumenta la pérdida de grasa durante el cortado, permitiendo que ésta ascienda a la superficie de la leche y quede flotando. Por otro lado, la agitación demasiado vigorosa y prolongada (sobre-agitación), determinaría la desintegración del coágulo recientemente formado, con lo que la cuajada “desuera” espontáneamente y pierde grasa con el suero.

Durante la segunda fase de la coagulación, es esencial que la leche esté en reposo, ya que así se produce la coalescencia de las micelas de caseína. También se forma ácido láctico, que provoca el aumento de la tensión de la cuajada, así como la degradación enzimática de algunos componentes.

#### **4.1.5.4. Cortado**

El tiempo de cuajado es normalmente de 30 minutos. Antes de cortar el coágulo, se lleva a cabo un test para determinar su calidad de eliminación de suero, que consiste en clavar un cuchillo en la superficie de la leche coagulada y sacarlo lentamente. Se considera que la cuajada estará lista para el cortado tan pronto como se observe un corte de división limpio, que significa que la cuaja ha alcanzado el grado requerido de firmeza.

La cuajada obtenida se somete a cortes sucesivos hasta conseguir cubos de 1-2 cm, seguidamente se espera unos 5 min. antes de cortar la cuajada en granos de tamaño 2-3 mm durante unos 20 min.

Los cortes se hacen mediante utensilios provistos de cuchillas o alambres. Cuanto más fino se realice el corte, mayor será la superficie total de cuajada y, por lo tanto, mayor cantidad de suero se eliminará y menor será el contenido de humedad del queso resultante.

#### **4.1.5.5. Calentamiento**

Posteriormente, se agita toda la masa durante 10 min y simultáneamente se procede a su recalentamiento hasta alcanzar paulatinamente una temperatura máxima de 40 °C en 30 min. El calor se consigue mediante vapor aplicado en la camisa de la cuba.

El tratamiento mecánico de la cuajada y la producción continua de ácido láctico por bacterias favorecen la expulsión del suero de los granos. Estos son muy sensibles a los tratamientos mecánicos, por lo que la agitación debe ser suave, pero lo suficientemente rápida para mantener los granos en suspensión. Su sedimentación en el fondo de la cuba

formaría grumos, que afectarían a la textura del queso y provocarían pérdidas de caseína en el suero. La agitación además, permite una distribución uniforme del calor.

El calentamiento promueve la contracción de la matriz proteica, haciendo que la cuajada se retraiga y expulse más suero. Con la producción de ácido láctico, disminuye el pH, contribuyendo a que las partículas se retraigan y expulsen suero.

### **4.1.6. Moldeo**

La cuajada pasa a la moldeadora, en la que se somete a un pre-prensado y se corta para que se adapte al molde cilíndrico de acero inoxidable o de polietileno microperforado. Los moldes tendrán el tamaño preciso para que los quesos, una vez curados, presenten la forma, dimensiones y peso que le son peculiares.

### **4.1.7. Prensado**

Una vez la cuajada esté colocada en los moldes, se le somete a un nuevo prensado, cuyo objeto es forzar a las partículas sueltas de cuajada a adoptar una forma lo suficientemente compacta para manipularla y expulsar el suero libre. Además, se produce una acidificación provocada por la acción de los fermentos. El prensado debe ser gradual, porque la compresión súbita a altas presiones crearía una capa impermeable en la superficie del queso, que haría que la humedad quedase retenida en bolsas interiores.

Al final de esta fase, la superficie del queso debe quedar cerrada, suave y sin grietas o fisuras que favorezcan la penetración de mohos.

### **4.1.8. Salado**

El proceso de salado puede ser húmedo o seco, pero para el queso de oveja tipo manchego, se aplicará el salado por vía húmeda, que consiste en la inmersión de los quesos en salmuera.

Los quesos prensados se apilan en unos contenedores y se sumergen en baño de sal (20-24 % sal) a 12-14 °C durante 2 días como máximo. Los quesos deben mantenerse en esos “cestones” durante la inmersión para asegurar el contacto máximo con la superficie del queso y mediante la circulación de la salmuera, se fomentará la captación y distribución más uniforme de la sal.

Este proceso de salado ofrece como ventajas un salado más regular, economía de mano de obra y organización más racional del trabajo.

Su función es regular el desarrollo microbiano y contribuir al desuerado de la cuajada, además de realzar el sabor del queso y aumentar el período de vida comercial. Detiene la producción de ácido, por lo que el pH de la cuajada no disminuye después de esta fase. La cantidad de sal añadida y el pH de la cuajada en el momento del salado, son factores que controlan la posterior maduración del queso.

La evolución de la composición de la salmuera en el tiempo se caracteriza por un descenso progresivo del contenido en cloruro sódico, y por un incremento de la concentración de los componentes del lactosuero. Ocurre una modificación del reparto de las sustancias minerales, el calcio tiende a abandonar la pasta, mientras que el sodio de la salmuera y el potasio de la pasta se desplazan para acumularse en el centro del queso. La salmuera no debe estar a una temperatura demasiado elevada, ya que se acelerarían los intercambios, pudiendo ocasionar la disminución de la flexibilidad de la pasta.

Debe añadirse periódicamente sal a la salmuera, que deberá pasteurizarse y filtrarse o regenerarse por ultrafiltración o procesos de filtración con membranas.

#### **4.1.9. Maduración**

Según la Orden de 23 de noviembre de 1.995, la maduración tendrá una duración no inferior a 60 días, contados a partir de la fecha de moldeado. El tiempo que se ha establecido para el queso objeto del presente Proyecto Fin de Carrera es de 9 meses de curación. Durante este período se aplicarán las prácticas de volteo, cepillado, aceitado y limpieza necesarias hasta que el queso adquiriera sus características peculiares.

El proceso de maduración transcurre en las siguientes etapas:

1ª) Secado. Durante un período de 1 mes, las cámaras destinadas a la maduración dispondrán de una humedad relativa que variará de 70 a 80 % y una temperatura que comenzará siendo de 12 °C y terminará siendo de 8 °C.

2ª) Maduración. Las condiciones de la cámara se modifican gradualmente, pasando de 8 °C a 6 °C y de 80 a 90 % en 2 meses.

3ª) Conservación. En la última fase de estancia en la cámara, que tiene una duración de 6 meses, las condiciones de la cámara pasan de 6 °C a 4 °C, permaneciendo la humedad relativa del ambiente estable en torno al 90 %.

Durante la estancia en la cámara de maduración, la temperatura y humedad relativa son controladas. Además, a los quesos se les da la vuelta con objeto de permitir que se seque toda su superficie y que tengan una forma simétrica, ya que disminuirán en espesor por la acción de su propio peso.

Durante el período de maduración se produce una descomposición de la lactosa, ácido cítrico, lactatos, proteínas y grasa:

- La descomposición de los hidratos de carbono, lactosa, con formación de ácido láctico, es provocada por los fermentos.
- La descomposición de las proteínas con formación de péptidos y aminoácidos es causada por la acción combinada de la enzima renina y de los fermentos. El número de productos formados durante la descomposición de las proteínas es una medida de la extensión del período de maduración.
- La descomposición de la grasa en glicerina y ácidos grasos líquidos, con formación de aldehídos y cetonas, es provocada por la enzima lipasa.

El aroma del queso se obtiene a través de un fino equilibrio entre ciertas sustancias como los ácidos grasos, aldehídos, cetonas, aminoácidos y péptidos.

#### ***4.1.10. Control de calidad***

Antes de salir de la cámara se asegura la buena calidad del queso y su carencia de alteraciones mediante una serie de controles externos (visual, sensorial, etc.) e internos (extracto graso, proteína,  $a_w$ , pH, etc.).

La calidad del queso se evalúa desde tres puntos de vista: físico-químico, microbiológico y organoléptico. De esta manera, el queso debe ser un producto altamente nutritivo, de calidad constante y controlada, seguro para la salud, no adulterado y que cumpla en todo momento con la legislación vigente.

#### ***4.1.11. Tratamiento final y expedición***

Una vez que el queso ha alcanzado su nivel de maduración, se procede a la preparación para su venta. La corteza se cepilla, se aceita, el queso se etiqueta y se envasa en cajas. Posteriormente se almacenan en la cámara de expedición a 4 °C, hasta el momento de su transporte a los lugares de venta.

## **4.2. Características del queso de leche de oveja tipo manchego**

En este apartado se tendrá en cuenta, en los aspectos pertinentes, lo dispuesto en la orden de 9 de Julio de 1.987 (B.O.E. 170 de 17 de Julio de 1.987) sobre las normas de composición y características específicas para los quesos “Hispanico”, “Ibérico” y “De la Mesta”.

Hay una serie de características físicas y organolépticas para poder distinguir la calidad de un queso de leche de oveja tipo manchego:

- La forma exterior será cilíndrica con las caras sensiblemente planas.
- La corteza tendrá consistencia dura y color amarillo pálido una vez que se han eliminado los mohos de su superficie y debe estar libre de parásitos (ácaros, etc.), con un aspecto seco y liso.
- Pasta de textura firme y compacta, con color blanco amarillento. Presentará ojos pequeños de forma esférica, alargada o irregular y desigualmente repartidos. El aspecto de los mismos, por lo general, será mate, pudiendo ser más o menos brillantes si son esféricos.
- Aroma típico del queso de leche de oveja, intenso, característico una vez curado.
- Sabor pronunciado muy definido, fuerte y persistente, ligeramente picante debido a su alto contenido de grasa y extractos secos.

- La textura del queso al paladar resultará mantecosa y ligeramente granulada, debido a la cristalización de la grasa.

Asimismo, al término de su maduración, los quesos presentarán las siguientes características físico-químicas:

- pH comprendido entre 4,8 y 5,8.
- Extracto seco mínimo del 55 %.
- Grasa 50 % mínima sobre el extracto seco.
- Proteína total sobre el extracto seco 30 % mínimo.
- Cloruro sódico 2,3 % máximo.

Por otro lado, los límites microbiológicos serán:

- Escherichia coli: máximo  $10^2$  col/gramo.
- Staphilococcus aureus: máximo  $10^2$  col/gramo.
- Salmonella shigella: ausencia en 25 gramos.
- Listeria monocitogenes: ausencia en 25 gramos.

### 4.3. Clasificación de los quesos

#### 4.3.1. Clasificación general

Según la Orden de 29 de noviembre de 1.985, atendiendo a su maduración, los quesos se denominarán de la siguiente forma:

- **Queso curado o madurado:** es el que, tras el proceso de fabricación, requiere mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en condiciones tales que se produzcan los cambios físicos, y/o químicos necesarios y característicos del mismo.
- **Queso curado o madurado con mohos:** es aquel en el que el curado se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos en su interior y/o sobre la superficie del mismo.
- **Queso fresco:** es el que está dispuesto para el consumo al finalizar el proceso de fabricación.
- **Queso blanco pasterizado:** es aquel queso fresco en el que el coágulo obtenido se somete a un proceso de pasterización de 72 °C durante 16 s u otras combinaciones de temperatura y tiempo de efecto equivalente, quedando dispuesto para el consumo al finalizar su proceso de fabricación.

De acuerdo con lo establecido en la Orden anterior, según su contenido en grasa láctea, expresado en porcentaje masa/masa sobre el extracto seco lácteo, los quesos se denominarán:

- **Extragraso:** con un contenido del 60 % como mínimo.

- **Graso:** el que contenga un mínimo del 45 % y menos del 60 %.
- **Semigraso:** el que contenga un mínimo del 25 % y menos del 45 %.
- **Semidesnatado:** el que contenga un mínimo del 10 % y menos del 25 %.
- **Desnatado:** el que contenga menos del 10 %.

El tipo de queso, objeto del presente Proyecto Fin de Carrera se trata de un **queso curado o madurado graso**, puesto que contiene un mínimo de 50 % de grasa sobre el extracto seco.

#### ***4.3.2. Clasificación de los quesos de leche de oveja tipo manchego***

La etapa final del ciclo productivo del queso, la maduración, determina la clasificación del mismo en función del tiempo en que se lleve a cabo dicha etapa.

Considerando que los quesos de leche de oveja tipo manchego tienen un período mínimo de maduración de 60 días (Orden de 23 de noviembre de 1.995), se comercializan diferentes tipos de quesos, que van desde semicurado hasta añejo, y por tanto, poseen características organolépticas diferenciadas:

- **Curado**, con un período de maduración de 90 días. Este queso ha perdido algo de elasticidad y la pasta es más dura. El olor lácteo casi no se aprecia, en su lugar, existe una nota dulzona. El queso va adquiriendo un sabor algo más fuerte. De esta forma, el queso que cumpla el período mínimo de maduración recibirá la denominación de semicurado.
- **Viejo**, almacenado más de 90 días, con lo cual tendrá una mayor consistencia. Su textura se presenta más seca y más friable, lo que indica un grado de envejecimiento considerable. Asimismo, poseerá un olor más intenso y un sabor más fuerte y persistente, algo picante propio de la maduración.
- **Añejo**, almacenado durante 12 meses. El grado de envejecimiento alcanzado es considerable. Para prolongar su vida útil años adicionales, el queso se trocea de viejo o añejo y se sumerge en aceite de oliva, haciéndose muy sabroso y sumamente picante.

El tipo de queso, objeto del presente Proyecto, se trata de un queso con un período de maduración total de 9 meses, por tanto, se trata de un **queso viejo**.



#### 4.4. Variables que influyen en la calidad sensorial del queso

La característica más importante de la calidad de un queso se determina por su sabor, aroma y su apariencia visual. El conjunto de todas ellas es lo que se denomina como calidad organoléptica o sensorial. Estas características del queso se atribuyen a un equilibrio adecuado de un gran número de compuestos, volátiles y no volátiles, que se generan durante el proceso de maduración y sobre los que influyen las siguientes variables:

- Calidad físico-química de la leche, ya que su composición varía ampliamente en función de diversos factores:
  - Clima y estación del año, que inciden directamente en la alimentación del ganado.
 

Los ácidos grasos son los compuestos más influidos por la alimentación, pudiéndose alterar mediante la manipulación de la ración la cantidad de los diferentes ácidos grasos presentes en la leche y por lo tanto sus propiedades tecnológicas. Así, la alimentación del ganado con tortas oleaginosas (linaza) da lugar a grasas más blandas, mientras que el pasto genera la formación de grasas más duras. Además, una dieta con poca fibra suele tener como consecuencia un bajo contenido en grasa. Alimentos con fibra larga producen un mayor porcentaje de ácido acético y, por tanto, un mayor porcentaje de grasa en la leche. Las proteínas de la leche se ven muy poco influidas por las diferentes manipulaciones de la dieta, dependiendo mucho más su calidad de las características genéticas de cada individuo.
  - Sistema productivo: cría extensiva e intensiva.
  - Raza de la oveja. La producción en España de leche de oveja, se encuentra muy localizada en tres grandes áreas, cada una de ellas ligada a una raza autóctona: Castilla y León tiene tradicionalmente como razas lecheras la Churra y la Castellana; Castilla-La Mancha está muy ligada a la raza Manchega; y en el País Vasco y Navarra la producción lechera se atribuye a las razas Lacha y Carranzana. Por otro lado, la oveja Merina se encuentra más deslocalizada, situándose en Extremadura, Andalucía, Castilla y León y Castilla-La Mancha.

**Tabla 1.** Composición de la leche en función de la raza de la oveja.

RAZA	Producción lactación (L)	Contenido en % sobre materia húmeda		
		Materia grasa	Proteína	Lactosa
<b>Merina</b>	40	8,0-9,5	5,0-6,0	4,6-5,0
<b>Castellana</b>	120	7,0-9,5	4,8-6,0	4,6-5,0
<b>Manchega</b>	180	7-9,5	4,5-5,5	4,7-5,0
<b>Churra</b>	215	6,5-8,5	5,5-6,5	4,7-5,1

Fuente: Cambero Muñoz P. Cuaderno de la explotación de ovino. Servicio Agrario de Caja Duero. 1.999.

- Estado de la lactación.
 

Durante la lactación el contenido en proteína y grasa aumenta, mientras que el contenido en lactosa tiende a disminuir. Generalmente, se suele realizar un control lechero para conocer con la mayor precisión posible los rendimientos lecheros de cada oveja. Así, se puede conocer la producción lechera dando opción a que el ganadero realice su propia selección para la mejora genética de la raza.

- Calidad higiénico-sanitaria de la leche. No debe existir la presencia de microorganismos patógenos para el ser humano, ni microorganismos alterantes de las características de la leche. Así, por ejemplo, la utilización de leches mastíticas en la elaboración de queso da lugar a la retención del suero en la cuajada y al desarrollo posterior de aromas y sabores extraños. En el caso de ovejas que reciben tratamiento con antibióticos o quimioterápicos es imprescindible esperar el tiempo de supresión necesario para su total eliminación, de lo contrario se producirá una inhibición de las bacterias ácido lácticas, cuya acción es esencial para los procesos de fermentación de la leche.
- Condiciones de procesado: desuerado, duración del salado, temperatura y humedad relativa, duración del proceso.
  - Desuerado. Una masa mal desuerada tendrá siempre una alta fermentabilidad y una baja estabilidad y en consecuencia será problemática su maduración. Esto se debe a que el queso tendrá un alto contenido en suero y por tanto en lactosa, que durante la maduración fermenta dando lugar a ácido láctico, que acidifica el producto. Si la acidez del queso es excesiva, se bloquean los procesos de maduración que afectan a la proteína y la grasa y el queso tardará más en desarrollar sabores propios diferentes del ácido, pues se reducirá la proteólisis y lipólisis. Por otra parte la acidificación produce en la masa del queso un efecto de unión, motivado por la retracción de las caseínas (sinéresis), que origina un desecamiento de la pasta.
  - Prensado. Éste debe ser lento y progresivo en intensidad para que el suero no quede retenido en la masa y disponible para un postacidificado.
  - Salado. La salmuera debe tener una concentración de 20-24 % de sal, ya que si es inferior no se endurecerá la corteza, sino que se diluirá en la salmuera y los quesos resultarán “remelosos”. Un correcto salado permite obtener una corteza firme y seca que evita el posterior desarrollo de moho en superficie, además de favorecer la expulsión de suero, que puede dañar la maduración del queso.
- La maduración de la cuajada para convertirse en queso comestible final, depende de cuatro factores:
  - Temperatura de la cámara.

La temperatura regula tanto el crecimiento de las bacterias como la velocidad de las reacciones químicas en la cuajada.

Las bajas temperaturas relentizan el crecimiento bacteriano y todas las reacciones bioquímicas que ocurren en la cuajada, mientras que temperaturas más cálidas aceleran tales actividades. La actividad puede aumentar tanto, que la calidad del queso puede verse afectada adversamente, puesto que es importante que no todas las reacciones aumenten a la misma velocidad y la predominancia relativa de alguna de las rutas metabólicas puede dar origen a sabores y aromas desagradables.

Por ello, para el queso de oveja de este Proyecto, se mantendrán temperaturas bajas, partiendo de 12 °C y llegando a 4 °C al final del proceso de maduración, lo que conlleva a un lento proceso de maduración y que se pueda controlar mejor.

- Humedad relativa del ambiente.

Durante la fase de maduración, la humedad relativa de la cámara permite controlar el grado de desecación del queso. De este modo, la humedad relativa de la atmósfera en contacto con el queso debe aumentar progresivamente a lo largo del proceso de curado con objeto de que la merma del producto vaya menguando.

La cámara de maduración, además de tener un sistema de frío, debe disponer de otro sistema que permita rebajar la humedad del aire cuando ésta sea excesiva. Por ello, el movimiento del aire debe estar controlado, ser uniforme, llegar a todos los puntos donde haya quesos y su velocidad ser la adecuada, ya que si es alta puede reseca demasiado y agrietar los quesos. Por otro lado en la cámara de maduración tiene que existir un mecanismo (humidificador) que permita elevar la humedad ambiental cuando ésta sea baja.

- Características de la cuajada:
  - Composición química, por ejemplo el contenido graso, así como también el nivel de aminoácidos, ácidos grasos y otros subproductos de la acción enzimática.
  - Microflora residual, tanto si procede del cultivo de arranque, como de la leche original o de la planta industrial y su ambiente.
  - pH, que determina el crecimiento microbiano y la velocidad de las reacciones de maduración.
  - Humedad. El crecimiento bacteriano es más prolífico en las cuajadas ricas en humedad que en las cuajadas de escasa humedad y la velocidad de maduración es más rápida en los quesos de alta humedad. Por el contrario, la evaporación de humedad de la corteza de la cuajada acumula solutos en la parte cortical, incluidas las sales cálcicas, cambio que puede ser favorable al reducir la actividad bacteriana en la superficie del queso.

#### ***4.4.1. Estandarización del proceso de secado-maduración***

Todas las variables consideradas en los apartados anteriores influyen directamente sobre los parámetros de calidad sensorial, que son aspecto, textura, sabor y aroma. Por ello, en relación a la estandarización del proceso de secado-maduración, que es el que interesa para el presente Proyecto Fin de Carrera, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Se colocarán los quesos en cajas plásticas, de forma que se impida el contacto entre ellos, evitándose la aparición de remelo.
- La velocidad del aire en la cámara será alta, empleando un sistema de ventilación de arranque y parada, con objeto de evitar los problemas, por un lado de acortezamiento y grietas y por otro lado de “remelo” o ablandamiento superficial en las piezas.
- Se operará a temperaturas bajas para que los procesos se puedan controlar mejor, ya que serán lentos. La elevación de temperatura es el método más simple para acelerar el secado y la maduración desde el punto de vista técnico. Sin embargo, acelera

también el desarrollo de sabores anómalos y aumenta el riesgo de alteraciones por microorganismos.

- La disminución de temperatura y aumento de la Hr (humedad relativa) a lo largo de la estancia de las piezas en la cámara será paulatina con objeto de relentizar los procesos metabólicos que transcurren durante la maduración y evitar la merma masiva en las piezas.
- Se voltearán los quesos para conseguir un secado uniforme y una forma simétrica, ya que tienden a disminuir de espesor por acción de su propio peso. Este volteo puede ir acompañado de cambio de posición de los palets para que todos experimenten el mismo grado de secado, ya que el aire al ascender por la pila de palets cargados de quesos, se va cargando en humedad y por lo tanto los quesos más superiores podrían sufrir un secado menor.
- Durante su estancia en la cámara de maduración, a las piezas se les practicará periódicamente un cepillado para eliminar los mohos y esporas que se han generado superficialmente. Asimismo, también se aceitarán como método de protección contra ácaros e insectos, que son altamente perjudiciales para la calidad de los quesos.
- Para que las condiciones ambientales de la cámara estén muy relacionadas con las de la superficie de las piezas, se dispondrá de sondas de control muy fiables, además de una buena distribución de los quesos y una circulación del aire que homogeneice la Hr y la temperatura ambiental, evitándose la estratificación.
- La incorporación de sistemas de trazabilidad permitirá disponer de nuevos sistemas de clasificación que incluyan información sobre mermas parciales individuales, muy relacionadas con el comportamiento del queso durante el secado.

### **4.5. Alteraciones más frecuentes en los quesos**

Los defectos pueden tener su origen en la elaboración, en la maduración o en la utilización de una leche inadecuada. La mayor parte de las anomalías se producen en la maduración, causados por humedad deficiente o excesiva o por movimiento de aire muy fuerte o muy débil.

A continuación se exponen los defectos más comunes, así como las causas principales que los ocasionan.

En cuanto a la textura y aspecto del queso destacan los siguientes problemas:

DEFECTO	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
<b>Enmohecimiento superficial</b>	Manchas de tono azulado, pardo o negras en la corteza.	Crecimiento de mohos en la superficie del queso.
<b>Hinchazón</b>	<b>Hinchazón precoz.</b> Aumento de volumen, por presencia de gas, producida en las primeras horas de fabricación, en la salmuera, en la prensa o en la cuba de cuajar.	Presencia de bacterias coliformes, debido a un problema de higiene. Medidas para evitarlo: correcta pasteurización de la leche y refrigeración de los locales.
	<b>Hinchazón tardía.</b> Aumento de volumen del queso, debido a la presencia de gas, pasados los primeros quince días de maduración y como consecuencia los quesos tienen un fuerte sabor que les confiere el gas.	Producción de ácido butírico por fermentación butírica asociada a animales que consumen piensos en mal estado o trabajo poco higiénico. Prevención mediante bactofugación.
<b>Masa agrietada</b>	Presencia de grietas en la superficie y en el interior de los quesos. Puede originarse la posterior contaminación por mohos superficiales debido a que penetren por las aberturas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humedad relativa de la cámara muy baja.</li> <li>- Circulación del aire a velocidad elevada o demasiado directa hacia los quesos.</li> <li>- Excesivo tiempo en etapa de salado.</li> <li>- Prensado brusco, ejerciendo mucha presión desde el principio, con lo que se cierra el exterior del queso no dejando prensar el interior.</li> <li>- Utilización de leche ácida.</li> </ul>
<b>Reblandecimiento y deformación</b>	Aspecto de tortas más o menos planas. Los quesos salen de la salmuera poco firmes y en poco tiempo se van aplastando.	- Salmuera poco concentrada.
	Blandura marginal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporción alta de suero.</li> <li>- Escasa cantidad de cuajo.</li> <li>- Salado muy débil.</li> <li>- Debido al almacenamiento a temperatura excesiva, los microorganismos que viven en el queso actúan sobre su masa, produciendo una disminución de su consistencia.</li> </ul>
<b>Remelo</b>	Corteza resbaladiza pasados los primeros días de maduración.	Salmuera poco concentrada o con pH alto.
<b>Putrefacción</b>	La corteza se arruga, se separa del queso y comienza a pudrirse.	Exceso de humedad en el queso.
<b>Ojos irregulares</b>	Presencia de ojos irregulares en la masa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tratamiento inadecuado de la cuajada.</li> <li>- Volteo irregular.</li> </ul>

En cuanto al olor y al sabor destacan las siguientes alteraciones:

	CAUSAS
<b>Ácido</b>	- Elevado contenido de suero. - Leche pasteurizada a temperatura demasiado alta. - Tratamiento insuficiente de la cuajada.
<b>Amargo</b>	- Elevado contenido de suero. - Demasiada cantidad de cuajo. - Infección del baño de salmuera. - Grasas extrañas. - Maduración defectuosa.
<b>Jabonoso</b>	- Presencia de bacterias alcalígenas. - Queso muy viejo.
<b>Salado</b>	- Densidad de la salmuera muy alta. - Permanencia demasiado tiempo en salmuera.

#### 4.6. Garantía de calidad en la producción de queso de leche de oveja tipo manchego

Para garantizar la calidad de los quesos obtenidos en el proceso es necesario comprobar el cumplimiento de una serie de objetivos esenciales tanto en la materia prima que se utilice, en el proceso de elaboración así como en el producto final. Es decir, es necesario poner en juego controles tanto a nivel de la materia prima como en el proceso de elaboración y en el producto final.

	Objetivos	Especificaciones
<b>MATERIA PRIMA (LECHE)</b>	Se debe asegurar su calidad físico-química.	Se medirá la temperatura de recepción, pH (6,5-6,8), se determinará el punto crioscópico (-0,570 °C) y se analizarán los contenidos en: - proteína (método Kjeldahl), - grasa (método gravimétrico ó método butirométrico) y - extracto seco total (deshidratación por calentamiento).
	Debe existir una relación grasa/caseína adecuada (1,5-2).	Ajuste del contenido en grasa de la leche mediante su normalización.
	Se debe asegurar su calidad higiénico-sanitaria.	Antes del tratamiento térmico, se realizará un recuento de microorganismos totales, no debiendo

		exceder de 1.500.000 ufc/ml (cultivo de muestras) y un recuento de células somáticas no superior a 400.000 cel/ml (tinción con colorante reactivo a luz ultravioleta).
<b>MATERIA PRIMA (QUESO SALADO)</b>	La capa superficial (corteza) debe tener una adecuada concentración de sal.	Se medirá la concentración en sal (prueba cloruro/nitrato de plata, electrodo selectivo del ión sodio, salinómetro).
	Cuajada bien desuerada con pH no inferior de 5.	Se medirá el pH de la pieza.
<b>PROCESO DE ELABORACIÓN</b>	Debe existir un secado lento y uniforme de las piezas.	Se controlará el proceso con disminución progresiva de T y con aumento de Hr para reducir la merma paulatinamente. Empleo de sistema de ventilación con arranque y parada para evitar encostramiento y agrietamiento. Se emplearán sondas de T y Hr.
	Debe existir proteolisis intensa y orientada hacia aminoácidos libres y se debe favorecer el desarrollo de otras reacciones secundarias responsables de compuestos de sabor y aroma.	Se empleará una temperatura más elevada al principio de la maduración con posterior descenso para lentificar el crecimiento bacteriano y las reacciones bioquímicas. Se emplearán sondas de T y Hr. Se medirá el pH de las piezas.
<b>PRODUCTO FINAL</b>	Se debe conseguir un aroma, y sabor de calidad (aroma intenso y sabor pronunciado, fuerte y persistente, ligeramente picante); y una textura mantecosa y ligeramente granulada.	Mediante cala, nariz electrónica o cualquier otro sistema de control se medirán los compuestos volátiles y se hará una evaluación sensorial.

## **5. FUNDAMENTOS DE LAS OPERACIONES DE SECADO-MADURACIÓN.**

El secado es el proceso de eliminación de agua que se lleva a cabo como procedimiento de conservación, ya que reduce la actividad microbiana o enzimática. Puede llevarse a cabo por vía mecánica o por vía térmica, siendo esta última la que en este Proyecto Fin de Carrera se estudiará.

Durante esta fase del procesado se lleva a cabo una exposición progresiva de los quesos a temperaturas cada vez más bajas y humedades relativas más altas para, además de conseguir una merma lenta, favorecer la migración de sal hacia el interior y las reacciones formadoras de compuestos responsables del sabor y del aroma (proteolisis y procesos de degradación lipídica).

De forma muy tradicional se ha llevado a cabo la elaboración de quesos utilizando bodegas de maduración o cuevas totalmente naturales. Así, después de la etapa de salado donde la temperatura se mantiene dentro de unos márgenes de refrigeración, los quesos se colocan en dichas bodegas naturales expuestos a las condiciones climáticas del ambiente, lo que condiciona que la producción de queso sea estacional.

La humedad relativa está igualmente sujeta a las modificaciones climáticas del ambiente, aunque se mantiene más constante que la temperatura, oscilando en torno al 70 % dependiendo de la estación del año.

Durante la etapa de maduración, además de producirse una gran cantidad de reacciones generadoras de compuestos responsables del sabor y aroma del queso, se reduce la merma de agua, que lleva el contenido acuoso del producto hasta un nivel suficiente para garantizar su estabilidad.

El período de estancia en bodega varía desde los dos meses (tiempo mínimo marcado por el proceso de elaboración, Orden de 23 de Noviembre de 1995) hasta un año. Este proceso tan dilatado es una de las connotaciones características del queso de oveja, y en gran medida responsable de la marcada calidad de los productos.

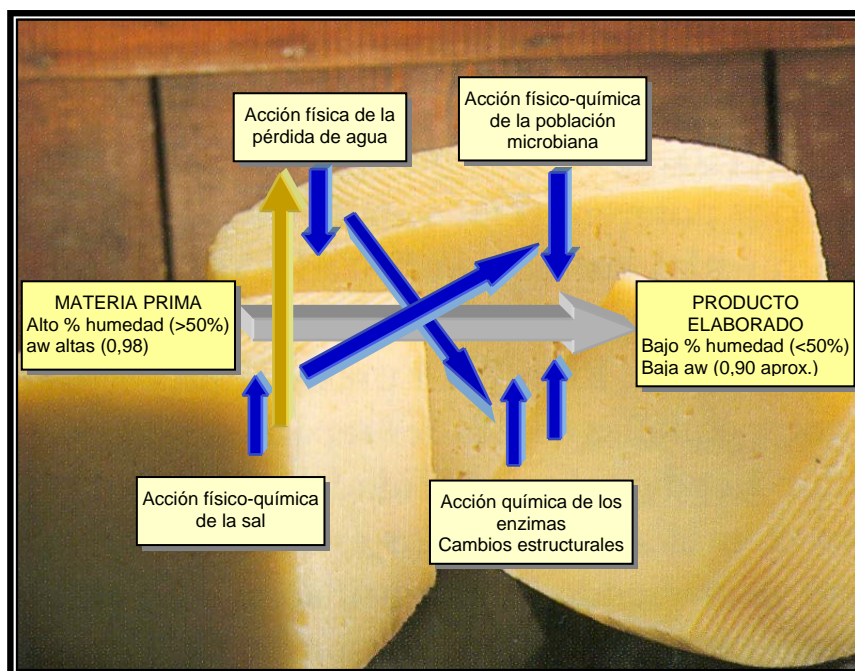
### **5.1. Objetivos e importancia del proceso de secado-maduración en la elaboración del queso**

El queso experimenta una importante pérdida de humedad durante su maduración, siendo el principal objetivo de esto conseguir junto con la incorporación de sal y la baja temperatura un producto “autoestable”, es decir, con una  $a_w$  que garantice su estabilidad. Pero este descenso de la disponibilidad de agua no es independiente de los cambios microbiológicos, químicos y bioquímicos responsables de las características del queso.

La estabilidad del producto y sus características sensoriales dependen de la velocidad y profundidad que alcanza el proceso de maduración.



**Figura 2.** Dependencia que tiene la estabilidad y las características sensoriales del producto de la velocidad y profundidad que alcanza la maduración.



El proceso de maduración del queso es bastante complejo debido a las numerosas variables extrínsecas (temperatura, humedad relativa, tiempo) e intrínsecas (nivel de sal, composición química de la cuajada, cambios estructurales y de composición) que conlleva el proceso de elaboración.

El elevado interés por comprender y controlar la evolución de los parámetros de la maduración y el nivel final deseado se debe a que nos permiten controlar y dirigir a voluntad la evolución de la disponibilidad de agua en el producto, lo que a su vez permite controlar el desarrollo de las actividades microbianas y las reacciones de maduración, y obtener, por tanto, productos con características sensoriales más uniformes.

## 5.2. Procesos que tienen lugar en la maduración de los quesos

Como se ha planteado en el apartado anterior, durante la maduración tienen lugar una serie de fenómenos físico-químicos y microbiológicos que modifican las características iniciales de la cuajada.

Las líneas básicas de los procesos que tienen lugar se pueden clasificar en dos grupos que se encuentran íntimamente relacionados: los que afectan a la textura y los que afectan a la composición del producto.

### **5.2.1. Procesos que afectan a la textura del queso**

La textura del queso es una manifestación sensorial de la estructura del mismo. Esta estructura dependerá fundamentalmente de sus principales componentes y de la evolución que estos sufren durante la maduración.

Principalmente existen dos fenómenos que transcurren de forma simultánea en la maduración de las piezas y con efectos contrapuestos que modifican la textura de las mismas:

- **Deshidratación.**

La desecación por pérdida de humedad es debida a las diferencias de humedad entre el interior y el exterior del queso. Como consecuencia el queso tiende con el tiempo a endurecerse.

La velocidad con la que ocurre la deshidratación depende de la humedad del ambiente, ya que cuanto más seco sea éste, más rápido se seca. Sin embargo, no conviene que se deshidrate a velocidad excesiva porque no daría tiempo a que difunda la humedad del interior al exterior del producto y se formaría una corteza muy seca que no dejaría pasar la humedad y el interior quedaría muy húmedo.

- **Proteolisis.**

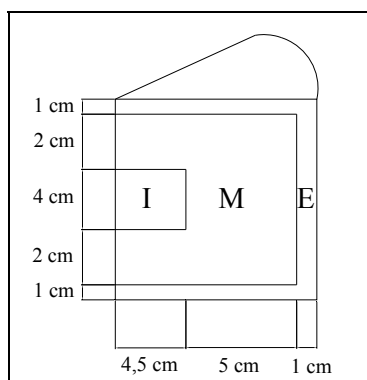
Provoca el efecto contrario al de la deshidratación, ya que al romperse la cadena proteica, el queso tiende a ablandarse. La influencia de la proteolisis en la textura del producto final se debe sobre todo a la liberación de péptidos y aminoácidos solubles en agua y a la ruptura de las mallas de caseína.

Además de estos dos fenómenos que afectan a las texturas se puede dar una liberación de gases, por procesos fermentativos, que gases tienden a formar los ojos del queso.

#### **5.2.1.1. Evolución de los parámetros de textura durante la maduración**

El análisis de las propiedades del queso a lo largo de la maduración se realizará distinguiendo en el queso tres zonas concéntricas: externa (E), media (M) e interna (I). Para el análisis de los parámetros de textura la zona externa (corteza) no tiene relevancia en el estudio, por lo que se obviará esta porción. Este análisis permite evaluar las variaciones de las características de la textura en función del tiempo de maduración y de la zona del queso, y valorar cómo los cambios en la composición del mismo afectan a su textura.

**Figura 3.** Zonas consideradas para el estudio de la evolución de las propiedades del queso.



- **Elasticidad.** Se define como el grado de recuperación de las dimensiones iniciales de un cuerpo después de eliminar la fuerza deformante. La elasticidad disminuye progresivamente a lo largo de la maduración, presentando la zona interna una mayor elasticidad que la zona media.
- **Cohesividad.** Es el grado de deformación de un queso antes de alcanzar su punto de ruptura. La cohesividad disminuye gradualmente, siendo significativamente mayor en la zona interna que en la media.
- **Masticabilidad y gomosidad.** La masticabilidad (que deriva de la dureza, la cohesividad y la elasticidad) y la gomosidad (que deriva de la dureza y la cohesividad) presentan un comportamiento parecido, disminuyendo inicialmente y manteniéndose prácticamente constantes a partir del primer mes. La zona interna presenta unos valores de masticabilidad y gomosidad mayores que la media.

Estos cuatro parámetros de textura presentan un comportamiento parecido, disminuyendo a lo largo de la maduración. La degradación de la proteína, la disminución del agua disponible y la progresiva cristalización de la grasa da lugar a una disminución de la elasticidad y la cohesividad a lo largo de la maduración. La gomosidad y la masticabilidad, al ser parámetros derivados de la cohesividad presentan un comportamiento similar. La mayor humedad de la zona interna respecto a la media explicaría los distintos valores de estos parámetros en las respectivas zonas del queso.

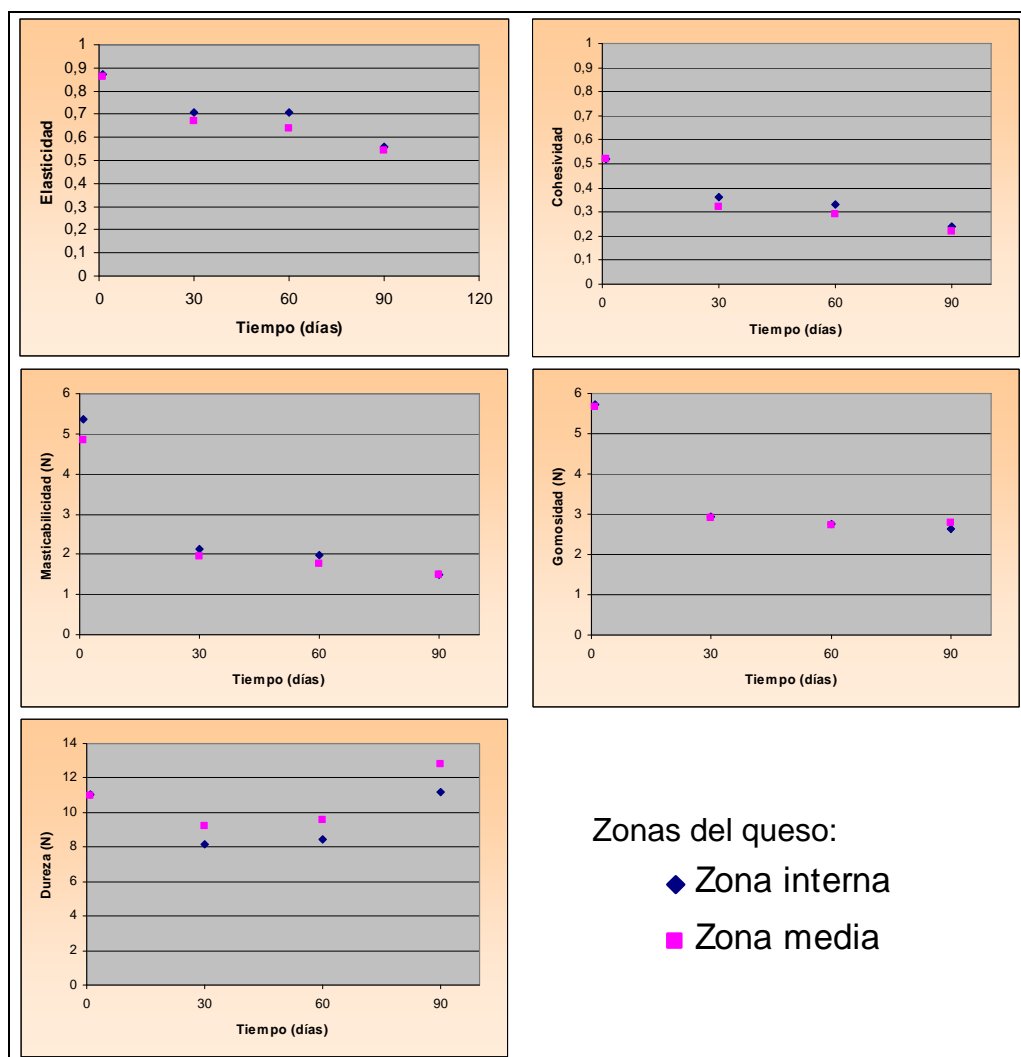
- **Dureza.** Es la fuerza necesaria para producir una deformación predeterminada. Esta propiedad disminuye durante el primer mes de estancia en la cámara y aumenta a partir de entonces. Esto se traduce en que en el primer mes la textura del queso se suaviza, desarrollándose posteriormente un cuerpo más consistente.

Este comportamiento particular se explica por el efecto conjunto de la proteólisis y la deshidratación del queso. En los 30 primeros días el fenómeno predominante es la acción del cuajo sobre las caseínas, que da lugar a una matriz proteica más blanda. En el resto del proceso el efecto de la pérdida de humedad predomina sobre el efecto de la caseinólisis. Por otro lado al transcurrir la maduración el pH aumenta, que provoca que las moléculas de caseína adquieran carga iónica negativa y absorban agua para solvatar esta carga. Esto hace que disminuya la

cantidad de agua intersticial del queso, convirtiéndose éste en un sistema proteico concentrado de elevada dureza.

La zona media presenta una dureza mayor que la interna al final de la maduración, probablemente debido al contenido en humedad, que es siempre mayor en el interior.

**Figura 4.** Evolución de los parámetros de textura en función del tiempo de maduración y de las zonas del queso.



Fuente: Pavia et al. Evolución de la composición y textura de un queso de oveja en la maduración. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 1.999.

### 5.2.2. Procesos que afectan a la composición del queso

Durante la maduración del queso se desarrollan una gran cantidad de aromas y sabores. Las características sensoriales del queso se deben a un equilibrio adecuado de un gran número de compuestos volátiles y no volátiles. Los principales compuestos aromáticos se

encuentran en la fracción volátil, mientras que la fracción soluble en agua contiene la mayoría de los compuestos no volátiles responsables del gusto.

Las principales modificaciones que tienen lugar durante la maduración se pueden referir a los siguientes procesos que contribuyen en la formación de compuestos sápidos y aromas:

▪ **Glucólisis**

La lactosa es el carbohidrato predominante y característico de la leche. La mayor parte de este azúcar es eliminada en el suero durante el proceso de fabricación del queso. La lactosa residual es metabolizada a ácido láctico en el caso de las bacterias homofermentativas (lactococos, lactobacilos homofermentativos y *S. thermophilus*) y a ácido láctico, etanol y CO<sub>2</sub> en el caso de las heterofermentativas (leuconostocs y lactobacilos heterofermentativos).

Este proceso de glucólisis de la lactosa tiene lugar en las primeras fases de la maduración y provoca una bajada del pH. Posteriormente, el ácido láctico sufre distintas transformaciones secundarias; es metabolizado por mohos y levaduras que desacidifican la cuajada y permiten la implantación de la flora proteolítica y el desarrollo de bacterias ácido-sensibles.

El principal efecto del ácido láctico sobre la calidad del queso es indirecto, ya que quesos con pH alto tienen más probabilidad de presentar defectos de sabor y aroma, además de favorecer el crecimiento de microorganismos patógenos. Por el contrario, un pH excesivamente bajo origina quesos de textura quebradiza y frena las reacciones bioquímicas que ocurren durante la maduración. Por ello es importante que el queso mantenga un nivel de pH entre 5-6.

▪ **Proteolisis**

Los fenómenos proteolíticos que ocurren durante la maduración van a influir considerablemente en las características sensoriales del producto final. La contribución de estos procesos a las características organolépticas del queso pueden resumirse en:

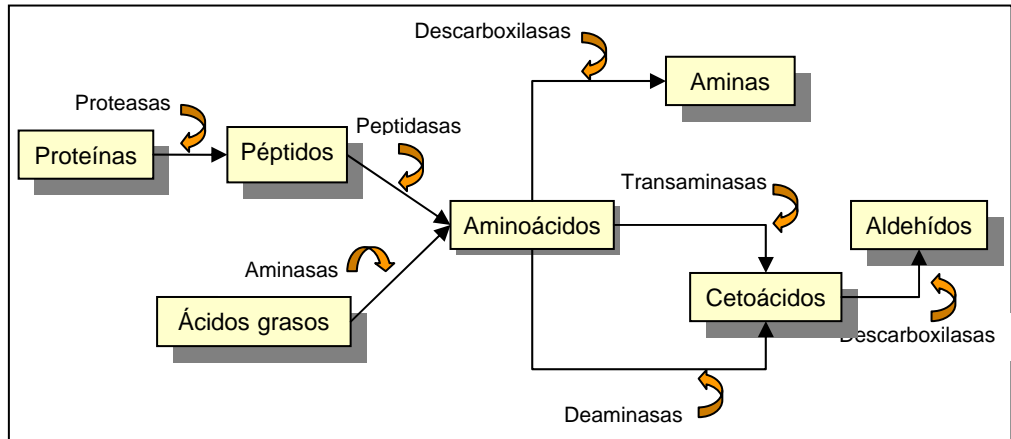
- Una contribución directa o indirecta al aroma del queso.
- Potenciación del sabor debido a la liberación de sustancias sápidas durante la masticación.
- Contribución a la textura debida al aumento del pH y a la ruptura de las mallas de caseína, ya visto en el apartado anterior.

Estos procesos proteolíticos son difíciles de estudiar dada la complejidad de composición de la leche, y al gran número de enzimas que intervienen en el proceso, sin olvidar, que en las reacciones proteolíticas va a influir el proceso de elaboración empleado en la fabricación del queso.

La mayor parte de las proteínas del suero se pierden durante la fabricación del queso, con lo que las proteínas mayoritarias y predominantes son las  $\alpha$ - y  $\beta$ -caseínas, que serán degradadas por enzimas presentes en el cuajo residual, las proteasas naturales de la

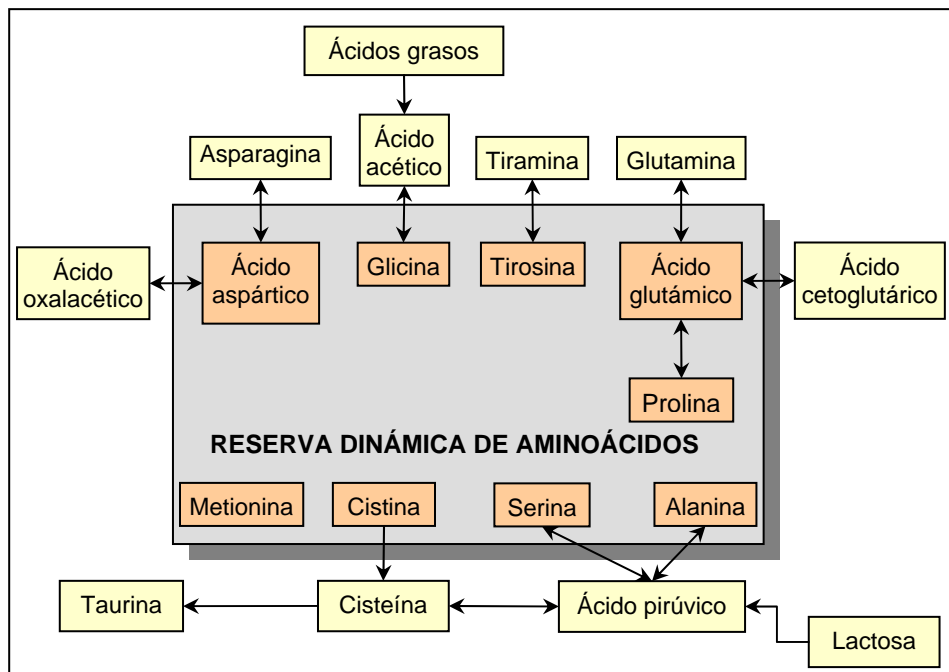
leche y/o proteasas y polipeptidasas de las bacterias del cultivo iniciador o de bacterias adventicias.

**Figura 3.** Actuación de los grupos más importantes de enzimas en las cuajadas durante la maduración.



Una de las funciones de los aminoácidos libres consiste en crear una reserva dinámica de la que se forman componentes del sabor o aroma.

**Figura 4.** Representación diagramática de una posible reserva dinámica de aminoácidos creada durante la maduración del queso.



Aunque el retrogusto puede diferir ligeramente, la mayoría de los aminoácidos tienen, dependiendo del degustador individual, un gusto inicial bastante distintivo, que puede describirse a continuación para algunos aminoácidos:

Gusto	Aminoácidos
<b>Amargo</b>	Metionina, histidina, lisina, triptófano, leucina, isoleucina, arginina, fenilalamina y tiramina
<b>Dulce</b>	Serina, glicina, alanina, hidroxiprolina, prolina, ácido aminobutírico, valina y treonina
<b>A caldo</b>	Ácido aspártico y ácido glutámico
<b>Poco o nada</b>	Asparagina, glutamina y tirosina
<b>A caucho</b>	Cistina

#### ▪ Lipólisis

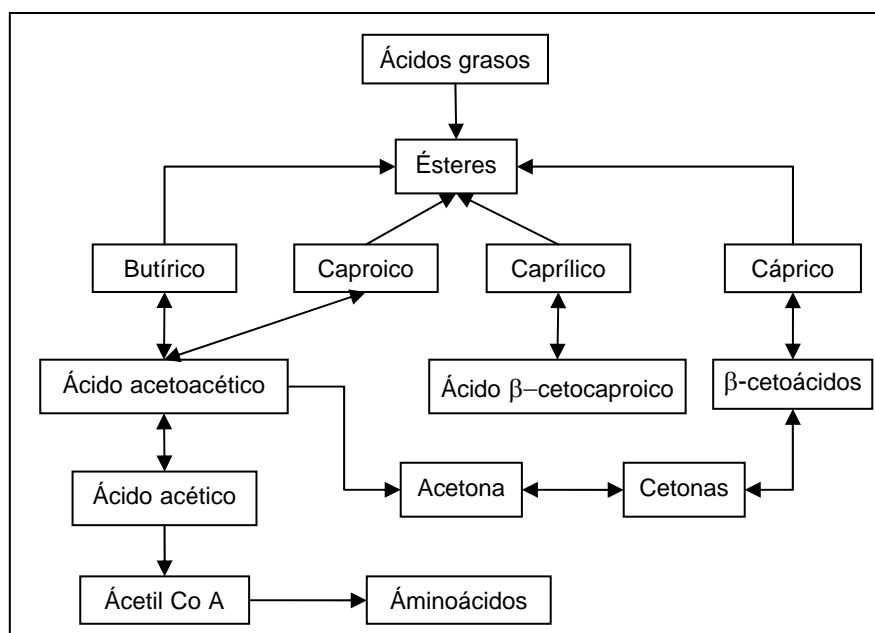
La grasa es fuente importante de componentes parcialmente responsables del sabor y aroma, así como también del cuerpo del queso maduro. Durante la maduración, la lipólisis o rotura de las grasas con la consecuente liberación de los ácidos grasos, es fundamental en el desarrollo del sabor y aroma del queso.

**Tabla 2.** Ácidos grasos presentes en la leche de oveja.

Ácidos grasos	% en peso de los ácidos grasos totales
<b><i>Saturados</i></b>	
Butírico (C <sub>4</sub> )	4,2
Caproico (C <sub>6</sub> )	2,0
Caprílico (C <sub>8</sub> )	2,2
Cáprico (C <sub>10</sub> )	6,0
Laúrico (C <sub>12</sub> )	3,1
Mirístico (C <sub>14</sub> )	5,5
Palmítico (C <sub>16</sub> )	16,9
Esteárico (C <sub>18</sub> )	15,8
<b><i>Insaturados</i></b>	
Oleico (C <sub>18:1</sub> )	38,8
Otros	5,5

La exposición de las grasas a la actividad enzimática de las lipasas actúa sobre los triglicéridos, dando diglicéridos, monoglicéridos y finalmente ácidos grasos libres. Los ácidos grasos liberados son bastante oxidables y pueden ser objeto de una serie de reacciones que dan lugar a compuestos secundarios.

**Figura 5.** Rutas de la degradación de los ácidos grasos para producir cetoácidos y cetonas, responsables del sabor y aroma del queso maduro.



Globalmente, la participación de los lípidos en el desarrollo del sabor y aroma se puede resumir en las siguientes etapas:

- Liberación de ácidos grasos libres a partir de los monoglicéridos.
- Oxidación de los ácidos grasos libres para dar β-cetoácidos.
- Descarboxilación de los β-cetoácidos a cetonas.
- Reducción de las cetonas a alcoholes.

Estos compuestos, los ácidos grasos libres, las cetonas y los alcoholes, contribuyen a las complejas propiedades sensoriales del queso, o son posteriormente metabolizados a compuestos más relevantes.

Una lipólisis excesiva da lugar a la aparición de sabores rancios debido a la presencia de ácidos grasos volátiles libres, normalmente ácido butírico.

Los ácidos de cadena corta, por ejemplo el ácido butírico, son liberados preferentemente por las lipasas, antes que los ácidos grasos de cadena más larga. La presencia de ácidos con cadena más larga, como palmítico (C<sub>16</sub>) y esteárico (C<sub>18</sub>) suaviza la intensidad de otros sabores. Los ácidos grasos de cadena corta poseen sabores propios pronunciados que influyen en el sabor final del queso. Los ácidos caproico, caprílico y cáprico originan sabores picantes. Como consecuencia de esto, la leche de oveja da un queso con un aroma y sabor característico, ya que contiene gran cantidad de ácido cáprico. En la leche fresca, apenas se notan estas diferencias de sabor, el aroma distintivo sólo se aprecia cuando el queso se deja madurar y se liberan los ácidos grasos de las moléculas grasas.



### ▪ Redistribución del contenido mineral

**Calcio.** Durante la maduración ocurre un ligero aumento de concentración de la zona externa y un casi inapreciable descenso en las porciones media e interna. Al inicio de su estancia en cámara, los quesos presentan una concentración homogénea, pero transcurridos 3 meses, las zonas media e interna presentan concentraciones similares. Estos cambios indican una ligera migración de calcio hacia la porción externa.

**Magnesio.** No se aprecian diferencias significativas entre la porción media e interna a lo largo del tiempo. La zona externa difiere de las otras dos transcurrido el primer mes de maduración.

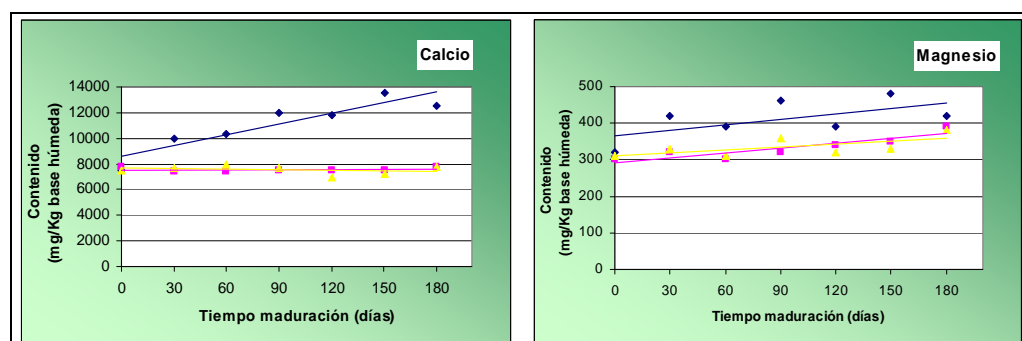
**Manganeso.** El contenido disminuye con el tiempo en la porción externa con ligeras fluctuaciones en las porciones media e interna.

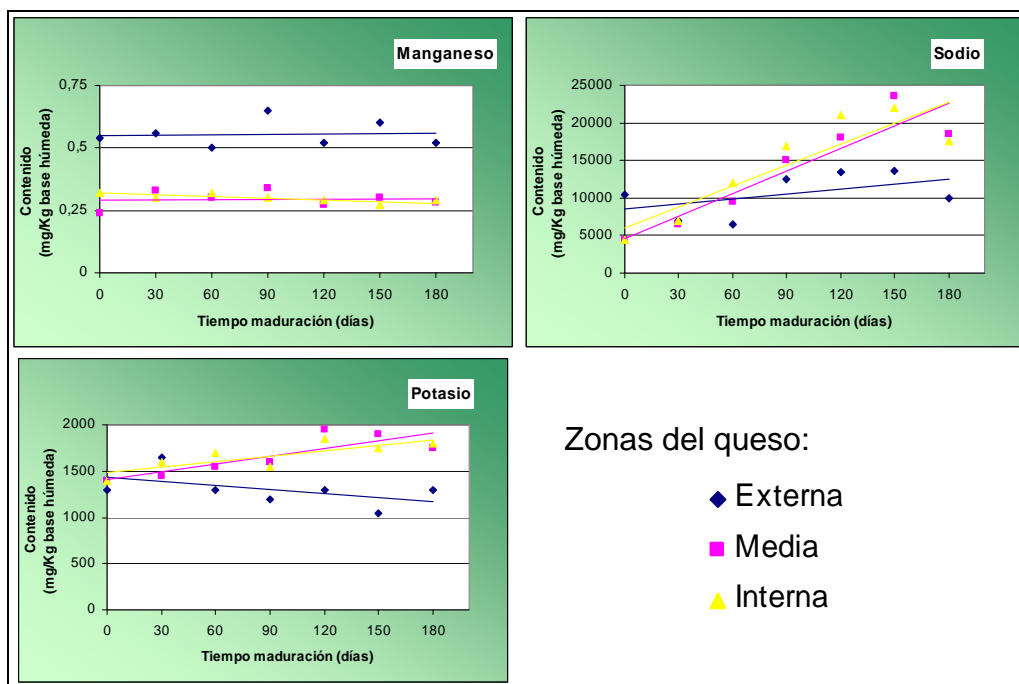
**Sodio.** Las zonas media e interna tienen un contenido en sodio similar, que aumenta con el tiempo. Al mes, se produce un punto de equilibrio en el contenido de sodio, siendo uniforme en todo el queso. Esto se debe a que en el salado del queso empieza la difusión de sal desde la superficie hacia el interior, donde su concentración es menor, alcanzando su equilibrio a los 30 días aproximadamente.

La concentración de sodio es menor en la parte externa que en el interior durante el proceso, ya que el secado de la corteza causa una migración de sodio hacia áreas con un mayor contenido en humedad.

**Potasio.** Existe una tendencia similar entre la zona media y la interna, que además presentan un contenido mayor que la zona externa. Inicialmente el queso presenta una concentración uniforme hasta que pasado un mes se van incrementando las diferencias entre zonas.

**Figura 6.** Cambios en el contenido mineral en función del tiempo de maduración y de las diferentes zonas del queso.





Fuente: Moreno-Rojas et al. Calcium, magnesium, manganese, sodium and potassium variations in Manchego-type cheese during ripening. Food Chemistry. 1.994. n° 50.

El proceso de maduración afecta al calcio, magnesio y manganeso de forma similar, pero produce un efecto opuesto en el sodio y potasio. Este fenómeno puede deberse al diferente grado de movilidad de los elementos que, en el caso de calcio, magnesio y manganeso es pequeño ya que están, en gran parte, relacionados con la fase sólida del queso, mientras el sodio y el potasio se disuelven y emigran a través de las áreas en menor concentraciones.

### 5.3. Influencia del pH en la maduración

El valor de pH de las cuajadas influye tanto en el crecimiento microbiano como en la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la maduración. Debido a los altos niveles de proteína, la capacidad tampón de las cuajadas es elevada en los primeros momentos de la maduración, pero la degradación gradual de las proteínas reduce su impacto. El pH del queso disminuye considerablemente durante el primer mes de estancia en la cámara, aumentando a partir de entonces.

La acidificación del queso tiene lugar en las primeras etapas de la maduración, cuando la concentración de sal es baja y aún existe lactosa residual, que es transformada a ácido láctico por el proceso de glucólisis, provocando una bajada del pH.

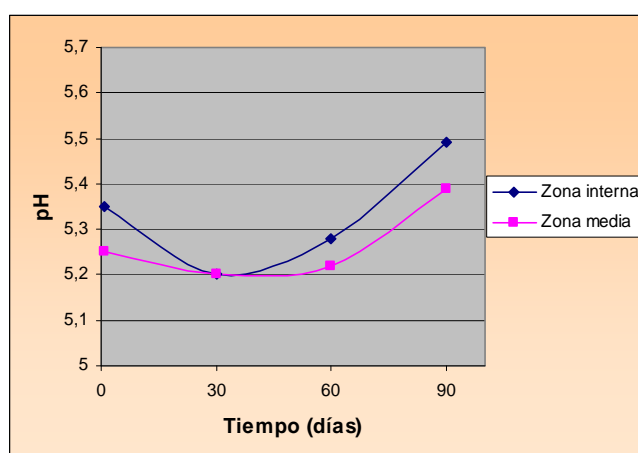
Posteriormente el pH se eleva, como consecuencia de la actividad de las bacterias y sobre todo de levaduras y mohos, que metabolizan el ácido láctico, degradan componentes de la cuajada a componentes neutros e incluso alcalinos y se forman compuestos amínicos derivados de la proteólisis.

El cambio gradual del valor del pH de fase en fase permite que la maduración discurra en una serie de etapas, de forma que en un momento determinado, los compuestos responsables del sabor y del aroma alcancen un nivel específico de intensidad.

La actividad de las enzimas también es afectada por el pH, ya que cada enzima posee su pH óptimo para la máxima actividad. Las enzimas más relevantes en la maduración son activas en la región de pH 4,9-5,5 y estos valores de pH bajos tienden a estimular la hidrólisis de las grasas y la producción de sustancias nitrogenadas solubles.

Respecto a las alteraciones del producto, un queso con alto contenido en suero y por tanto en lactosa da lugar a mucho ácido láctico, acidificando el queso. Si es demasiado ácido, se bloquean los procesos de maduración y se obtiene una textura quebradiza.

**Figura 7.** Evolución del pH a nivel medio e interno durante la maduración del queso.



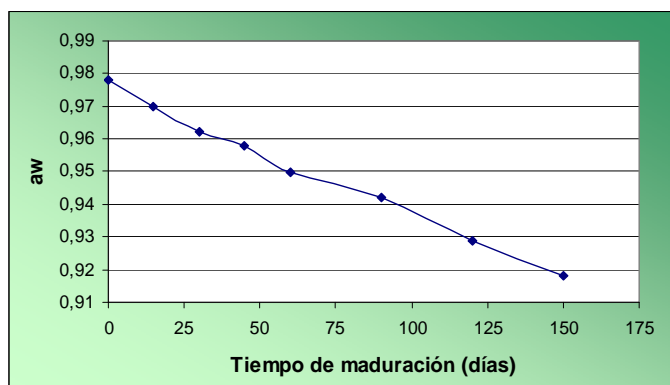
Fuente: Pavia et al. Evolución de la composición y textura de un queso de oveja en la maduración. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 1.999.

#### 5.4. Concepto de actividad del agua ( $a_w$ )

En los quesos existe una elevada cantidad de agua. La separación de las dos fases (agua y base seca) requiere una cantidad de energía mínima que corresponde a la ruptura de las fuerzas que unen las moléculas de agua con el extracto seco, siendo el indicador más directo de la intensidad de estas fuerzas o del “grado de libertad” del agua de un producto la presión de vapor de saturación del mismo (P) en comparación con la presión de vapor de saturación ( $P^*$ ) del agua libre a la misma temperatura. De manera que si el agua se encuentra en estado libre en el producto,  $P = P^*$ , y si el agua se encuentra ligada al sustrato seco por fuerzas de unión físico-químicas, entonces  $P < P^*$ .

La relación  $a_w = P / P^*$ , define la actividad del agua en el producto. Está comprendida entre 0 y 1, y es tanto más pequeña cuanto más intensas son las fuerzas de unión. Dicha actividad tiende a la unidad cuando el agua se acerca al estado libre.

**Figura 8.** Evolución de la  $a_w$  media durante la maduración del queso.



Fuente: Poveda, et al. Application of partial least squares regression to predict the ripening time of Manchego cheese. Food Chemistry. 2.004.

## 5.5. Pérdidas de peso y evolución de la humedad en el queso

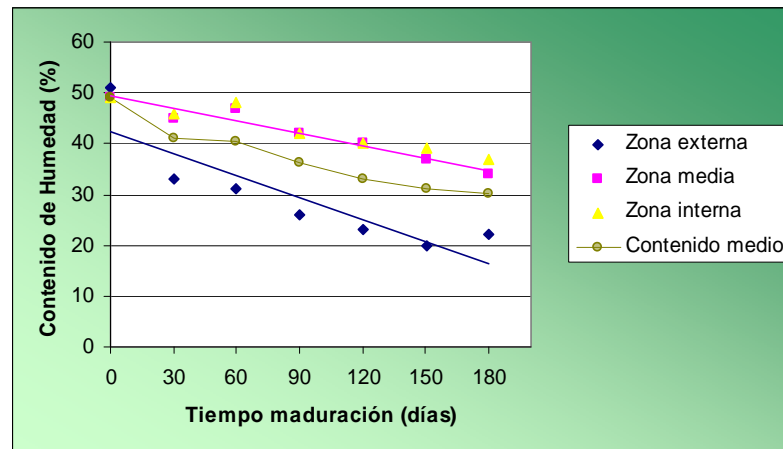
A lo largo de la maduración, el queso va perdiendo progresivamente humedad mediante la evaporación. Esto provoca una disminución en su peso y un incremento también progresivo del extracto seco porcentual en el peso total del queso.

El proceso de deshidratación seguido por el queso se refleja en la evolución de las pérdidas de peso (% de mermas) y revela que los mayores descensos tienen lugar durante los primeros 30 días, correspondientes a la etapa inicial con temperaturas algo más altas y humedad relativa más baja. Este primer mes es lo que se conoce como secado de los quesos, en el que se pierde aproximadamente un 10% del peso inicial, mientras que la deshidratación es mucho más paulatina en las fases de maduración y conservación, alcanzándose una merma global del 16 % aproximadamente.

En cuanto a la evolución del porcentaje de humedad en las distintas secciones del queso, se tiene que las zonas media e interna ofrecen una tendencia similar hasta los 4 meses (120 días) de maduración.

Al inicio de la maduración, el porcentaje de humedad en la zona externa es un poco mayor que en las demás zonas del producto. El agua se pierde por evaporación desde la parte externa, la cual rápidamente se seca, a diferencia de las otras dos partes que pierden humedad lentamente a través del área externa, que tiene menor contenido en humedad. Por otro lado, el alto contenido en grasa del queso en el área de la corteza seca tiene un efecto hidrofóbico que dificulta al agua alcanzar áreas más profundas.

**Figura 9.** Cambios en el contenido de humedad medio y en diferentes zonas del queso durante la maduración.



Fuente: Moreno-Rojas, et al. Calcium, magnesium, manganese, sodium and potassium variations in Manchego-type cheese during ripening. Food Chemistry. 1.994.

## 5.6. Eliminación de agua por vía térmica

En la eliminación de agua por vía térmica existen:

- Una transferencia de calor interna desde el centro del queso hacia la superficie del mismo.
- Una transferencia de calor externa desde la superficie del queso hacia el ambiente.
- Una transferencia de materia interna desde el centro hacia la superficie del queso.
- Una transferencia de materia externa desde la superficie de la pieza hacia el medio exterior.

La velocidad del proceso global de eliminación de agua depende del transporte limitante.

## 6. CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO-MADURACIÓN

Los dos parámetros básicos de control durante el secado del queso son la temperatura y la humedad relativa de la cámara. La temperatura del recinto y, consecuentemente, la temperatura de los quesos, debe disminuirse a lo largo del proceso de forma controlada, traduciéndose este descenso como una pérdida de humedad o una merma en el peso de los quesos.

El proceso ideal se obtendrá cuando constantemente y a lo largo de todo el proceso se vaya evaporando en la superficie el agua libre que llega a ésta procedente del interior de las piezas. Es decir, se hará coincidir, razonablemente, la velocidad de evaporación del agua en superficie con el ritmo de llegada de humedad a esta superficie.

Esto es lo que probablemente ocurre en los “días buenos” en las bodegas naturales, con un movimiento de aire exterior por convección natural entre todas las piezas. Mientras que en los secaderos controlados no puede pensarse en un movimiento del aire por convección natural, debido a la elevada densidad de carga derivada del necesario aprovechamiento de los recintos en las fábricas, y esto principalmente en las primeras fases del proceso, donde la necesidad de eliminación de agua de las piezas es mucho más elevada.

### 6.1. Cámaras de ambiente controlado

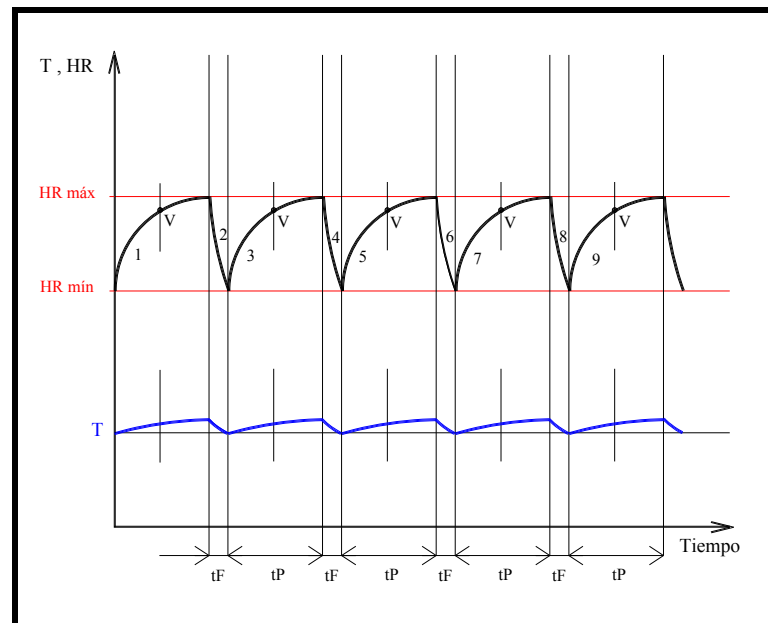
El secadero de ambiente controlado, conocido como de Alta Inducción, incluye impulsión del aire por toberas situadas en unos conductos perimetrales y retorno del aire a través de unos conductos centrales situados en el techo de las cámaras.

Lo más habitual es que el usuario actúe sobre:

- La humedad relativa del aire del recinto.
- La temperatura del recinto.
- De modo limitado, sobre la frecuencia y la intensidad del flujo del aire entre los quesos.

Aunque lo más extendido es que se controle el proceso mediante sondas de temperatura y de humedad relativa del aire ambiente, siempre teniendo en cuenta que los valores absolutos que se obtienen de las sondas son los valores en el punto del secadero donde se sitúan éstas. De manera que las señales de temperatura y humedad relativa del punto del secadero donde se sitúen las sondas serán simplemente señales de referencia para poder trabajar.

**Figura 10.** Evolución en el tiempo de los valores de la temperatura y de la humedad relativa en el punto donde se ubican los sensores dentro de los secaderos de Alta Inducción.



Con la cámara en reposo, zonas 1, 3, 5, 7,..., la humedad relativa del aire ambiental crece con la humedad que aporta el producto. La temperatura también aumenta, ya que los quesos aportan calor al ambiente. Cuando la humedad relativa alcanza el valor máximo de regulación arrancan el sistema frigorífico y el sistema de ventilación.

Como la capacidad de la maquinaria de extraer humedad al aire ambiente es muy superior a la posibilidad del producto de ceder humedad al aire, la humedad relativa ambiental ahora baja. Zonas 2, 4, 6, ...

Cuando la humedad relativa desciende hasta el valor mínimo de programación, los sistemas frigoríficos y de ventilación paran hasta que se alcanza de nuevo el valor máximo de regulación de humedad relativa. Este período de reposo es bastante más dilatado (75 %) que el de funcionamiento del equipamiento (25 %).

Durante los largos períodos de reposo, y también debido a la altura de las cámaras de secado y de maduración, la temperatura de los recintos tiende a estratificarse, es decir, comienzan a generarse diferencias de temperaturas y de humedad relativa entre las zonas superiores e inferiores, afectando esto a la homogeneidad en el curado de las piezas.

Por este motivo, cada cierto tiempo de reposo, se generan ciclos cortos de activación del sistema de ventilación, puntos V, con objeto de uniformizar en lo posible las condiciones de temperatura y humedad relativa en todo el recinto de secado así como en el de maduración.

Analizando esta gráfica desde otro punto de vista, se observa que en un sistema estable con una carga de producto en un momento determinado de su curación y en un sistema de secado con una capacidad determinada de extraer agua al aire ambiente, a una regulación de humedades máxima y mínima corresponden unos períodos exactos de parada activa (tP) y de funcionamiento (tF) del equipamiento. De aquí que, mirándolo al revés, a estas regulaciones de tiempos de funcionamiento y tiempos de parada (reposo), correspondan los valores de humedad relativa máxima y humedad relativa mínima antes seleccionados.

## 6.2. Elementos de control

El secadero de Alta Inducción incorporará un microprocesador a los sistemas de control de sus equipamientos, que dará la posibilidad de controlar muchos más parámetros y más exactamente.

Por otra parte, los sensores utilizados serán resistentes y precisos, ya que de nada sirve disponer de programas muy completos si los sensores no resisten las condiciones de operación.

Esto posibilita disponer de información puntual de parámetros que inciden en el funcionamiento de los sistemas frigoríficos (presiones y temperaturas de fluidos, programación de activaciones de automatismos frigoríficos e información de períodos de funcionamiento con posible adaptación a las tarifas eléctricas, regulación de desescarches, alarmas preventivas y averías producidas), y también en parámetros referentes al sistema de distribución de aire (temperatura y humedad relativa ambiente, presiones y velocidades de aire de distribución, regulación de compuertas e inversiones del sentido de los flujos de aire, automatizaciones de los sistemas de renovación y de utilización del aire exterior).

Por otro lado, incorporando sensores de peso podemos conocer de forma fiable la evolución de la merma en muestras piloto según va avanzando el curado.

Con un cableado eléctrico sencillo se establecen redes de comunicación, disponiéndose finalmente de toda la información in situ.

## 6.3. Ventajas de la maduración en cámaras controladas

En la planta de secado y maduración de queso en condiciones controladas se dispone de equipos para el control de la  $T^a$  y la Hr, y una vez terminado el período de salado (a unos  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $70\%$  HR), los quesos son llevados a la cámara donde sufren la etapa de secado, consistente en un suave y paulatino descenso de la temperatura (aproximadamente  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por semana), lo que supone unos 30 días para superar un diferencial de temperatura de unos  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Por otro lado, al final de esta fase la humedad relativa del ambiente debe haber aumentado de 70 a 80 %.

A continuación, en la etapa de maduración, se vuelve a disminuir la temperatura lentamente (aproximadamente  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por semana), por lo que el descenso es de  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en 30 días, llegando a ser de unos  $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, se mantienen las condiciones alcanzadas durante otro mes. Por otro lado, en esta etapa se aumenta la humedad relativa de 80 a 90%.

Transcurrida esta fase, en la etapa de conservación se desciende la temperatura ( $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por semana), lo que equivale a  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en 30 días y se mantendrá la temperatura alcanzada durante el resto de estancia en cámara (5 meses).

Las principales ventajas del secado en esta cámara son:

- Dominar y dirigir a voluntad la evolución de la disponibilidad de agua en el producto.
- Ejercer un control sobre el desarrollo de las actividades microbianas y las reacciones de maduración.
- Ejercer un control más estricto sobre el crecimiento de los ácaros.



- Obtener productos con una estabilidad y unas características sensoriales más uniformes.
- Poder atender una demanda creciente y no estacional (permiten elaborar en zonas o en épocas del año en que las condiciones climáticas naturales no son las más adecuadas).

## **7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OPERACIONES DE SECADO Y MADURACIÓN**

En este apartado se van a tratar las operaciones necesarias para la obtención de quesos, comenzando por la salida de los mismos del saladero y concluyendo una vez que estén listos para ser expedidos.

### **7.1. Tratamiento a la salida del saladero**

En primer lugar, los quesos que han pasado por la etapa de saladero son sometidos a un proceso de selección que permita eliminar todos aquellos que no sean idóneos para la maduración, debido a que se hayan roto o presenten problemas que puedan transmitirse a otros quesos. Esta selección se hará fundamentalmente en base al aspecto externo que ofrezcan los quesos. El desarrollo de un buen salado permite obtener una corteza firme y seca que evita el posterior desarrollo de microorganismos problemáticos en superficie, además de favorecer la expulsión de suero.

Posteriormente, los quesos se someten a un tratamiento superficial, para eliminar la salmuera de su superficie y prepararlos para ser llevados a las cámaras donde tendrá lugar la maduración.

### **7.2. Cámara de maduración**

Los quesos se trasladan a la cámara de maduración, donde se colocan adecuadamente y son sometidos a la disminución suave y lenta de la temperatura; con el fin de evitar la desestabilización del queso durante la migración de sal hacia el interior del mismo y el desarrollo de microorganismos indeseables, que afecten adversamente a la calidad de las piezas, originando sabores y olores desagradables. En general, las bajas temperaturas lentifican el crecimiento bacteriano y todas las reacciones bioquímicas que ocurren en la cuajada, lo que permite un mayor control del desarrollo de la maduración.

Además, el secado se realiza por contacto de la superficie de la pieza con la circulación del aire del ambiente para conseguir un secado adecuado y uniforme de las piezas. Sin embargo, la deshidratación del queso es mucho más compleja que una simple eliminación de agua, debido a la difusión paulatina de la sal, a los cambios estructurales y a la formación de productos de maduración depresores de la actividad del agua ( $a_w$ ). El valor de ésta experimenta un descenso muy acusado en la parte interna, desde 0,98 a 0,90 aproximadamente, lo cual se justifica porque además de la eliminación de agua se produce un elevado incremento de la concentración salina en dicha zona.

Como precedente se puede decir que, durante el salado se producen intercambios entre la fase acuosa del queso y la salmuera debido a fenómenos de difusión y ósmosis. Por una parte difunde la sal en la pasta consecuencia del gradiente de concentración y al mismo tiempo se produce una migración inversa de la fase acuosa del queso hacia la salmuera. Cuando finaliza el salado, la concentración de sal en la superficie es mayor que en el centro del producto, sin embargo este gradiente de concentración desaparece durante la etapa de maduración, consiguiéndose una distribución homogénea de la sal en el queso. Esta etapa se realiza a unos 10-

14°C para una adecuada velocidad de penetración de sal e impedir el desarrollo de microorganismos indeseables. Al final del salado comienza a predominar el secado por arrastre de vapor y la difusión salina y acuosa.

La etapa de maduración supone un periodo que sirve para potenciar la difusión salina y la deshidratación, así como el desarrollo del sabor, color y aroma. Es, por tanto, un objetivo tecnológico, ya que se trata de pasar a las condiciones que activan las reacciones que darán al queso sus características típicas.

La reducción del contenido acuoso requiere un estricto control de la temperatura y, sobre todo, de la humedad relativa, ya que regulando éstas se puede controlar el ritmo de evaporación de agua en la superficie del queso, y por tanto se puede evitar la existencia de problemas de textura del mismo tales como “remelo” o “acortezamiento”.

- El primero se produce pasados los primeros días de maduración, debido al empleo de una salmuera poco concentrada o con pH alto. Así, existe en la superficie del queso una excesiva humedad que permite el crecimiento microbiano, adquiriendo la zona externa del mismo una consistencia pastosa y pegajosa y apareciendo olores característicos (fenólicos, amoniacales), con lo que dicha capa se convierte en una película impermeable que impide el secado.
- El acortezamiento ocurre cuando el ritmo de evaporación de agua en la superficie supera la llegada de agua desde el interior, es decir, hay una deshidratación intensa en la parte más externa, con lo que dicha zona está demasiado seca y endurecida. De esta forma el interior se presenta con un alto contenido en humedad, que puede originar la posterior putrefacción del interior del queso. También puede darse otro problema posterior, ya que la corteza se puede agrietar y por las aberturas penetran y se desarrollan ácaros e insectos, afectando totalmente a la calidad del producto.

A lo largo del periodo de estancia en cámara se llevará a cabo la inspección y seguimiento de los quesos, para poder controlar el desarrollo de la maduración en todo momento y desechar aquellos que presenten problemas, ya que pueden ser foco de transmisión de defectos a las demás piezas.

### **7.3. Tratamientos intermedios**

Durante la maduración en la cámara, los quesos son susceptibles de ser afectados por ácaros e insectos, de ahí que se proteja a los mismos aceitando la corteza, evitándose así su proliferación.

Pese a ello, es necesario realizar un cepillado periódico de la corteza de las piezas, para eliminar los mohos y esporas que se han desarrollado en ella, como consecuencia de la humedad en la superficie del producto y del contacto de ésta con el oxígeno del ambiente.

Por otro lado, se debe efectuar el volteo de los quesos, con objeto de permitir que se seque toda su superficie uniformemente y que adquieran una forma simétrica, ya que los quesos disminuirán en espesor por la acción de su propio peso.

## **7.4. Acabado**

Cuando los quesos han finalizado su estancia en la cámara de maduración y están listos, se procede a prepararlos para su expedición.

El acabado superficial consiste en un cepillado final de las piezas y su aceitado. Posteriormente se pesan individualmente y se etiquetan, para finalmente realizar su embalaje, cuya función será la de proteger al producto de posibles contaminaciones y agresiones externas (insectos, microorganismos, golpes...) durante el transporte y recepción por parte del distribuidor o comprador.

## **7.5. Cámara de expedición**

Una vez embalados los quesos, las cajas se trasladan a la cámara de expedición, donde permanecerán hasta ser expedidos y en la que se mantendrán a unas condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa para la correcta conservación del producto.

## 8. PROCESO DISEÑADO

El proceso que tiene lugar en la planta proyectada comienza una vez que los quesos han concluido la etapa de saladero.

Como se ha visto, tras el salado es donde empiezan los verdaderos problemas, ya que el queso va a quedar expuesto, sin nada que lo proteja (dado el escaso valor antiséptico que se puede asignar a la sal), a las variaciones climáticas, contaminación microbiana, agresiones del ambiente, parasitismo, etc. Todas estas variaciones se salvarían con un ambiente perfectamente controlado y dando en cada momento el tratamiento que exigiera el estado del producto.

A continuación se va a describir la planta proyectada incluyendo las instalaciones y operaciones que se llevan a cabo en cada una, haciendo uso de la tecnología disponible con objeto de obtener quesos curados con una calidad adecuada.

### 8.1. Producción

La capacidad de producción de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego se ajusta a lo establecido en la propuesta del presente Proyecto Fin de Carrera, y a lo que viene siendo habitual en una planta industrial.

La producción máxima se ha fijado en 1.000.000 kg queso/año. Se distribuye en dos períodos, debido a que se produce un máximo de la producción lechera después de los partos de las ovejas, que suelen tener lugar en los meses noviembre-diciembre. Para reducir este pico de producción, las fábricas de quesos se aprovisionan de diversas procedencias geográficas. De esta manera la planificación de la producción obtenida se estima en un 60 % de enero a junio (200.000 quesos) y un 40 % de julio a diciembre (133.334 quesos).

Considerando que la planta procesa aproximadamente unos 126.000 litros de leche al día, un rendimiento de 7 litros para obtener 1 kg de queso y que los quesos tendrán 3 kg al final del proceso; la producción establecida implica una entrada máxima de quesos al día en las cámaras de maduración de 6.000 unidades.

Para una producción de 6.000 quesos/día, en una jornada de trabajo de 8 horas, los equipos deben tener la capacidad suficiente para no producir retrasos al resto de la planta. Así, la velocidad de producción de la planta será de 750 quesos/h, para lo cual todos los equipos se deben ajustar a estas necesidades.

### 8.2. Tratamiento a la salida del saladero

Los quesos llegan a la sala de tratamiento por medio de una cinta transportadora que comunica con la salida del saladero. Este local se mantiene a unos 12 °C, para no romper la cadena de frío, ya que a esta temperatura se desarrolló el salado.

### **8.2.1. Selección**

En la sala, se realiza una selección para eliminar todos los quesos en los que se aprecie algún tipo de defecto, como deformaciones, superficie remelosa, masa agrietada, reblandecida o hinchada; ya que se considerarán no idóneos para la maduración, debido a que puedan presentar problemas que se transmitan posteriormente a otros quesos. Si los quesos salen de la salmuera con superficie muy resbalosa es debido a la utilización de una salmuera pobre en sal, de manera que deberán ser retornados al saladero para realizar su correcto salado.

Además, durante esta etapa se elegirán unas muestras de cada lote, que serán los quesos testigos a los que se hará el seguimiento en todas las fases. Así, al final del proceso de elaboración se hará el control externo e interno de los quesos testigos para comprobar la calidad de los productos, comprobándose a su vez los registros obtenidos para verificar que los autocontroles se hacen bien.

### **8.2.2. Eliminación de la salmuera superficial**

La línea transportadora continúa con un sistema de soplado para quitar la salmuera superficial que ha quedado en los quesos. Este sistema se emplea para recuperar la salmuera, conseguir que el aceite del posterior tratamiento se adhiera a la superficie del queso y para evitar que la salmuera caiga al suelo y comience a deteriorarlo. Este proceso no altera negativamente a los quesos, ya que durante la maduración lo que tiene lugar es una evaporación del agua interna, por lo que solo hay que tener cuidado en no deshidratar demasiado la superficie, ya que esto puede ocasionar problemas importantes, por ello el soplado es suave para solo eliminar lo más grueso de la humedad.

### **8.2.3. Aceitado**

Los quesos son susceptibles de ser afectados por parásitos e insectos durante la maduración, por lo que se protegerán aceitando su superficie con aceite fungicida. Este aceite está compuesto por ácidos orgánicos, hierbas naturales, sorbatos y cloruro sódico, que son sustancias de uso alimentario. El aceite se aplica a los quesos por medio de una máquina aceitadora de pulverización aerográfica situada en la misma línea de salida del saladero y contigua al túnel de soplado. La capa de aceite formará una película protectora sobre la superficie del queso, protegiéndolo del medio ambiente, tratando de evitar además, que se formen hongos en su superficie y que penetren en el interior del queso, lo que daría lugar a alteraciones importantes durante la maduración. Dicha película no impedirá que la humedad del queso se difunda hacia su exterior para que se lleve a cabo correctamente la maduración, de hecho habrá que reponerla en varias ocasiones a lo largo de este proceso.

Por otro lado, se dispondrán electrocutores de insectos y telas mosquiteras en las zonas de acceso de la sala.

### 8.2.4. Paletización

Al final de la línea automática, se procederá a la paletización de los quesos en cajas plásticas, que se realizará manualmente por un operario. No es necesaria la mecanización del paletizado puesto que la producción sería de aproximadamente 125 cestas como máximo a la hora, por lo que puede hacerse manualmente sin problemas:

$$6.000 \text{ quesos/jornada} \cdot 1 \text{ jornada/8 horas} \cdot 1 \text{ cesta/6 quesos} = 125 \text{ cestas/hora}$$

Los quesos se introducirán en cestas de polietileno encajables con capacidad para 6 quesos. Los palets formados constarán de dos cajas en la base y una altura de 10 cajas, por lo tanto, 20 cestas en cada palet. Por ello, la cantidad de palets a formar en una hora será de unos 6 palets. De este modo se determina que el tiempo de permanencia de los quesos en la sala será aquel que se tarde en formar el palet, que se estima en menos de media hora.

La paleta empleada en el paletizado de las cestas, es adecuada para el volteo mecánico del palet, ya que posee listones de retención que impiden que las cajas se muevan. Estos palets tienen unas dimensiones de la. 1.200 x an. 800 x al. 1.594 mm.

Una vez formado el palet quesero, se transporta hasta la correspondiente cámara de maduración por medio de una carretilla elevadora eléctrica.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la línea de tratamiento, compuesta por el túnel de soplado y la máquina aceitadora acoplada al mismo (la. 6,35 x an. 1,6 m), además del espacio necesario para que el personal se pueda desplazar paralelamente a los equipos y que la carretilla elevadora pueda maniobrar con facilidad, la sala tendrá unas dimensiones de:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 8,0 m**

**Longitud: 8,50 m**

**Superficie: 68,0 m<sup>2</sup>**

**Volumen: 204,0 m<sup>3</sup>**

Las dimensiones de esta sala no son limitantes, al no tratarse de un local destinado a almacenaje. Además, la aceitadora tiene capacidad suficiente (hasta 1.200 quesos/hora y la producción de la planta se estimó en unos 750 quesos/hora), por lo que no habrá problemas para acoger un aumento en la producción.

## 8.3. Cámara de maduración

### 8.3.1. Etapas del proceso

Una vez que los quesos se han trasladado a la correspondiente cámara destinada a la maduración, se someten a las condiciones propias de este proceso, que se llevará a cabo en tres fases:

### ▪ *Etapa de secado*

Durante un período de un mes tendrá lugar la fase de secado, en la que se variará la temperatura interior de la cámara desde un valor de entrada de 12 °C hasta el final de la fase a 8 °C, con lo que tendrá que bajar aproximadamente 1 °C por semana. Por otro lado, la humedad relativa del ambiente se aumenta desde 70 % hasta 80 %. En esta etapa lo que ocurre es una eliminación de lo más grueso de la humedad contenida en los quesos.

### ▪ *Etapa de maduración*

Durante los dos meses siguientes transcurre la fase de maduración, en la que la temperatura se disminuye hasta 6 °C durante el segundo mes de estancia en cámara (bajando aproximadamente 0,5 °C por semana), y permaneciendo a esta temperatura en el siguiente mes. La humedad relativa se aumenta desde 80 % hasta 90 %. En esta fase se dan las reacciones de lipólisis, proteólisis y glucólisis propias de la maduración.

### ▪ *Etapa de conservación*

Durante los seis meses restantes tiene lugar una etapa de conservación, en la que la temperatura se modifica gradualmente, llegando a ser de unos 4 °C. Esta temperatura se alcanza durante el quinto mes de estancia, con lo que disminuirá 0,5 °C por semana, y se mantendrá una humedad relativa del 90 %. A la temperatura de esta etapa, los procesos metabólicos se ralentizan, y la humedad se mantiene a un valor tan alto para que los quesos no pierdan más agua, ya que lo que se persigue con estas condiciones es que el queso no evolucione más, debido a que la pieza ha alcanzado un contenido adecuado tanto de sal,  $a_w$ , extracto seco, proteínas y materia grasa.

Para conseguir las condiciones ambientales deseadas en la cámara de maduración, se dispone del equipamiento de acondicionamiento de aire adecuado. Por otro lado, durante toda la estancia en la cámara, la temperatura y humedad relativa de la misma son controladas desde la sala de control y oficina.

El sistema de almacenamiento empleado permite que los quesos se mantengan separados unos de otros. En determinados momentos del largo proceso de maduración, a las piezas se les efectúa una serie de tratamientos intermedios, que comprenden las operaciones de volteo, cepillado y aceitado y que se llevan a cabo en la sala de tratamientos intermedios y acabado.

A través de la evolución de la  $a_w$  del queso, parámetro que se irá midiendo en los quesos testigo de forma secuencial y programada, se irá controlando la evolución del contenido acuoso de los quesos en la sala, hasta que éstos estén en las condiciones adecuadas para ser expedidos, lo cual corresponde con una reducción de la  $a_w$  en la zona interna del queso desde 0,98 hasta 0,90 tras finalizar el proceso. Esto supone una reducción aproximadamente del 16 % en peso del queso durante todo el proceso de maduración.

Además de todo esto, se hará un seguimiento del producto para ver como evolucionan aspecto, tacto y mermas, teniendo siempre en cuenta que es un buen síntoma que los quesos a madurar den al tacto de los dedos sensación de humedad, algo pegajosa y cuyo color se mantenga en amarillo marrón. La parte exterior no se debe mantener de color blanco y aún



menos formar pasta de este color. Tampoco debe dar al tacto sensación de sequedad total, lo que indicaría una velocidad de deshidratación demasiado rápida. En el caso de haber quesos defectuosos, o parasitados, es imprescindible retirarlos inmediatamente, ya que el problema puede transmitirse a otros quesos u originar malos olores que son absorbidos fácilmente por las demás piezas, con lo que no deben de ponerse en contacto con estos.

### 8.3.2. Número de cámaras de maduración

Debido a que las dimensiones de las cámaras son limitantes, al tratarse de locales destinados al almacenamiento de los quesos para su maduración, se considera una sobreproducción del 10 % (1.100.000 kg queso/año), con el fin de aumentar la capacidad de las mismas.

La capacidad de cada cámara de maduración es de **46.000 quesos**, teniendo en cuenta que la producción es de 6.000 quesos/día, como máximo y que emplearán 7-8 días en llenar la cámara.

Teniendo en cuenta que el proceso de maduración de las piezas transcurre durante 9 meses, será necesario un número de cámaras que pueda albergar la producción anual:

$$1,1 \cdot 10^6 \text{ kg queso/año} \cdot 1 \text{ queso/3 kg} \cdot \text{cámara/46.000 quesos} \approx \mathbf{8 \text{ cámaras}}$$

El número de cámaras para llevar a cabo la etapa de maduración será de ocho por las siguientes razones:

- La principal razón es consecuencia de la producción de la planta de fabricación de queso. Ésta no es continua y dado que hay que modificar las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente a lo largo de la estancia en la cámara, no se pueden introducir quesos indefinidamente.
- En la maduración del queso se requiere que el espacio sea lo más reducido posible de tal manera que el control sobre la maduración de los quesos sea lo más preciso posible, además de evitar perturbaciones en las condiciones ambientales.
- En el caso de que existiese algún tipo de problema con alguna de las cámaras existentes, este percance podría subsanarse llevando la mercancía a otra cámara de maduración.

### 8.3.3. Configuración de las cámaras de maduración

Los palets queseros se dispondrán en cada cámara en pilas de 3 palets de altura, siendo las dimensiones de cada pila: la. 1,20 x an. 0,80 x al. 4,78 m. Dado que la capacidad de la cámara es de 46.000 quesos, la cantidad de palets y de pilas que se albergarán en cada una será:

$$46.000 \text{ quesos/cámara} \cdot 1 \text{ cesta/6 quesos} \cdot 1 \text{ palet/20 cestas} = \mathbf{384 \text{ palets/cámara}}$$

$$384 \text{ palets/cámara} \cdot 1 \text{ pila/3 palets} = \mathbf{128 \text{ pilas/cámara}}$$

La configuración de las pilas de palets en cada cámara de maduración se realizará de la siguiente forma: 2 bloques, cada uno con 4 filas de 16 pilas de palets. La longitud de la cámara será la necesaria para poder albergar dichas filas de palets y los elementos necesarios del sistema de refrigeración-ventilación para el correcto secado y maduración de los quesos. Los bloques estarán separados entre sí por un pasillo central de 3,5 m de ancho, lo cual permite la maniobrabilidad de la carretilla elevadora eléctrica. Esta configuración permite situar los quesos en bloques distintos, y contribuye a la fácil distinción de los mismos por lotes. Para una mejor visualización de la configuración de la cámara de maduración ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta.

La disposición se lleva a cabo de esta forma ya que el sistema de distribución de aire utilizado influye directamente sobre la forma de la cámara. De esta manera se colocarán 3 conductos de impulsión del aire, dos en las paredes y uno central en el techo, y 2 conductos de aspiración, uno sobre cada línea de palets en el techo. El espacio entre el techo y la cumbre de los palets será suficiente para colocar los conductos de impulsión y de aspiración del aire y que además, exista una distancia mínima entre estos y la cumbre de los palets.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, las dimensiones de cada una de las cámaras son:

**Altura: 5,70 m**  
**Ancho: 11,34 m**  
**Longitud: 22,20 m**  
**Superficie: 251,75 m<sup>2</sup>**  
**Volumen: 1.434,96 m<sup>3</sup>**

## 8.4. Tratamientos intermedios

Durante la maduración de los quesos es necesario efectuarles una serie de tratamientos destinados a su protección y operaciones encaminadas al secado uniforme de la pasta.

### 8.4.1. Volteo

La operación de volteo de las piezas, para conseguir un secado uniforme y obtener una forma simétrica, se efectuará durante el primer mes, al menos dos veces y a los 2, 5 y 8 meses de estancia en cámara. En el primer mes, el volteo se hará en el interior de la cámara y se efectuará a cada palet quesero. Para ello se emplea un volcador de carga acoplado en la carretilla elevadora, que permite la rotación segura del palet. Para efectuar la operación de volteo, habrá que desmontar cada pila de palets, volcar cada palet individualmente y colocarlo de nuevo en su posición.

En el resto del proceso, se aprovechará la circunstancia que el volteo coincide con el cepillado y aceitado de los quesos, con lo que se empleará un accesorio volteador 180°, incorporado en la línea de tratamientos intermedios. Este volteador posee un cuerpo con dos pinzas que agarran el queso, y por medio de un cabezal giratorio se consigue realizar el volteo del producto.

### **8.4.2. Cepillado**

El desarrollo de mohos y esporas en la superficie de los quesos durante la maduración de éstos, es a veces un grave problema. No sólo por perjudicar la presentación comercial del producto, sino por las posibles alteraciones de sabor, olor y la posibilidad del desarrollo de toxinas. Por este motivo se realiza el cepillado uniforme de la superficie de los quesos, por medio de una cepilladora que permite limpiarlos en continuo gracias a un sistema de rodillos que arrastra las partículas adheridas a la superficie de las piezas.

Los quesos entran en la cepilladora de manera vertical, gracias a un desviador colocado en la línea transportadora. El queso circula rodando por el interior de la máquina a la vez que recibe el cepillado.

### **8.4.3. Aceitado**

Los quesos son susceptibles de ser afectados por ácaros e insectos durante su maduración. Así, se protegerán con una capa de aceite que se aplicará mediante el uso de una máquina aceitadora automática de pulverización aerográfica.

Esta aceitadora permite el aceitado de dos quesos a la vez, y su entrada estará dosificada gracias a unos dedos de retención situados previos a la entrada. Los quesos son introducidos en la máquina aceitadora mediante un empujador neumático cerrándose posteriormente la compuerta de la cabina de aceitado. La aceitadora permite el aceitado por ambas caras del queso, ya que está dotada de cuatro pistolas aerográficas.

### **8.4.4. Línea de tratamiento**

A los 2, 5 y 8 meses de permanencia en la cámara, los palets son transportados mediante la carretilla elevadora a la sala de tratamientos intermedios y acabado. En esta sala todo el proceso de tratamiento está automatizado. El palet se colocará en el carro descargador de un despaletizador-paletizador automático, que sitúa el palet en el interior de la máquina. Un brazo mecánico va extrayendo cada cesta del palet y la coloca en la zona de descarga, en la que mediante unos dedos de presión, los 6 quesos de la cesta son extraídos a la vez y depositados en la línea transportadora.

En esta línea se ubican el accesorio volteador, la cepilladora de quesos y la aceitadora. Una vez que los quesos han sido volteados, cepillados y aceitados; la línea continúa hasta llegar a la zona de carga de quesos para volver a ser paletizados. Los quesos son recogidos de nuevo por unos dedos de presión, que los colocan en la cesta. El brazo mecánico deposita la cesta sobre el carro cargador formando de nuevo el palet. Finalmente, el operario cargará el palet en la carretilla elevadora y lo trasladará a la cámara de maduración.

Esta sala se mantiene a una temperatura de 12 °C, tal y como estipula la Ley de conservación y manipulación de productos alimenticios. Además, se dispondrán electrocutores de insectos y mosquiteras en las zonas de acceso.

Teniendo en cuenta que el equipo de menor rendimiento de producción es el despaletizador-paletizador, 1.000 quesos/hora, y que el tiempo que los quesos sufren el

proceso es mínimo, se establece que el tiempo de permanencia de un palet (120 quesos) en esta sala será muy inferior a media hora.

De este modo, el tamaño de la instalación no estará directamente influenciado por el tiempo de residencia de los quesos, sino por las dimensiones de los equipos utilizados en ella. Cabe destacar que en esta sala también se ubicarán los equipos necesarios para el etiquetado y empaquetado de los quesos para su expedición. Así, en esta sala se encontrarán los siguientes equipos:

- Despaletizador-paletizador:
  - Rendimiento de hasta 1.000 quesos/h.
  - Dimensiones: la. 4,72 x an. 5,51 x al. 2,40 m.
- Accesorio volteador.
  - Rendimiento de hasta 1.000 quesos/h.
  - Longitud pinzas: 340 mm.
- Cepilladora de quesos circulares:
  - Rendimiento de hasta 1.500 quesos/h.
  - Dimensiones: la. 1,45 x an. 7,50 m.
- Aceitadora de quesos:
  - Rendimiento de hasta 1.200 quesos/h.
  - Dimensiones: la. 1,41 x an. 1,50 m.
- Etiquetadora.
  - Rendimiento de hasta 1.400 quesos/h.
  - Dimensiones: la. 1,60 x an. 0,90 m.
- Empaquetadora.
  - Rendimiento de hasta 600 cajas/h.
  - Dimensiones: la. 4,76 x an. 1,33 m.

Teniendo en cuenta las dimensiones de los equipos alojados en la sala, así como la longitud de las cintas transportadoras se establecen las siguientes dimensiones:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 10,60 m**

**Longitud: 16,50 m**

**Superficie: 174,90 m<sup>2</sup>**

**Volumen: 524,70 m<sup>3</sup>**

## 8.5. Acabado

### 8.5.1. *Tratamientos finales*

Una vez transcurrido el tiempo necesario en la cámara de maduración, establecido en 9 meses, y en las piezas han adquirido las características propias de un queso viejo de oveja, se trasladan a la sala de tratamientos descrita anteriormente, donde se preparan para su expedición.

Primero se despaletizan automáticamente los quesos, pasando a la línea automática donde reciben el cepillado final y su correspondiente aceitado.

### 8.5.2. *Etiquetado*

A continuación, los quesos no se retornan al despaletizador-paletizador, sino que son transportados hacia la zona de etiquetado, pesaje y codificado de quesos, por medio de un desviador colocado en la misma cinta transportadora.

Las piezas pasan a una etiquetadora automática, que a través de una pistola de pulverización, aplica cola, apta para uso alimentario, sobre el queso y coloca la etiqueta por medio de un brazo aplicador dotado de ventosas para tomar la etiqueta del dispensador.

La información del etiquetado de los quesos constará obligatoriamente de las siguientes especificaciones:

- La palabra “queso” y el nombre de la especie animal de la que procede la leche empleada, en este caso, “*Queso de oveja*”.
- El porcentaje mínimo en masa/masa del extracto seco lácteo, así como el de grasa láctea sobre dicho extracto y la denominación correspondiente al contenido graso. En el caso del presente proyecto fin de carrera se indicaría “*Extracto seco: 55% mínimo. Grasa: 50% mínimo sobre extracto seco. Queso graso*”.
- Lista de ingredientes, precedida del título “*ingredientes*”, en la que se mencionarán todos por orden decreciente de sus pesos en el momento de su incorporación al proceso de fabricación.
- Contenido neto expresado en gramos o en kilogramos.
- Marcado de fechas, en el que se indicará la fecha de fabricación y la fecha de duración mínima del producto.
- Identificación de la empresa, en la que se hará constar el nombre o la razón social o la denominación del fabricante y el número de registro sanitario de identificación de la industria.
- Identificación del lote de fabricación.
- Indicación de “*elaborado con leche pasterizada*”.

Para incluir la información necesaria en el etiquetado, los quesos se pesan en una báscula de precisión dinámica y sobre la etiqueta se inserta el contenido neto, fecha de fabricación, fecha de duración mínima y número de lote, mediante el uso de un inyector de tinta.

### 8.5.3. *Empaquetado*

Seguidamente, después del etiquetado, los quesos siguen por la cinta transportadora hasta llegar a una máquina empaquetadora de carga automática.

Mediante unos dedos de retención se van dosificando los quesos de dos en dos, por esta la cantidad de quesos que tiene cada caja. La empaquetadora dispone de planchas de cartón troquelada que envuelven el producto a empaquetar. Las cajas resultantes tendrán unas dimensiones la. 430 x an. 220 x al. 120 mm.

A la salida de línea tendrá lugar el pesaje dinámico de las cajas e impresión del rótulo de las mismas. La rotulación del embalaje constará obligatoriamente de las siguientes especificaciones:

- Denominación del producto o marca.
- Número y contenido neto del paquete.
- Nombre o razón social o denominación de la Empresa.
- Fecha de envasado.
- Instrucciones para su conservación.

Por último, se procede al paletizado manual de las cajas. Teniendo en cuenta la fragilidad de la mercancía a depositar, se establece se pueden apilar 5 cajas como máximo. De esta forma los palets a formar tendrán 6 cajas en la base y 5 alturas, por tanto 30 cajas en cada palet. Con esto las dimensiones de los palets serán la. 1,00 x an. 0,80 x al. 0,78 m.

El tiempo de permanencia de los quesos en esta fase del proceso será el tiempo que se tarde en formar un palet de cajas, por tanto será el tiempo que se tarde en tratar 60 quesos. La empaquetadora tiene un rendimiento de hasta 600 cajas/hora. Así, se estima que se empleará menos de media hora en tener un palet completo para trasladarlo a la cámara de expedición.

## 8.6. **Cámara de expedición**

Los palets de producto terminado se llevarán a la cámara de expedición mediante el uso de la carretilla eléctrica elevadora.

Las condiciones en esta cámara serán de 4 °C y 70-90 % para asegurar la correcta conservación de las piezas y permanecerán en ella hasta el momento de su expedición.

Se almacenará una cantidad de producto equivalente a 5 días de producción y como la producción diaria de la planta es como máximo 6.000 quesos/día, la cantidad máxima de palets almacenados es:

$$5 \text{ días} \cdot 6.000 \text{ quesos/día} \cdot 1 \text{ caja/2 quesos} \cdot 1 \text{ palet/30 cajas} = \mathbf{500 \text{ palets}}$$

El sistema de almacenaje empleado consiste en estanterías para el almacenaje de palets, fabricadas en acero laminado en caliente. Poseen las siguientes dimensiones: la. 8,50 x an. 1,00 x

al. 4,58 m; y constan de 3 campos iguales con 5 niveles ajustables de almacenaje cada uno. En cada nivel se colocarán 3 palets, por tanto habrá 45 palets en cada estantería y la cantidad necesaria de estanterías para la cámara será de 12.

La configuración de las estanterías en la cámara de expedición se realizará de la siguiente forma: 3 bloques de estanterías, cada uno de ellos con 2 filas de dos estanterías cada una. Los bloques estarán separados por un pasillo, que será lo más estrecho posible (3,40 m), pero siempre permitiendo la maniobrabilidad de la carretilla elevadora, y se dejará la misma distancia entre paredes y estanterías.

Con todo lo anteriormente descrito, las dimensiones de la cámara de expedición son:

**Altura: 5,50 m**  
**Ancho: 19,60 m**  
**Longitud: 20,40 m**  
**Superficie: 399,84 m<sup>2</sup>**  
**Volumen: 2.199,12 m<sup>3</sup>**

Para una mejor visualización de la configuración de la cámara de expedición ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

## 8.7. Laboratorio de control de calidad

La planta poseerá un laboratorio de control de calidad, en el que se efectuarán los controles necesarios a lo largo de toda la fabricación de quesos. Centrándonos en el proceso de maduración, los trabajos del laboratorio se pueden resumir en el control de dicho proceso en cuanto a las materias primas, producto en proceso de maduración y producto terminado.

Las materias primas deben ser cuidadas y en ellas la más importante es el agua, de la que debe conocerse su dureza para corregirla si es demasiada con antiincrustantes o medios de depuración. Igualmente debe tenerse un control en cuanto a su composición bacteriológica.

Se controlará el ambiente de las cámaras de maduración en cuanto a su composición bacteriológica con objeto de ordenar las desinfecciones adecuadas y eliminación de malos gérmenes.

Durante el proceso de maduración y cuando el producto esté listo para expedir se harán una serie de análisis a los productos. La calidad del queso se evalúa desde tres puntos de vista: físico-químico, microbiológico y organoléptico. Desde el punto de vista físico-químico, el queso debe ser un producto altamente nutritivo, de calidad constante y controlada, seguro para la salud, no adulterado y que cumpla en todo momento con la legislación vigente.

Los principales parámetros utilizados para evaluar la calidad físico-química del queso son la actividad del agua ( $a_w$ ), pH, contenido en proteínas, materia grasa y extracto seco, cloruro sódico y humedad.

En este local se albergarán todos los utensilios necesarios para el análisis de los productos, siendo sus dimensiones:

**Altura: 3,0 m**  
**Ancho: 4,0 m**  
**Longitud: 6,50 m**  
**Superficie: 26,0 m<sup>2</sup>**  
**Volumen: 78,0 m<sup>3</sup>**

## 8.8. Diseño de las salas refrigeradas

Las salas refrigeradas son aquellas que necesitan un aporte de energía frigorífica para mantener su interior a una temperatura determinada, bien para no romper la cadena de frío o bien para someter los productos a un proceso determinado.

En la Planta de maduración de queso de oveja, las salas refrigeradas son:

- Sala de salida del saladero.
- Cámaras de maduración.
- Sala de tratamientos intermedios y acabado.
- Cámara de expedición.

### 8.8.1. Elección del aislante térmico

El aislamiento tiene por objeto reducir en lo posible las pérdidas de frío a través de paredes, techos, suelos, puertas y otros elementos. Se trata de hacer la cámara lo más adiabática posible, y así poder mantener las condiciones interiores con independencia del exterior. Además, se pretende proporcionar ahorro energético con un espesor económico óptimo.

Se empleará como material aislante en todas aquellas salas refrigeradas la espuma de poliuretano. Además de la óptima conductividad térmica (0,020 kcal/h·m·°C), otros factores considerados como su facilidad de aplicación y bajo coste han sido determinantes para la elección de este aislante.

Las características técnicas de la espuma de poliuretano son:

- Densidad: 40 kg/m<sup>3</sup>.
- Coeficiente de conductividad térmica: 0,020 kcal/h·m·°C.
- Comportamiento ante el fuego: clase M1 (combustible, pero no inflamable) según UNE 23 727 y UNE 92 120, con lo que la combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor desde un foco exterior.
- Autoextinguible, no gotea.
- Propiedades mecánicas: resistentes a la flexión y a la compresión.
- Alta resistencia química.
- Se puede cortar, taladrar, pegar, clavar, etc.

En paredes y techos se instalarán paneles tipo sándwich, donde la espuma de poliuretano permanece encerrada entre dos chapas de acero galvanizado y lacado de 0,5 mm de espesor. Estos paneles son autoensamblantes, autorresistentes, de fácil limpieza y las chapas metálicas hacen de barrera antivapor.



### 8.8.2. Espesores de aislante

Los espesores de aislante de las instalaciones se han determinado en el apartado 4 del documento Cálculos Justificativos de este Proyecto Fin de Carrera. Los espesores que se muestran a continuación son los correspondientes espesores comerciales necesarios:

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Tratamiento salida saladero</b>	15	0	15	15	30	15
<b>Cámara nº 1</b>	15	30	30	15	50	30
<b>Cámara nº 2</b>	15	30	15	15	50	30
<b>Cámara nº 3</b>	15	15	15	15	50	30
<b>Cámara nº 4</b>	15	15	15	15	50	30
<b>Cámara nº 5</b>	30	15	30	15	50	30
<b>Cámara nº 6</b>	30	15	15	15	50	30
<b>Cámara nº 7</b>	30	15	15	15	50	30
<b>Cámara nº 8</b>	30	15	15	15	50	30
<b>Tratamientos intermedios y acabado</b>	15	15	15	15	30	15
<b>Expedición</b>	30	15	15	30	50	30

### 8.8.3. Potencias frigoríficas de las salas refrigeradas

El cálculo seguido para obtener las potencias frigoríficas necesarias para cada sala, está detallado en el apartado 5 del documento Cálculos Justificativos de este Proyecto Fin de Carrera. :

- Sala de tratamiento a la salida del saladero: 3,9 kW.
- Cámaras de maduración: 32,66 kW (potencia frigorífica de la unidad acondicionadora de aire).
- Sala de tratamientos intermedios y acabado: 8,2 kW.
- Cámara de expedición: 30,2 kW.

### 8.8.4. Caudal de aire de ventilación en cámaras de maduración

El caudal de aire necesario para llevar a cabo el secado de los quesos en las cámaras de maduración se ha determinado en el apartado 7 del documento Cálculos Justificativos de este Proyecto Fin de Carrera. El sistema de ventilación debe ser capaz de impulsar un caudal de aire de **23.738 m<sup>3</sup>/h**.

## 9. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN

En este apartado se van a describir las diferentes alternativas para llevar a cabo cada uno de los procesos de la planta de maduración, seleccionándose aquella con mayores ventajas. La opción descartada se presentará con un aspa, ✖; mientras que la opción elegida muestra el signo ✔.

### 9.1. Tratamiento a la salida del saladero

El tratamiento a la salida del saladero consiste en que los quesos, una vez salados se sometan a una serie de tratamientos superficiales para acondicionarlos a su posterior maduración en cámara.

#### Eliminación de salmuera superficial

- ✖ Tradicionalmente los quesos son sometidos a un proceso de oreo para eliminar la salmuera superficial, dejándolos en cámaras durante 24 a 48 horas a una temperatura de 10 °C aproximadamente.
- ✔ La planta de maduración proyectada contará con un sistema de tratamiento a la salida del saladero compuesto por un sistema de escurrido de la salmuera de los quesos procedentes del saladero. Este sistema permite un soplado suave para eliminar la salmuera superficial y preparar la superficie de la pieza para el siguiente tratamiento. Esto supone un notable ahorro de espacio, ya que no será necesaria la mencionada cámara de oreo.

#### Aceitado

- ✖ El aceite se aplica sobre la superficie externa de los quesos para que éstos queden protegidos frente al ataque de ácaros e insectos. Tradicionalmente se aplica el aceite mediante proceso manual por inmersión de la pieza en un recipiente o por aplicación directa a brocha. En cualquier caso, esto conlleva una gran cantidad de mano de obra y de tiempo de trabajo.
- ✖ Actualmente hay sistemas automáticos lineales por inmersión de las piezas en un baño de aceite, donde quedan totalmente impregnadas, sin embargo conlleva el problema de un gran gasto de producto.
- ✔ En la actualidad, para prevenir la aparición de ácaros, las salas son tratadas con acaricidas durante aquellos períodos donde no hay productos en la sala.

Como complemento a lo anterior, y debido a que los acaricidas no pueden utilizarse cuando el producto está presente en la sala, se aplicará un producto específico con actividad fungicida sobre las piezas con la ayuda de una máquina

aceitadora automática, que aplica el aceite por medio de unos inyectores que proporcionan una capa uniforme, con lo que se asegura el total cubrimiento de la superficie de los quesos.

El empleo de esta aceitadora permitirá reducir tiempo de manipulación y mano de obra, a la vez que se economizará el uso de emulsión fungicida y será más higiénico.

Además de estos tratamientos, se instalarán, en contra de los ácaros e insectos, electrocutores de insectos y mosquiteras en todas las zonas de acceso a las salas.

## **9.2. Cámara de maduración**

Durante el proceso de maduración se pretende, mediante la exposición progresiva de los quesos a temperaturas más bajas a las de las anteriores etapas y humedades relativas del ambiente cada vez más altas, conseguir un grado de secado adecuado, así como favorecer las reacciones formadoras de compuestos, provenientes del metabolismo de la grasa, proteínas y azúcares, responsables del sabor y aroma.

### **Condiciones termohigrométricas en las cámaras**

- \* Existe la posibilidad de cámaras que sólo cuentan con dispositivos para la regulación térmica, es decir, en ellas se evitarían subidas indeseables de temperatura o épocas de frío donde la temperatura es insuficiente, ya que el calor producido por la fermentación de los quesos no compensa las pérdidas calóricas producidas por las condiciones exteriores. Pero queda la higrometría aleatoria, lo cual tiene un importante inconveniente, y es que a medida que avanza la maduración, las condiciones de entrada del aire han de modificarse y progresivamente la temperatura debe ser más baja.

Así, por ejemplo, el sistema de enfriamiento que sólo utiliza radiadores dispuestos en el techo o a lo largo de las paredes del local, presenta numerosos inconvenientes:

- Atmósfera heterogénea, en cuanto a temperatura y humedad.
- Condensación sobre los radiadores del techo, inevitables cuando el local es vasto, por lo que se necesitaría un dispositivo que evitase la caída de agua sobre los quesos.
- Renovación de aire, por lo general insuficiente.
- Regulación difícil de la temperatura sin variar sensiblemente el grado higrométrico.

La alimentación de los radiadores constituidos por serpentines de expansión directa permite reducir notablemente los gastos de instalación y funcionamiento. En cambio, el mantenimiento de un grado higrométrico dentro de la cámara es mucho más difícil debido a las oscilaciones inevitables de temperatura que implica el funcionamiento de los termostatos.

Serían necesarios equipos que permitieran deshumidificar el aire húmedo, y por consiguiente controlar la humedad relativa del mismo, por lo que se deshecha esta opción.

- ✓ La planta de maduración proyectada contará con dispositivos tanto para la regulación térmica como para la de la humedad relativa, por lo que la maduración de las piezas no depende de las condiciones climáticas exteriores. Así, se asegura una homogeneidad satisfactoria de la atmósfera, mediante la circulación muy activa del aire, permitiendo dominar y dirigir a voluntad la evolución de la actividad de agua en el queso. Con esto se ejerce un control sobre el desarrollo de actividades microbianas y reacciones de la maduración, consiguiéndose obtener productos con elevada estabilidad y con características sensoriales más uniformes.

Esta opción será la elegida, y las condiciones de trabajo serán las siguientes: en la etapa de secado la temperatura bajará desde 12 °C hasta 8 °C y la humedad relativa se modificará desde 70 % hasta 80 %. Durante la fase de maduración las condiciones variarán desde 8 °C hasta 6 °C y de 80 % a 90 % de humedad relativa. Por último, en la fase de conservación, la temperatura disminuirá desde los 6 °C hasta 4 °C y se mantendrá una humedad relativa de 90 %.

### Sistema de distribución de aire

- ✗ Tradicionalmente los quesos son madurados en cuevas naturales, donde las condiciones ambientales no varían o varían poco a lo largo del año.
- ✗ Otra opción consiste en construir las salas de maduración orientando sus ventanas en direcciones determinadas, abriendo o cerrando éstas según el tiempo y su “saber hacer”. No obstante, las condiciones atmosféricas reinantes en estos locales siguen dependiendo de las condiciones exteriores y no puede, por tanto, garantizarse la regularidad de las distintas partidas de producto.
- ✓ En la planta proyectada se empleará un sistema de convección forzada, en el que los movimientos del aire son generados mecánicamente por un ventilador, además de necesitar otros dispositivos para acondicionar y distribuir ese aire, con lo que no se dependerá de las condiciones climáticas del exterior y se dispondrá de la capacidad evaporadora idónea para las fases del proceso de elaboración de quesos.

Esta es la opción elegida, ya que con este sistema se tiene la ventaja de una total independencia de las condiciones climáticas, calidad más homogénea de la producción y posibilidad de ampliar la producción quesera hasta épocas tradicionalmente improductivas (los meses de junio, julio y agosto).

## Equipamiento del sistema de distribución del aire

- ✘ Actualmente existen sistemas de baja inducción o de ciclo continuo, en el que el aire circula por todos los conductos de impulsión al mismo tiempo. Se trata de una inducción de aire a baja velocidad pero en forma continua, es decir que el aire siempre está en movimiento dentro de la cámara.

Tiene lugar un secado muy suave en el que el barrido del aire es tal que permite el tiempo necesario para que la superficie se vaya hidratando, y así ir extrayendo la humedad del interior del queso. Así, el sistema de ventilación permite establecer el adecuado equilibrio entre la velocidad de evaporación superficial y la exudación del agua del interior.

En este sistema se emplean conductos textiles perforados como conductos de difusión del aire, situados en la parte superior de cada fila de palets. Es necesario, por tanto el uso de unas tapas plásticas rejadas sobre las últimas cestas de los palets, para evitar que el aire de la cámara incida directamente sobre los quesos superiores, lo que les provocaría un secado demasiado rápido y no uniforme respecto al resto de los quesos de la cámara. La aspiración del aire tiene lugar por conductos metálicos con bocas de aspiración situados en el suelo a los laterales.

Sin embargo, debido a la altura de las cámaras de maduración de la Planta proyectada (5,70 m), este sistema no es apto, ya que no se da el barrido del aire hasta el suelo por emplear una baja velocidad de aire (aproximadamente 0,3 m/s), con lo que no pasará por todo el producto y no se conseguirá una homogeneización. En este sistema no es posible el uso de velocidades del aire más altas, debido a que se resecarían demasiado los quesos.

- ✓ El sistema de ciclo partido o alta inducción es el sistema adecuado para las cámaras de maduración del presente Proyecto. Con este sistema se pretende dar un reposo al queso para que vaya hidratándose su superficie.

El queso es sometido durante periodos de tiempo a una corriente alta de aire (unos 7 m/s), luego esta corriente se detiene, con lo que la cámara se queda sin movimiento de aire durante un determinado tiempo. En este período las piezas van difundiendo humedad desde el interior y así hidratando su superficie, lo que provoca que la humedad del ambiente suba, al igual que la temperatura. Luego, cuando este periodo termina, nuevamente el aire entra en la cámara, comenzando el ciclo y así sucesivamente. El aire seca la humedad del producto por tener menos humedad que este y por la acción física del barrido.

La difusión del aire se realiza por medio de boquillas troncocónicas colocadas en conductos de chapa a ambos lados y en el centro del techo. A continuación el aire será reflejado sobre deflectores en el suelo para reducir el efecto de superficie producido por el aire al circular sobre las paredes y el suelo. El aire es aspirado por las bocas de aspiración, colocadas en el techo sobre las filas de palets, tras el choque de las corrientes procedentes de ambos lados.

Este equipamiento del sistema de distribución de aire es el adecuado, ya que se produce el barrido del aire desde arriba hasta el suelo, con lo que aire pasa a

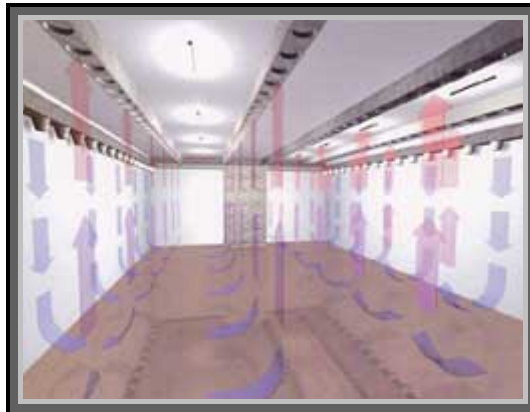
través de todo el producto, consiguiéndose también, una difusión homogénea del aire en el interior de la cámara.

Debido a la existencia de convección forzada en las cámaras de maduración, se emplearán zócalos de hormigón moldeado con función deflectora para superar los inconvenientes derivados de los procesos que utilizan circulación forzada de aire (turbulencias que perturban la uniformidad del proceso). Su finalidad es modificar las características finales de la junta entre el paramento de una superficie vertical (muro o tabique) y el plano horizontal del pavimento, permitiéndose que la circulación del aire sea suave. Por tanto se corrige la arista recta del diedro con un enlace curvo y cóncavo que viene impuesto por la Reglamentación Técnico-Sanitaria.

Además de la función deflectora, la pieza tiene las siguientes funciones:

- Función mecánica: actúa como elemento de rigidización y sujeción inferior de los paneles de tabiquería.
- Función protectora: protege a las paredes de posibles impactos con las carretillas, estanterías..., porque impide la aproximación de las mismas hasta las paredes.
- Función higiénico-sanitaria: su diseño evita la acumulación de suciedad en las juntas de los paramentos, y permite la caída y circulación del agua.

**Figura 11.** Esquema de la distribución de aire mediante el sistema de difusión por conos de impulsión y bocas de aspiración en el techo.



**Figura 12.** Cámara con sistema de distribución de aire mediante conductos de difusión con conos de impulsión y bocas de aspiración en el techo.



**Figura 13.** Detalle de las entradas y salidas de aire en la cámara.





### Regulación de las cámaras

- ✘ La regulación puede estar basada en consignas definidas a priori para la temperatura y la humedad relativa y los tiempos de marcha y de parada de las instalaciones, pero en este caso el utilizador del secadero debe demostrar una gran destreza a la hora de adaptar estas consignas a las fluctuaciones de las fabricaciones, de manera que este principio de regulación conlleva un alto riesgo de mal funcionamiento, en particular en las salas de maduración donde los productos permanecen períodos largos de tiempo.

La capacidad evaporadora de la instalación es definida por las consignas de temperatura e higrometría, por ser éstas constantes en el tiempo, pero la cantidad de agua que migra hacia la superficie del producto y está disponible para la evaporación, disminuye durante la estancia de los productos en la sala, por lo que no habrá equilibrio de los flujos de agua en el producto y entre éste y el aire ambiente para el conjunto de los productos del secadero, apareciendo acortezado o remelo en la superficie de las piezas según sean los tiempos mayores o menores.

- ✓ En la planta proyectada la regulación se hará a través del funcionamiento de la batería fría, uno de los equipos que forman parte del sistema de frío, es decir, el funcionamiento de la batería fría dependerá de la higrometría del ambiente de la sala. El punto alto de la consigna del higróstico pondrá en marcha el funcionamiento de la instalación, mientras que el punto bajo del mismo provocará su parada.

Los valores de consigna tendrán una diferencia de 8 a 10 puntos en cada fase del proceso, por ejemplo, punto alto al 80 % y punto bajo al 70 %. De este modo, cuando la higrometría alcanza el punto bajo la batería fría se para, así como la ventilación, y la higrometría natural sube en la sala, estando la duración de este ascenso directamente relacionado con los productos: cantidad, estado de desecación...

### Sistema de almacenamiento de los quesos en la cámara

- ✘ En las cámaras tradicionales los quesos son colocados sobre estantes de madera donde permanecen durante todo el período de maduración, desplazándolos únicamente a la hora de realizar los tratamientos de su superficie.

Este procedimiento requiere un gran esfuerzo físico por parte de los empleados encargados de esta labor, ya que deberán colocar los quesos uno a uno en las estanterías de la cámara de maduración, posteriormente tendrán que cogerlos para colocarlos en carretillas, trasladarlos a la sala de tratamiento donde se efectúen los tratamientos intermedios y volver a colocarlos en la cámara.

Por otro lado, existe el inconveniente de que la madera es un elemento orgánico, y desde ese punto de vista es un hábitat propicio para el desarrollo microbiano, debido a la humedad que contiene, producto del suero que sale del queso y penetra en la madera. Por ello, los estantes de la cámara deben estar impermeabilizados para que se puedan limpiar y desinfectar mejor. Los productos



para el mantenimiento de las estanterías de madera conllevan un gasto considerable, además de tratarse de un trabajo bastante laborioso. Por todas estas razones esta opción queda descartada.

- ✓ La maduración en la planta proyectada se llevará a cabo con la ayuda de cestas apilables de polietileno en las que se colocan los quesos. Estas cajas presentan las siguientes ventajas:
- Son estructuralmente seguras, ya que se pueden apilar unas encima de otras con calces que permitan un encaje seguro y sin movimientos.
  - Proporcionan una mejor manipulación (como por ejemplo, el volteo en apilado) y transporte de los quesos a través de toda la planta, ya que se pueden organizar en palets por ser cada caja autoportante.
  - Permiten el desarrollo de la mecanización del encajado en palets para la maduración.
  - Permiten un buen aprovechamiento del espacio de las instalaciones y una mejor localización de los lotes.
  - Cuentan con ventilación suficiente para permitir el secado debido a que su superficie es rejada.
  - El material del que están fabricadas permite una vida útil larga, ya que son muy resistentes, a los efectos de evitar roturas por golpes.
  - Dicho material, por otra parte, elimina el problema higiénico que presentaban las baldas de madera de las cámaras tradicionales y hace más fácil su limpieza, ya que esta tarea se puede hacer de manera mecanizada, suprimiendo el difícil e imperfecto lavado de las estanterías de madera.
  - Los tratamientos de la corteza de los quesos dentro del período de maduración se reducen respecto al sistema tradicional de estanterías, ya que la madera afecta a la superficie de los quesos. Con esto se logra un importante ahorro respecto a la manipulación y producto aplicado a las piezas.
  - En general, hacen más fácil la ejecución de tareas tediosas y por tanto suponen una importante reducción de mano de obra.

**Figura 14.** Contraste entre disposición de los quesos en la forma tradicional y en la cámara proyectada.



### 9.3. Tratamientos intermedios

#### Volteo

- ✘ Para asegurar la adecuada distribución de la masa del queso y su secado uniforme, en las cámaras de maduración tradicionales el volteo de los quesos se realiza manualmente, uno por uno. Como consecuencia, la tarea resulta tediosa, ya que el manoseo individual de cada pieza exige mucho tiempo y un adecuado control para asegurar que todos los quesos son volteados y no existen confusiones.
- ✓ En la planta proyectada el volteo de las piezas se efectuará de dos maneras distintas dependiendo del tiempo que lleven los quesos en la cámara. Ambas opciones evitan los inconvenientes de la anterior alternativa, ya que la tarea se realiza de manera totalmente mecanizada.

Durante el primer mes de permanencia en la cámara, el volteo debe realizarse al menos dos veces. Por este motivo se emplea un implemento de volcado de carga colocado en la carretilla elevadora que permite el volteo de las piezas en las unidades de paletizado.

A partir del segundo mes la operación de volteo se efectuará por medio de un accesorio volteador incorporado en la línea automática de tratamientos intermedios, aprovechando la circunstancia de que el volteo se realiza con la misma periodicidad que el cepillado y aceitado.

**Figura 15.** Contraste entre la técnica de volteo manual y los dos métodos de volteo mecánico en la planta proyectada.





### Cepillado

- ✘ Tradicionalmente, el tratamiento superficial de las piezas, para impedir el desarrollo de mohos superficiales y la proliferación de ciertas bacterias, se consigue mediante el frotamiento y el lavado de la corteza con agua pura o salada y el raspado de la superficie con cuchillo o cepillo, lo que implica una importante necesidad de mano de obra para la ejecución de esta tarea.

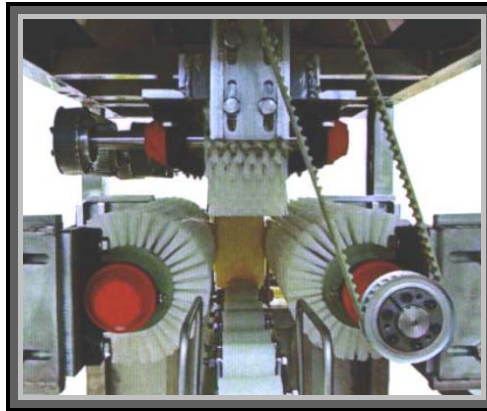
- ✓ En la planta proyectada, la operación de cepillado se llevará a cabo gracias a la utilización de una cepilladora automática de quesos circulares en continuo.

Dicha máquina proporciona una limpieza uniforme y en seco de todo tipo de mohos y esporas adheridas a la superficie del queso, tanto lateralmente, como en toda su periferia por medio de cepillos de cerdas de nylon, situados en la parte superior y en los laterales de la máquina. Gracias a la velocidad de rotación de los cepillos, se consiguen resultados óptimos en el cepillado, reduciéndose de forma importante los tiempos de manipulación de las piezas y la laboriosidad que supone esta tarea.

Además, la máquina cuenta con un sistema de aspiración de partículas hasta la conducción general de la fábrica y una bandeja de recogida de moho con salida de desagüe. De esta forma se evita la existencia de un ambiente perjudicial en el entorno.

En definitiva, el proceso completo es homogéneo, rápido y requiere poco espacio.

**Figura 16.** Detalle de los cepillos de cerdas de nylon utilizados por el sistema de cepillado en la planta proyectada.



### **Aceitado**

- ✓ Se empleará el sistema automático lineal por aspersión de aceite descrito en el apartado 9.1. Tratamiento a la salida del saladero, que es el que presenta más ventajas.

### **Paletizado/despaletizado**

- ✗ Para llevar a cabo los tratamientos intermedios durante el periodo de maduración, es necesario sacar los quesos de las cámaras y llevarlos a la sala de tratamiento. El sistema de almacenamiento en estanterías de las cámaras tradicionales, conlleva que los quesos sean manipulados uno por uno para colocarlos en carros de transporte y llevarlos a la mencionada sala, donde se sacan del carro uno a uno para realizar los tratamientos.
- ✗ En la actualidad existen locales con el sistema de almacenamiento en palets que realizan el paletizado y despaletizado manualmente, lo que también implica una demanda importantísima de mano de obra.
- ✓ En la cámara de maduración proyectada, el uso de las canastas plásticas formando palets posibilita la automatización del despaletizado y paletizado, necesario para la ejecución de los tratamientos intermedios. Para ello se emplea un despaletizador/paletizador automático, que recibe los palets de cestas cargadas de quesos provenientes de las cámaras de maduración. El equipo descarga los quesos de las cestas y los coloca sobre una cinta transportadora que alimenta al sistema de la planta. Cuando reciben el tratamiento deseado, el sistema recoge los quesos, los vuelve a cargar en las cestas y realiza el armado del palet para que el operario lo lleve nuevamente a la cámara de maduración.

Esta alternativa permite suprimir la laboriosidad que supone realizar manualmente el despaletizado y paletizado.

**Figura 17.** Sistema de despaletizado/paletizado.

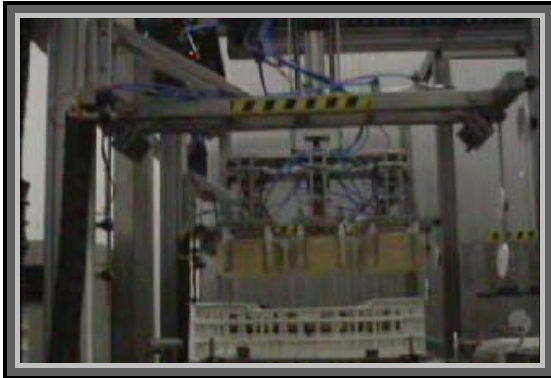
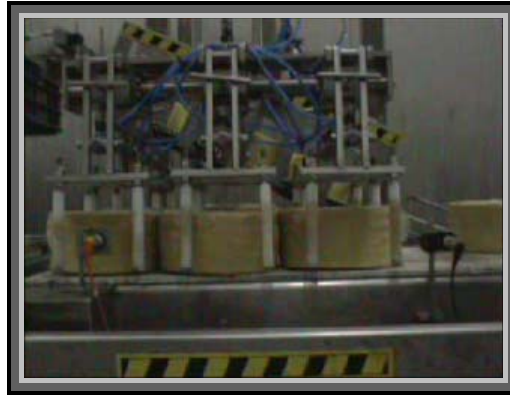
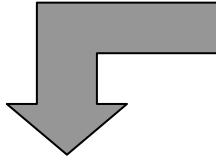


**DESCARGA DE QUESOS**





## CARGA DE QUESOS



## 9.4. Acabado

### Tratamiento superficial

- ✘ Existe una gran variedad de formatos en la preparación y presentación del queso para su distribución comercial y entrega al consumidor, como los sofisticados sistemas de envasado pasando por la aplicación sobre la corteza de diversos materiales protectores. Entre los materiales para la envoltura interna de los quesos están el celofán, parafina, aluminio, plástico, papel pergamino o botes metálicos.
- ✓ En la planta proyectada se ha optado por la presentación de los quesos en la manera tradicional, sin ninguna clase de envoltura y con la etiqueta colocada directamente sobre la corteza. De manera que sólo se realizará un último cepillado y aceitado sobre la corteza. Con esta forma de presentación se consigue ahorrar el empleo de cualquier otro tipo de producto aplicado a la corteza y envoltura interna; siendo la opción elegida perfectamente higiénica.

### **Pesado y etiquetado**

- ✘ Una vez que los quesos están en condiciones de ser expedidos, se procede a su identificación a través del etiquetado y pesado de los mismos. Tradicionalmente, las piezas se pesan individualmente y se etiquetan de forma totalmente manual.
- ✓ En la planta proyectada la preparación de los quesos para su expedición se realiza de manera totalmente mecanizada. La colocación de la etiqueta en el producto se hace gracias a una etiquetadora automática de quesos. En la misma línea, las piezas pasan por una balanza de precisión dinámica y se imprime el peso del producto en la etiqueta por medio de un inyector de tinta. Con esta opción la expedición de los quesos se traduce en una etapa mucho más fácil y rápida.

### **Empaquetado**

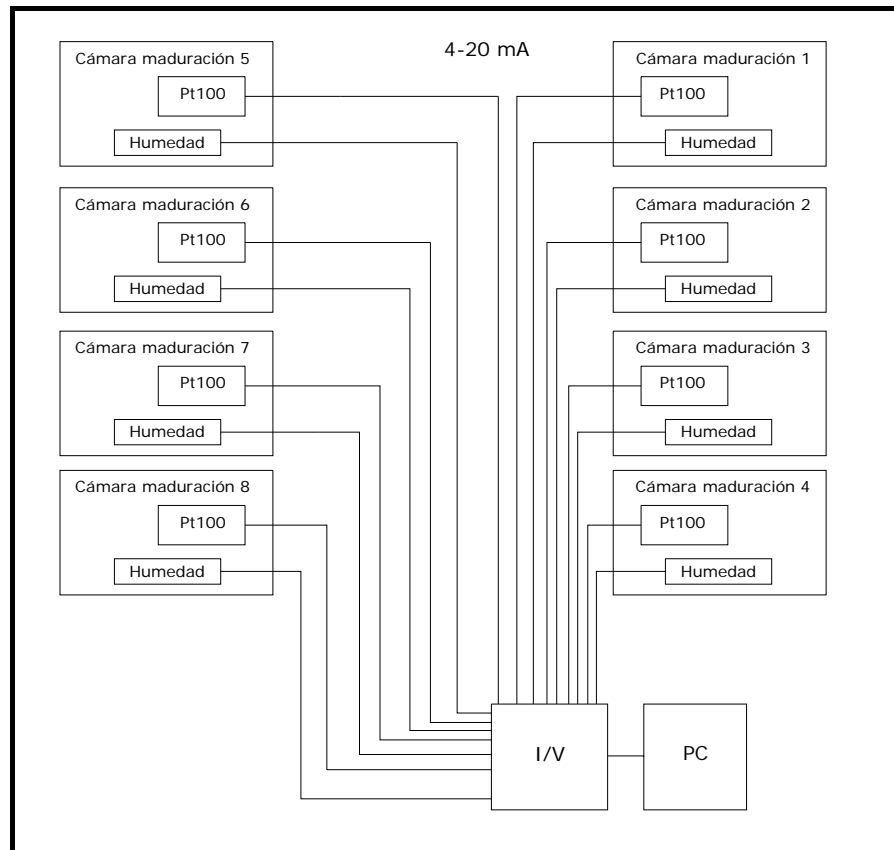
- ✘ En las plantas tradicionales el empaquetado de los quesos se hace de manera manual, lo que conlleva una gran necesidad de mano de obra para formar las cajas, introducir los quesos en ellas y cerrarlas. El material más utilizado tradicionalmente para el embalaje externo es madera o madera contrachapada.
- ✓ Para la ejecución de esta tarea en la planta proyectada, se empleará una máquina formadora de cajas de cartón con pesaje dinámico a su salida e impresión de datos. Dicha máquina forma las cajas, previa introducción de dos quesos, partiendo de una plancha de cartón troquelado. Al ahorro conseguido en productividad con esta elección, hay que sumar el ahorro en cartón y serigrafía.

## **9.5. Sala de control y oficina**

- ✘ Tradicionalmente el registro de los datos obtenidos en las cámaras se realiza mediante registradores, lo que conlleva diferentes problemas en cuanto a su recuperación, análisis, disponibilidad de datos en tiempo real, etc.
- ✓ En la planta proyectada se realizarán los registros utilizando medios informáticos, alcanzándose un doble objetivo: el cumplimiento de las normativas existentes en la legislación vigente y la mejora en la calidad de la producción, puesto que además de permitir disponer de forma completa de los datos de toda la instalación en tiempo real, presenta una gran capacidad de almacenamiento de datos, permite gestionar alarmas y es adaptable y ampliable a futuras modificaciones en la instalación industrial.



**Figura 18.** Esquema general de conexiones del sistema de control de las cámaras.



## 10. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN PLANTA

En este apartado se van a describir las actividades realizadas en la planta proyectada, las cuales se pueden dividir en actividades diarias y en actividades realizadas de forma discontinua, estando estas últimas básicamente relacionadas con operaciones de aprovisionamiento, limpieza y mantenimiento.

### 10.1. Actividades diarias de la planta

#### *Tratamiento a la salida del saladero*

Tiempo de permanencia/queso: inferior a media hora.

Temperatura: 12 °C

Humedad: 70 %

Equipamientos y materia prima:

- Túnel de eliminación de salmuera.
- Aceitadora de quesos.
- Aceite fungicida.
- Cestas de almacenaje de quesos.
- Paletas para paletizado de cestas.
- Carro para el transporte de quesos.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de palets.
- pH-metro.
- Termómetro.
- Salinómetro electrónico.
- Electrocutores de insectos.
- Equipamiento frigorífico.

Secuencia de actividad:

1. Control de temperatura, contenido de sal, pH y examen táctil y visual.
2. Eliminación de salmuera superficial y aceitado automáticos de los quesos.
3. Colocación manual de las piezas en cestas y formación del palet.
4. Transporte en carretilla elevadora eléctrica del palet hasta la cámara de maduración correspondiente.

### ***Cámara de maduración***

#### **1ª Fase: Secado**

Tiempo de permanencia/queso: 1 mes.

Temperatura: 12-8 °C

Humedad: 70-80 %

Equipamientos:

- Cestas de almacenaje de quesos.
- Paletas para paletizado de las cestas.
- Equipamiento para las condiciones higrométricas (Pt100 e higrómetro, o bien, termohigrómetro).
- Medidor de la  $a_w$ .
- Báscula.
- Equipamiento frigorífico.
- Equipamiento para la entrada y salida del aire (toberas de impulsión y bocas de aspiración).
- Electrocutores de insectos.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de palets.
- Implemento de volcado de carga para la carretilla elevadora eléctrica.
- Transpaleta manual.

Secuencia de actividad:

1. Colocación de los palets en pilas.
2. Control de los descensos de la temperatura.
3. Control de los ciclos de humedad relativa.
4. Control táctil y visual.
5. Medición secuencial de la  $a_w$ .
6. Control secuencial de las mermas de peso.
7. Volteo de los quesos en cámara mediante implemento de volcado en carretilla elevadora, transcurridas 2 y 4 semanas, aproximadamente, desde la entrada de las piezas en la cámara.

#### **2ª Fase: Maduración**

Tiempo de permanencia/queso: 2 meses.

Temperatura: 6-4 °C

Humedad: 80-90 %

Equipamientos:

- Cestas de almacenaje de quesos.
- Paletas para paletizado de las cestas.
- Equipamiento para las condiciones higrométricas (Pt100 e higrómetro, o bien, termohigrómetro).

- Medidor de la  $a_w$ .
- Báscula.
- Equipamiento frigorífico.
- Equipamiento para la entrada y salida del aire (toberas de impulsión y bocas de aspiración).
- Electrocutores de insectos.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de palets.
- Transpaleta manual.

Secuencia de actividad:

1. Modificación de los set-points del equipo de regulación de la temperatura.
2. Control de la temperatura.
3. Control de los ciclos de humedad relativa.
4. Control táctil y visual.
5. Medición secuencial de la  $a_w$ .
6. Control secuencial de las mermas de peso.
7. Transporte de los palets hasta la sala de trabajo para la ejecución de los tratamientos intermedios de volteo, cepillado y aplicación de aceite, transcurridos 2 meses desde la entrada de las piezas en la cámara.

### **3ª Fase: Conservación**

Tiempo de permanencia/queso: 6 meses.

Temperatura: 4 °C

Humedad: 90 %

Equipamientos:

- Cestas de almacenaje de quesos.
- Paletas para paletizado de las cestas.
- Equipamiento para las condiciones higrométricas (termómetro e higrómetro, o bien, termohigrómetro).
- Medidor de la  $a_w$ .
- Báscula.
- Equipamiento frigorífico.
- Equipamiento para la entrada y salida del aire (toberas de impulsión y bocas de aspiración).
- Electrocutores de insectos.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de palets.
- Transpaleta manual.

Secuencia de actividad:

1. Modificación de los set-points del equipo de regulación de la temperatura.
2. Control de la temperatura.
3. Control de los ciclos de humedad relativa.
4. Control táctil y visual.

5. Medición secuencial de la  $a_w$ .
6. Control secuencial de las mermas de peso.
7. Transporte de los palets hasta la sala de trabajo para la ejecución de los tratamientos intermedios de volteo, cepillado y aplicación de aceite, transcurridos 5 y 8 meses desde la entrada de las piezas en la cámara.

### ***Tratamientos intermedios***

Tiempo de permanencia/queso: inferior a media hora.

Temperatura: 12 °C

Humedad: 80 %

Equipamientos y materia prima:

- Cestas.
- Paletas de paletizado de las cestas.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de palets.
- Despaletizador/paletizador.
- Cintas transportadoras para el automatizado de la línea de proceso.
- Accesorio volteador.
- Cepilladora de quesos circulares.
- Aceitadora.
- Aceite fungicida.
- Equipamiento frigorífico.
- Transpaleta manual.
- Carretilla manual para el transporte de quesos.
- Electrocutores de insectos.

Secuencia de actividad:

1. Recepción de palets en la sala de trabajo.
2. Colocación de los palets en el despaletizador/paletizador.
3. Despaletización automática de los palets y extracción de los quesos de las cestas.
4. Volteo de los quesos en la línea transportadora.
5. Cepillado de los quesos.
6. Aplicación de aceite.
7. Introducción automática de las piezas en las cestas y paletización de las mismas.
8. Transporte de los palets formados hasta la cámara de maduración, mediante carretilla elevadora eléctrica.

### ***Acabado***

Tiempo de permanencia/queso: inferior a media hora.

Temperatura: 12 °C

Humedad: 70 %

Equipamientos y materia prima:

- Cestas.
- Paletas de paletizado de cestas.
- Carretilla elevadora eléctrica para el transporte de los palets.
- Cepilladora de quesos circulares.
- Aceitadora.
- Aceite fungicida.
- Etiquetadora.
- Báscula de precisión dinámica.
- Etiquetas.
- Impresora de etiquetas.
- Máquina empaquetadora.
- Planchas de cartón troquelado.
- Equipamiento frigorífico.
- Transpaleta manual.
- Carretilla manual de transporte de quesos.
- Carro de transporte de cajas.
- Electrocutores de insectos.

Secuencia de actividad:

1. Transporte de los palets desde la cámara de maduración correspondiente hasta la sala de tratamiento.
2. Colocación de los palets en el despaletizador/paletizador.
3. Despaletización automática de los palets y extracción de los quesos de las cestas.
4. Volteo de los quesos en la línea transportadora.
5. Cepillado.
6. Aplicación de aceite.
7. Colocación de etiqueta.
8. Pesada de las piezas.
9. Impresión de etiqueta.
10. Colocación automática de quesos en planchas de cartón y plegado de las mismas formando las cajas.
11. Pesada de las cajas e impresión de las mismas.
12. Paletizado de las cajas.
13. Transporte de los palets formados hasta la cámara de expedición.

### ***Cámara de expedición***

Tiempo de permanencia/pieza: 5 días.

Temperatura: 4 °C

Humedad: 90 %

Equipamientos y materia prima:

- Cajas de cartón con quesos.
- Paletas para paletizado de las cajas.
- Carretilla elevadora eléctrica.

- Equipamiento frigorífico.
- Transpaleta manual.
- Carro de transporte de cajas.
- Electrocutores de insectos.

Secuencia de actividad:

1. Recepción de los palets en la cámara de expedición.
2. Distinción de palets según lotes, calidad y fecha de inicio.
3. Colocación de palets en pilas.
4. Control de temperatura.
5. Transporte de los palets hasta sala de expedición.

## 10.2. Otras actividades

### *10.2.1. Aprovisionamiento*

Los quesos debidamente salados serán suministrados desde la zona de saladero a través de una cinta transportadora que comunica con la sala de tratamiento a la salida del saladero.

Todos los equipos, utensilios y maquinaria de proceso serán introducidos en la Planta o estarán debidamente instalados antes de comenzar el proceso, y los que no estén en uso estarán almacenados en la instalación prevista para tal efecto. El transporte de todos ellos desde la zona de descarga del proveedor hasta dicho almacén se hará mediante carretilla elevadora eléctrica o, en su defecto, con la ayuda de la transpaleta manual.

### *10.2.2. Limpieza y desinfección*

Debe asegurarse que se realiza una correcta limpieza y desinfección de aquellos locales, equipos y utensilios que intervienen en el proceso de fabricación.

El establecimiento de un programa de limpieza y desinfección contemplará aquellos locales donde se manipulan los quesos, las cámaras donde se almacenan y los equipos y útiles empleados.

Este programa se redactará por escrito y contemplará de manera detallada:

- Tipo y dosis de los productos utilizados.
- Método y frecuencia con que se realizan las actividades.
- Personal encargado de estas actividades (personal propio o contratado).

La responsabilidad de limpieza y desinfección del establecimiento recaerá sobre una persona, que preferentemente será personal del establecimiento y cuyas funciones estén separadas, en lo posible, de la producción. Esta persona deberá tener pleno conocimiento de la

importancia de los riesgos que entraña la contaminación debida a unos locales o equipos deficientemente mantenidos.

Como norma general, las operaciones se llevarán a cabo en dos fases:

▪ 1ª Fase: Limpieza

Deberá iniciarse sin demora una vez terminados los procesos de fabricación para evitar que los restos orgánicos se sequen y adhieran a las superficies, lo cual dificultará su posterior eliminación, evitando también que tenga lugar una multiplicación microbiana excesiva.

Se procederá de la siguiente manera:

1º-. Eliminación de los restos visibles (materia orgánica) mediante el uso de detergentes.

Para que sea completamente eficaz, es necesario que el detergente actúe durante un cierto tiempo sobre las superficies a limpiar, tiempo que puede aprovecharse para potenciar su actuación mediante una acción mecánica, bien manual o con sistemas automatizados.

2º-. Aclarado con abundante agua, ya que los restos de detergente pueden interferir en el proceso de desinfección.

▪ 2ª Fase: Desinfección

Utilización de desinfectantes cuya misión es inactivar los microorganismos que persistan de la fase anterior.

Los desinfectantes más utilizados suelen ser:

- Compuestos clorados.
- Amonios cuaternarios.
- Iodóforos.
- Agua a temperaturas superiores a 80°C.

Para el correcto uso del desinfectante hay que tener en cuenta que:

- El desinfectante debe ser de uso alimentario y sus concentraciones se ajustarán a las órdenes de etiquetado.
- La acción desinfectante precisa del contacto directo con la superficie a desinfectar, por tanto no deben quedar restos de suciedad ó de detergente.
- No actúa de modo inmediato, por lo que se debe mantener en contacto con la superficie a desinfectar varios minutos antes de proceder a su lavado con agua.
- El agua usada para diluir el desinfectante debe estar fría (alrededor de 10°C), ya que el agua caliente tiene menor eficacia en la desinfección.



### ***10.2.3.Desinsectación y desratización***

Los insectos y roedores constituyen un peligro grave de alteración y contaminación de los alimentos, por lo que es necesario adoptar medidas encaminadas a la prevención ó, en su caso, a la eliminación de su presencia.

Entre las medidas preventivas se encuentra el adecuado diseño y construcción de los locales, que deben estar proyectados para evitar su penetración.

Como medida preventiva es necesario también eliminar la maleza y acúmulos de objetos o basura en el perímetro de la industria que puedan servir de cobijo o lugar de cría tanto de insectos como de roedores.

#### ***Desinsectación***

Los insectos suponen un alto riesgo de contaminación y deterioro para los productos alimenticios, entre ellos los productos lácteos.

Entre las medidas preventivas específicas para evitar su penetración en los locales destaca la utilización de telas mosquiteras y mallas finas en las ventanas y otras aberturas al exterior, como por ejemplo las de los ventiladores y extractores. Es también por este motivo que ningún local de fabricación puede comunicar directamente con el exterior, sino que debe estar aislado por un vestíbulo dotado de una doble puerta o sistema de aislamiento equivalente.

En caso de detectarse la presencia de insectos, puede procederse a su eliminación mediante el uso de insecticidas, si bien en este caso debe tenerse presente la toxicidad que representan para el hombre y el peligro de contaminación de los productos, por lo que actualmente está prohibida su aplicación sobre alimentos o en los locales donde se estén manipulando o se encuentren almacenados.

Por ello sólo se podrán aplicar cuando los locales estén vacíos, bien al término de la jornada de trabajo o cuando quedan vacíos al finalizar los períodos de curación de los productos. Será necesario un período de ventilación de los locales previo a su reutilización tras el empleo de insecticidas, cuya duración dependerá del tipo de compuesto elegido.

Dada la peligrosidad de la aplicación de estos productos, se emplearán por personas con preparación para ello o empresas habilitadas para realizar este tipo de tratamientos. Los productos empleados deben siempre estar autorizados para su uso en la industria alimentaria.

Es útil también el empleo de trampas para la captura de insectos voladores, siendo los más utilizados los electrocutores de insectos. La luz atrae a los insectos que al contactar con la rejilla electrificada mueren y caen sobre una bandeja colectora.

Estos dispositivos se ubicarán cerca de las áreas de ingreso, preferiblemente a la altura de la vista y en una posición tal que no sean visibles desde el exterior a través de puertas y ventanas, para evitar que la luz ultravioleta que producen atraiga insectos del exterior. Se ubicarán a la distancia mínima requerida de la zona en la que se encuentran las piezas.

La lámpara ultravioleta se cambiará con la frecuencia que recomiende el fabricante para mantener la eficacia de los electrocutores.

### *Desratización*

Los métodos más utilizados para la captura de roedores son:

- Métodos físicos: el empleo de trampas colocadas en lugares estratégicos donde pueda presumirse el paso o presencia de estos animales.
- Métodos químicos: basados en el empleo de cebos con venenos agudos o crónicos, siendo necesaria la revisión de los mismos.

En la planta proyectada se emplearán métodos químicos debido a su mayor eficacia. Es necesario revisar periódicamente los cebos, anotando el resultado de la misma y cuantas incidencias se detecten (si se muestran indicios de la presencia de roedores, animales muertos, etc.), indicando el punto donde hayan sucedido. Se determinará la frecuencia de estas revisiones en función de los resultados obtenidos.

Tanto en desinsectación como en desratización se registrarán los siguientes datos, que deberán actualizarse cuando se cambie de productos, método, etc.:

a) Zonas a tratar: indicando cada uno de los locales y zonas.

b) Tratamientos (metodología):

- Forma de aplicación.
- Posibles riesgos de contaminación de alimentos.
- Posibles riesgos para las personas.
- Medidas de seguridad a adoptar durante su aplicación.

En el caso de la desratización, se aportará un plano detallado de la localización de cebos, indicándose una referencia que permita identificarlos en el lugar de ubicación. Asimismo, los cebos deberán estar marcados con su fecha de colocación.

c) Los productos utilizados, que deberán consignarse de la siguiente manera:

- Utilidad (insecticida, desinfectante, raticida).
- Nombre comercial.
- Composición (materia activa de los productos).
- Fabricante y número de registro.
- Dosificación y plazo de seguridad.
- Agente nocivo a combatir.

d) Fecha de comienzo de la campaña.

e) Datos del aplicador y código del carnet.

Si la realización del programa de desinsectación y desratización es llevada a cabo por una contrata externa, se deben solicitar los partes periódicos después de cada intervención, donde se reflejen todas las incidencias, observaciones, medidas adoptadas, etc.

#### ***10.2.4.Mantenimiento***

En las semanas previas a su utilización, se realizarán labores de mantenimiento general de la maquinaria frigorífica y de la maquinaria de proceso, para evitar posibles problemas durante el período productivo. Por otro lado, las operaciones de mantenimiento que se deban hacer durante el período productivo se harán una vez se haya terminado de utilizar del equipo.

En caso de avería de un equipo durante la jornada laboral, se pospondrá, siempre que sea posible, su solución hasta después de la misma, para evitar posibles cuellos de botella en la producción. Si por cualquier motivo, no es posible la espera y se debe detener el equipo para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento, el operario encargado de la máquina procurará llevar a cabo de manera manual la misma labor ejecutada por la máquina.

En casos extremos, donde cualquiera de las soluciones anteriores no fuera posible, habrá que mantener las piezas que en ese momento están siendo procesadas en las cámaras a temperaturas adecuadas para evitar las alteraciones microbiológicas hasta encontrar solución a lo ocurrido.

El propio personal de la empresa suministradora de las instalaciones de climatización de las cámaras será el encargado de realizar las operaciones de mantenimiento en las mismas. Para la maquinaria de proceso se contratarán los servicios de una empresa de mantenimiento especializada. El resto de utensilios de la planta será mantenido por el propio personal de la misma.

## **11. RÉGIMEN DE FABRICACIÓN**

### **11.1. Régimen laboral**

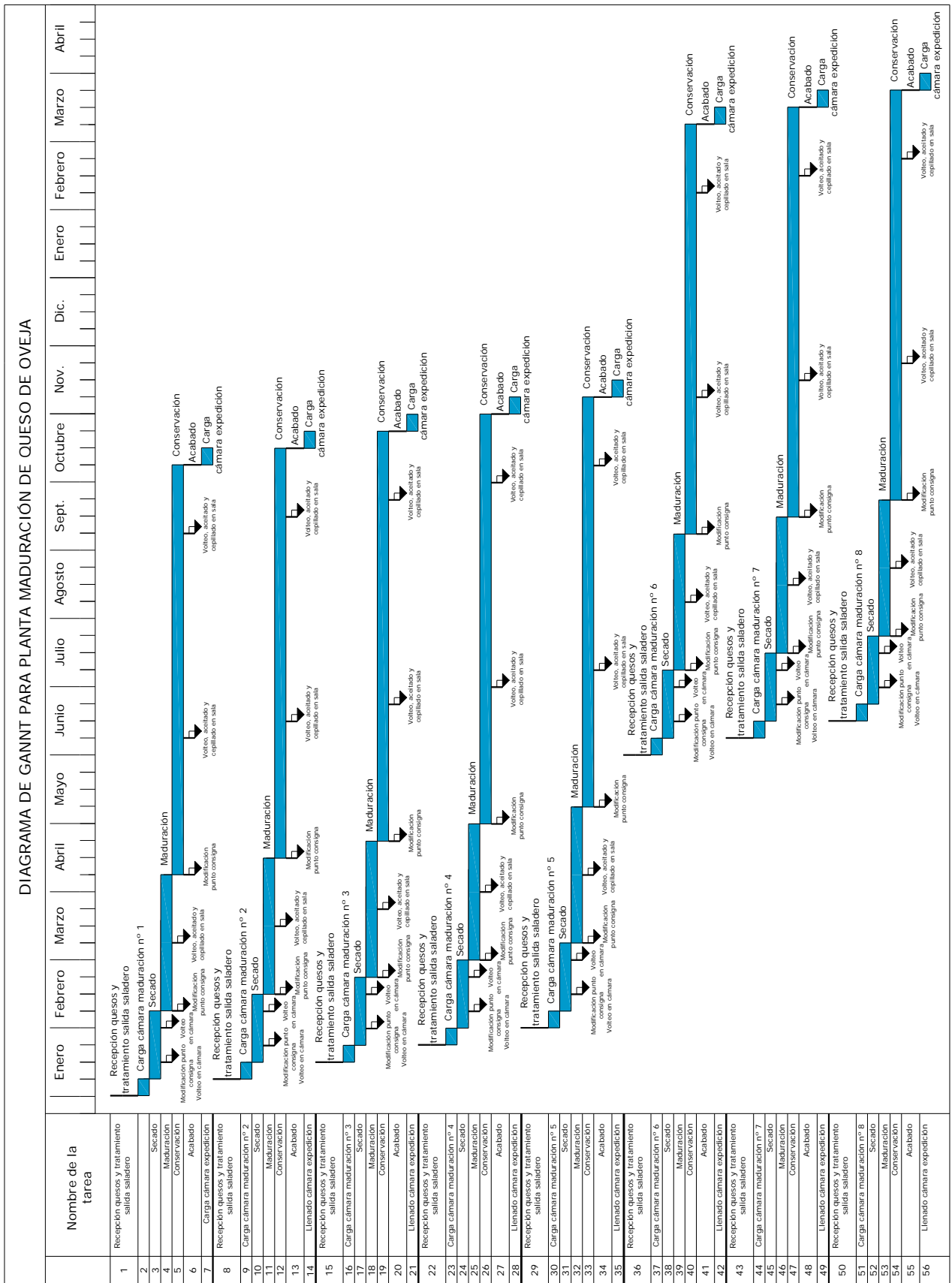
Debido a los cambios producidos durante el proceso de maduración y a la búsqueda de la mayor homogeneidad posible en la textura de los quesos, se requerirá la presencia del personal en la planta durante 5 días a la semana durante 8 horas por día de trabajo, de manera que se controle mejor el número de días que el producto debe estar en la cámara.

A medida que las instalaciones vayan quedando inactivas, y siempre y cuando sea posible, los trabajadores serán recolocados en otras instalaciones de la empresa que precisen de personal.

### **11.2. Planificación y programación de actividades**

La planificación de las actividades está representada en forma de diagrama de Gantt, permitiendo la visualización rápida y sencilla de dichas tareas en el transcurso del tiempo.

El siguiente diagrama de Gantt refleja los diferentes procesos llevados a cabo en la planta de maduración indicando la duración de los mismos.



## 12. SELECCIÓN DE MATERIALES

Los materiales empleados en el diseño de la Planta de maduración de queso de oveja tipo manchego se han seleccionado teniendo en cuenta aspectos económicos, técnicos y sanitarios.

### 12.1. Cerramientos

En las dependencias interiores, el suelo de la planta está compuesto por una capa compacta y limpia de grava para romper los ascensos capilares de humedad del terreno, además de una capa de arena de nivelación dispuesta sobre la de grava. En las salas refrigeradas se colocará una plancha de espuma aislante de poliuretano recubierta por ambos lados de una lámina bituminosa empleada como barrera antivapor.

Las paredes de las salas refrigeradas presentarán, además del ladrillo, paneles tipo sándwich autoensamblantes, autorresistentes y no inflamables, consistentes en espuma de poliuretano entre dos chapas de acero galvanizado, debido a sus buenas características térmicas y mecánicas y a su facilidad de montaje y limpieza.

El techo de las zonas refrigeradas también estará equipado de paneles tipo sándwich de espuma rígida de poliuretano.

Las zonas refrigeradas con elevado tránsito de personal y materia prima estarán provistas de puertas batientes fabricadas en PVC, polímero totalmente compatible con la manipulación de alimentos y con baja conductividad térmica.

Las puertas frigoríficas están fabricadas en acero galvanizado, mientras que su relleno interior estará compuesto de paneles tipo sándwich de iguales características al utilizado para paredes y techos.

En la zona de aseos y vestuarios, así como en la de oficinas, se colocará ladrillo unido con mortero, y enlucido con yeso.

El cerramiento exterior del edificio estará formado por bloques de hormigón.

En el exterior, se extenderá una capa de material granular sobre el terreno limpio y nivelado recubierta de otra capa de hormigón, cerrándose la parcela al exterior a lo largo de todo el perímetro con una valla metálica.

### 12.2. Maquinaria de proceso

El proceso de elaboración de queso requiere el empleo de utensilios y equipos de un material resistente a la corrosión, de ahí que toda la maquinaria esté fabricada en acero inoxidable AISI 304 (acero austenítico inoxidable). Este acero, además de ser el más barato de los utilizados en la industria alimentaria, reúne las propiedades adecuadas para los procesos descritos en el presente Proyecto, por su resistencia a la corrosión mecánica y química generada tanto por los alimentos como por los productos de limpieza y desinfección.

Las cestas y paletas para el almacenaje de las piezas en las cámaras serán de polietileno, ya que este material tiene unas excelentes características técnicas e higiénicas para el uso al que van dirigidas, además de que a largo plazo supondrán un menor coste que el uso de baldas de madera, ya que su vida útil es mayor y no requieren un mantenimiento tan específico de desinfectantes y de productos impermeabilizantes.

Las bandas transportadoras de quesos, que comunican los equipos de las líneas de tratamiento, serán de polipropileno, ya que este material posee alta resistencia química, es apto para el contacto con alimentos y permiten una fácil limpieza.

Las estanterías de paletas para el almacenaje en la cámara de expedición serán de acero laminado en caliente, que es elástico y guarda sus ventajas en cuanto a la alta capacidad de carga vertical, a diferencia de las estanterías construidas con acero laminado en frío, que pueden doblarse con choques relativamente ligeros, perdiendo su capacidad de soportar peso.

Las tuberías del sistema de ventilación están fabricadas en acero galvanizado, por ser éste un material ligero y con elevada resistencia a la corrosión y a las presiones de trabajo, además de ser un material que permite la unión de conductos y elementos del sistema de ventilación de manera rápida y sencilla.

## 13. SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

### 13.1. Equipos y utensilios para el procesado de las piezas

#### *Cesta para maduración de quesos*

Bac de polietileno apilable con fondo rejado liso y paredes rejadas de 45 L de capacidad. Dispone de 6 alvéolos de 225 mm de diámetro y 135 mm de alto.

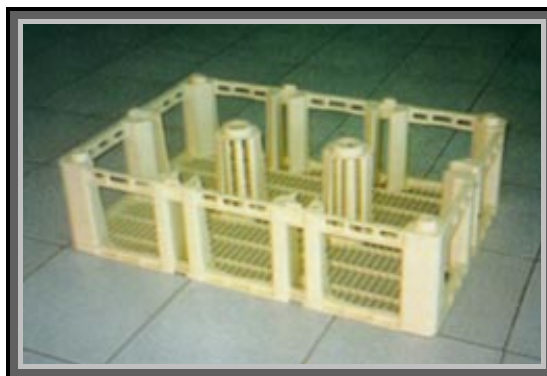
Dimensiones externas: la. 750 x an. 500 x al. 153 mm.

Dimensiones internas: la. 720 x an. 470 x al. 132 mm.

Peso: 3,50 kg.

Altura bac apilado: 141 mm.

**Figura 19.** Bac apilable para procesado de quesos.



#### *Paleta para paletizado de cestas de maduración*

Paleta de polietileno de alta densidad adecuada para volteo mecánico. Superficie superior rejada, para permitir el paso del aire, con listones de retención. Soporte: patín perimetral. Dispone de 6 patines. Calidad congelación.

Carga dinámica: hasta 1.200 kg.

Carga estática: hasta 1.500 kg.

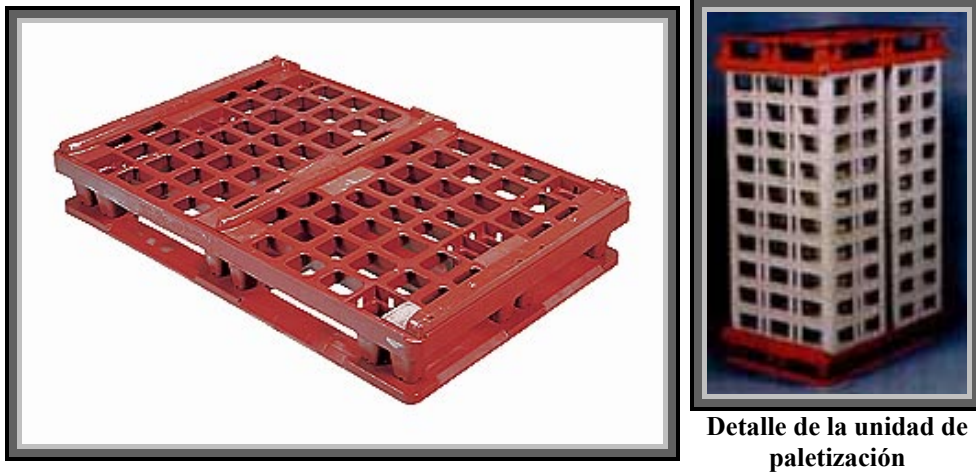
Carga sobre rack: hasta 700 kg.

Dimensiones: la. 1.200 x an. 800 x al. 172 mm.

Peso: 9,650 kg.



**Figura 20.** Paleta para paletizado de cestas.



***Paleta para paletizado de cajas***

Paleta de polietileno lisa, que dispone de 3 patines. Superficie lisa para evitar la retención de suciedad y facilitar las operaciones de limpieza. Posee bordes retenedores de carga para un perfecto mantenimiento de la misma y estabilidad de las pilas de paletas vacías. Calidad congelación.

Dimensiones: la. 1.000 x an. 800 x al. 190 mm (10 mm corresponden al reborde)

Carga estática: 4.000 kg

Carga dinámica: 1.000 kg

Peso: 13,50 kg

**Figura 21.** Paleta para paletizado de cajas.



### ***Estantería de paletas***

Sistema de estantería de paletas que permite un almacenamiento compacto y libre de presiones. Dispone de bastidores atornillados en perfil de acero laminado en caliente. Largueros de perfil IPE 120 con placas de anclaje soldadas, que garantizan una conexión fuerte con el bastidor de la estantería. Perfil de bastidores U80. Perforación normalizada de los bastidores cada 100 mm, para ajustar la altura de los largueros. Apoyo sólido en el suelo gracias a placas de pletina maciza. Clavijas de seguridad contra desenganche involuntario.

Altura total: 4.580 mm  
Longitud de estantería: 8.500 mm  
Cantidad de campos de almacenaje: 3  
Anchura de panel interior: 2.700 mm  
Profundidad del bastidor: 1.000 mm  
Niveles de almacenaje: 5  
Carga de panel máxima: 5.944 kg  
Carga de campo máxima: 23.250 kg

**Figura 22.** Estantería de paletas para almacenaje de palets de cajas.



### ***Medidor de la $a_w$***

Medidor portátil de la  $a_w$  cuya técnica empleada es por sensor de humedad dieléctrico.  
Rango de medida: 0-1.  
Exactitud:  $\pm 0,02$ .  
Reproductibilidad:  $\pm 0,001$ .  
Rango de temperatura de funcionamiento: 5-50 °C.  
Rango de humedad relativa de funcionamiento: 0-90 %.  
Peso: 115 g.  
Tiempo para equilibrio: 0 min.  
Tiempo de medida en el equilibrio:  $< 5$  min.

**Figura 23.** Medidor portátil de la  $a_w$ .



### *Salinómetro electrónico*

Sonda de acero inoxidable de 120 x 6 mm, apto para uso alimentario. Carcasa resistente al agua. No necesita recalibración. Rango: 0-4 % (0,1 % NaCl). Precisión:  $\pm 0,05$  %. Tiempo de respuesta: 5 s. Cable PVC de 1 metro de longitud. Batería de 9 V de 100 horas de duración. Pantalla LCD digital de 12 mm. Carcasa de 150 x 80 x 35 mm.

**Figura 24.** Salinómetro electrónico.



### *Taladro para queso*

Cala para toma de muestras de queso sin deteriorar las piezas. Construcción en acero al cromo-níquel, con puño de plástico. Dimensiones: 110 x 9 x 13 mm.

**Figura 25.** Cala para muestras.



***Volcador de carga a 360°***

Equipo compuesto por un cabezal giratorio 360° y un cuerpo de pinza con brazos de dos horquillas cada uno.

Capacidad de carga: 1.200 kg a 500 m.

Longitud implemento: 1.250 mm.

Aperturas: 1.225-1.910 mm

Ancho chasis: 1.050 mm.

Longitud horquillas: 1.000 mm.

Sección horquillas: 120 x 40 mm.

Peso: 680 kg.

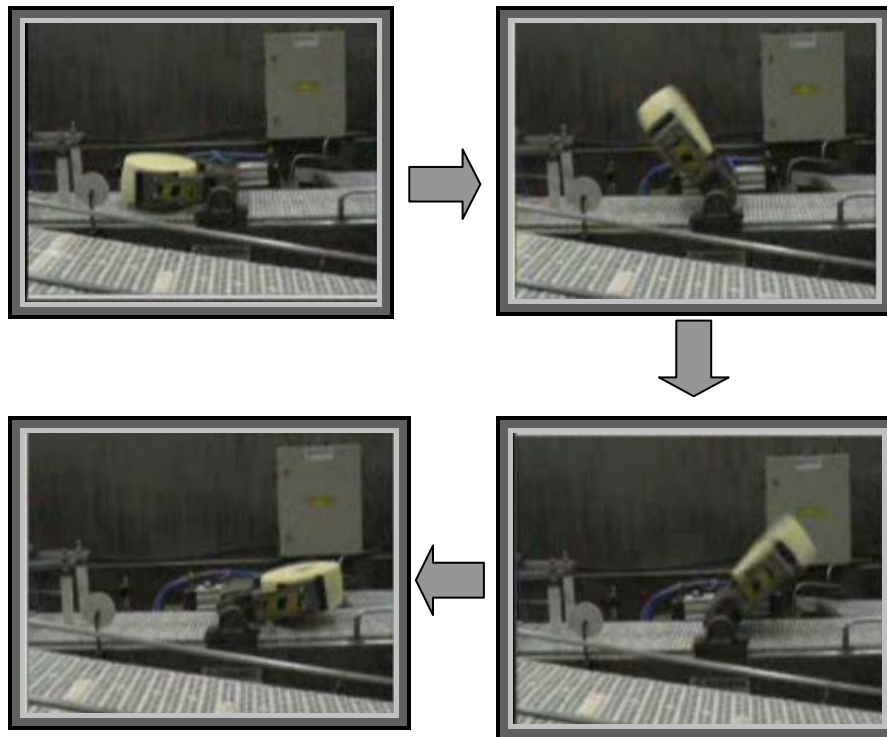
**Figura 26.** Implemento volcador de carga a 360°.



### *Accesorio volteador*

Accesorio para volteo de quesos colocado sobre cinta transportadora termoplástica. Compuesto por un cabezal giratorio 180° y un cuerpo con dos pinzas de polietileno para el agarre del queso. Dosificación de los quesos de uno en uno por medio de dedos de retención. Dimensiones: la. 535 x an. 508 x al. 140 mm. Longitud pinzas: 340 mm. Producción aproximada: hasta 1.000 quesos/hora.

**Figura 27.** Volteador de quesos.



### *Túnel de tratamiento a la salida del saladero*

- Construcción en acero inoxidable AISI-304.
- Túnel con sistema de soplado de aire, por medio de un potente ventilador.
- Interior forrado de materiales que permiten la insonorización de la máquina.
- Dispone en su parte final de pistolas aerográficas de pulverización para el aceitado superficial, asegurando un cubrimiento total del queso.
- Calderín para albergar el aceite de tratamiento, en acero inoxidable de 25 L de capacidad, con regulación de presión de salida y pulverización.
- Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V.
- Dimensiones: la. 6.350 x an. 1.600 mm.
- Producción: hasta 1.200 quesos/hora.

**Figura 28.** Túnel de tratamiento a la salida del saladero.

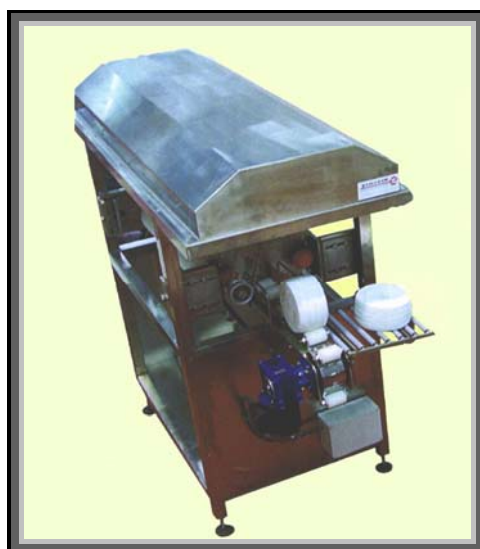


### *Cepilladora de quesos circulares*

Máquina automática para el cepillado de quesos en continuo. Construcción íntegra en acero inoxidable AISI-304 y tecnopolímero.

- Dispone de un transportador de quesos en acero inoxidable con rodillos giratorios de nylon sobre soportes de acero inoxidable electrosoldados.
- Los cepillos de cerdas de nylon están situados en la parte superior y en los laterales del transportador.
- El accionamiento es posible mediante motor-reductor situado fuera de la zona de cepillado.
- Velocidad de rotación de los cepillos variable electrónicamente.
- Camino de rodillos locos a la salida de la cepilladora.
- Dispone de una bandeja de recogida de agua con salida de desagüe accionada por válvula de esfera inoxidable.
- Sistema eléctrico estanco y mando a 24 V.
- Dimensiones: la. 1.450 x an. 750 x al. 1.300 mm.
- Producción aproximada: hasta 1.500 quesos/hora.

**Figura 29.** Cepilladora de quesos.





### *Aceitadora*

Sistema automático para la aplicación de aceite y emulsión plástica fungicida mediante pulverización aerográfica.

- Construcción íntegra en acero inoxidable AISI-304.
- Compuertas de acero inoxidable con guías laterales para conservar estanqueidad de la cabina.
- Carga y descarga mediante transportadores termoplásticos motorizados y dedos de retención de quesos, que permiten dosificar los quesos de dos en dos.
- Empujador de quesos desde el camino de rodillos de carga hasta la cabina de aceitado accionado neumáticamente con guías de precisión.
- Cabina hermética de fácil limpieza provista de cuatro pistolas aerográficas de accionamiento electroneumático, lo que permite el aceitado por ambas caras. Este sistema asegura una homogeneidad de recubrimiento a toda la superficie de la pieza y ofrece un ahorro de producto, ya que extiende una fina capa de forma totalmente uniforme.
- Rotación de quesos en el interior de la cabina mediante motor-reductor y elevador neumático.
- Calderín de aceite en acero inoxidable de 25 L de capacidad, con regulación de presión de salida y pulverización.
- Sistema de recuperación de producto por la parte inferior de la cabina y el ambiente no es perjudicial gracias a la aspiración ecológica con separador de partículas que lleva instalada en serie.
- Posibilidad de trabajar con varios tamaños de queso desde 1 hasta 4 kg.
- Sistema neumático y eléctrico estancos con mando a 24 V.
- Condiciones de trabajo: 380 V.
- Presión máxima: 6 bar.
- Dimensiones: la. 1.409 x an. 1.500 x al. 1.600 mm.
- Producción: hasta 1.200 quesos/hora.



**Figura 30.** Aceitadora de quesos.



**Entrada de los quesos en la aceitadora**



**Salida de los quesos de la aceitadora**



**Detalle de bandeja de recogida y calderín**

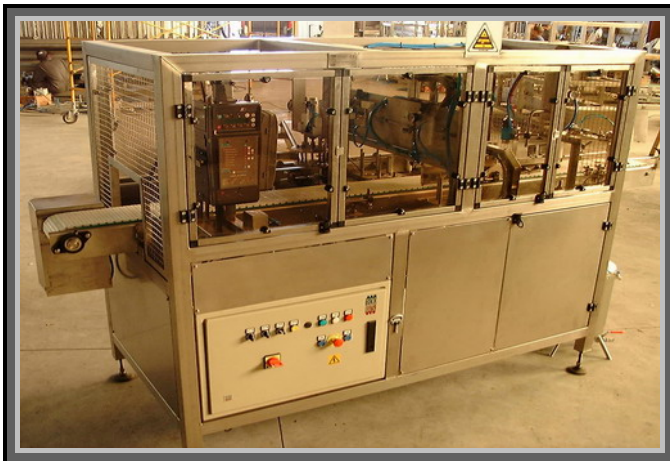


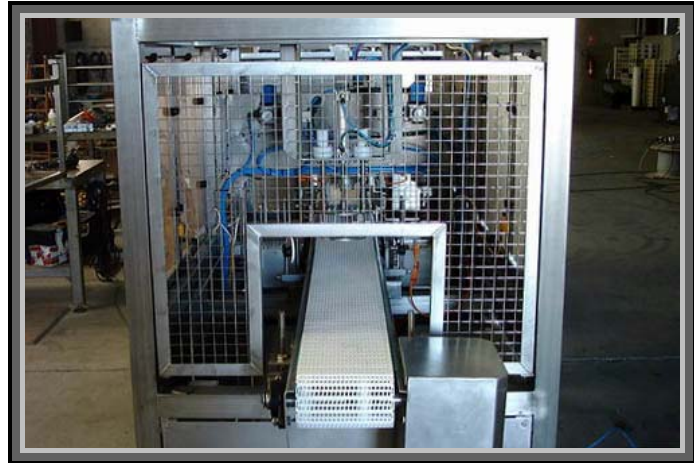
### *Etiquetadora automática de quesos*

Máquina automática destinada a la colocación de la etiqueta sobre el queso, previa inyección de cola.

- Construcción íntegra en acero inoxidable AISI-304 y tecnopolímero.
- Dispone de transportador hueco termoplástico antibacterias de fácil desmontaje y limpieza.
- Dedos de retención de entrada de quesos, que permiten dosificar los quesos a la entrada de la etiquetadora cuando no vengan separados.
- Pistola automática para la pulverización de cola fría apta para uso alimentario con calderín de presión neumático de 10 L.
- Centrador de quesos con el que se consigue un perfecto posicionado de la etiqueta, independientemente del tipo de queso así como de sus dimensiones.
- Sistema portaetiquetas neumático, válido para un modelo de etiquetas, con posibilidad de ajuste manual hasta 5 modelos de etiquetas distintas.
- Brazo aplicador con dispensador automático de etiquetas válido para múltiples formatos.
- Pórtico reciprocador de aluminio que soporta el cilindro de vacío con un distribuidor de 5 ventosas y su correspondiente eyector (venturi).
- Dispone de báscula de precisión dinámica.
- Inyector de tinta para marcar sobre la etiqueta el peso, número de lote, fecha de fabricación, fecha de caducidad, etc.
- Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V.
- Dimensiones: la. 1.600 x an. 900 mm.
- Producción: hasta 1.400 quesos/hora.

**Figura 31.** Aplicadora automática de etiquetas sobre quesos.





**Detalle de pulverización de cola**



**Detalle de colocación y centrado de etiquetas**

### ***Despaletizador /paletizador***

Automatismo para la carga y descarga de palets con extracción e introducción automática de quesos.

- Dispone de una zona de carga y una zona de descarga de dos palets en cada una, mediante un sistema de cintas (carro cargador y carro descargador respectivamente).
- Posicionamiento mediante módulos lineales de precisión (Robots) controlados por un autómata.
- Construcción íntegra en acero inoxidable y termoplástico.
- Sistema de extracción de quesos válido para múltiples formatos de cajas.
- Sistema de carga de seis quesos por caja mediante dedos de presión.
- Pantalla táctil de control de operaciones con funciones guiadas.
- Dimensiones: la. 4.725 x an. 5.126 x al. 2.400 mm.
- Rendimiento de hasta 1.000 quesos/hora.

Figura 32. Despaletizador/paletizador.



### *Máquina empaquetadora*

Máquina que forma cajas, previa introducción de dos quesos, partiendo de una plancha de cartón troquelado.

- Sistema “wrap-around” con carga automática, que parte de una plancha de cartón troquelada y envuelve el producto a empaquetar proporcionando más rigidez a la caja.
- Pegado de cajas con hot-melt de secado instantáneo.
- Controladora dinámica de peso a la salida de la línea y conectada a un software que envía datos a un impresor.
- Impresión en alta resolución, en tiempo real, de campos como el peso, código de barras, datos de expedición, logotipos, etc.
- Software de control que genera albaranes automáticamente y envía datos a su fichero de gestión.
- Construcción íntegra en acero inoxidable y tecnopolímero.
- Ahorro considerable en cartón y serigrafía.
- Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V.
- Dimensiones empaquetadora: la. 2.510 mm x an. 860 x al. 1.900 mm.
- Producción de 600 cajas/hora.

**Figura 33.** Empaquetadora.







**Colocación de quesos en cajas**



**Plegado de cajas**



**Salida de cajas formadas y pegadas**



**Pesaje dinámico multifunción**



Impresión en tiempo real de peso,  
logotipo, datos, etc.

## 13.2. Equipos y utensilios para el transporte de las piezas

### *Carretilla elevadora eléctrica*

Carretilla eléctrica elevadora para trabajar en pasillos estrechos con control mediante microprocesador.

- Capacidad de carga: 1.500 kg.
- Altura de elevación: 4.300 mm.
- Longitud de horquillas: 1.100 mm.
- Radio de giro exterior: 1.540 mm.
- Distancia de carga: 355 mm.
- Batería acumuladora: 20 h.

**Figura 34.** Carretilla elevadora eléctrica.



### ***Transpaleta manual***

Transpaleta manual para 2.000 kg. Está construida con materiales que aseguran una gran durabilidad, y dispone de 4 rodillos de nylon y de una válvula de sobrecarga para evitar el mal uso por exceso de carga. Fácil acceso a los palets, con ascenso y descenso de las horquillas muy uniforme e independientemente de la carga. El punto muerto permite aumentar la seguridad y protección de la mercancía.

Ancho exterior de horquilla: 540 mm.

Largo de horquilla: 1.150 mm.

Peso de la transpaleta: 75 kg.

**Figura 35.** Transpaleta manual.



### ***Carretilla manual para transporte de quesos***

Carretilla de transporte de polietileno con 3 niveles. Su construcción permite una fácil higienización. Posee 4 ruedas de poliamida de 125 mm de diámetro con soporte inoxidable. Configuración de las ruedas: 2 ruedas fijas y 2 ruedas pivotantes.

Carga: 120 kg.

Distancia entre niveles: 270 mm.

Superficie bandejas: 600 x 400 mm.

Dimensiones: la. 750 x an. 540 x al. 900 mm.

**Figura 36.** Carretilla manual para transporte de quesos.



**Carro**

Carro de transporte construido con una base de plástico con refuerzos metálicos internos para una gran resistencia a cargas elevadas. Las partes metálicas son de acero cincado electrolítico. Ruedas de poliamida. Configuración de las ruedas: 2 ruedas fijas y 2 ruedas pivotantes.

Carga: 450 kg.

Dimensiones externas: la. 820 x an. 720 x al. 1.688 mm.

Área útil base: la. 800 x an. 600 mm.

Altura útil laterales: 1.500 mm.

Diámetro ruedas: 100 mm.

Peso: 25,5 kg.

**Figura 37.** Carro de transporte.





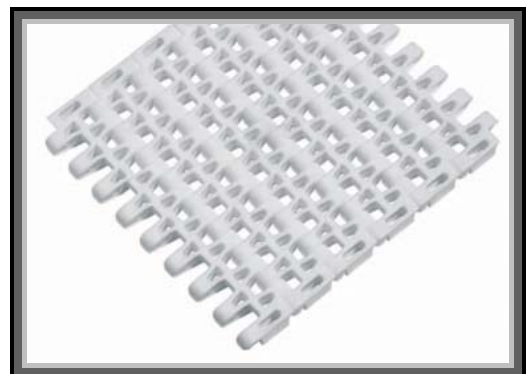
### *Cinta transportadora*

Transportador hueco motorizado de polipropileno, material termoplástico de alta resistencia química, apto para el contacto con alimentos. Diseño de orificios alargados y articulación abierta, que permiten una limpieza eficaz y fácil a través de los huecos de las articulaciones de la banda. Método de montaje por encaje de piezas, lo que permite la sustitución de módulos individuales de la banda y su fácil desmontaje y reparación. Permiten el transporte inclinado de productos. Antideslizante. Características del polipropileno: Densidad  $0,9 \text{ g/cm}^3$ , temperatura mínima  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , temperatura máxima  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ , resistencia a la tracción  $26.000 \text{ N/m}$ . Peso de la banda:  $6,8 \text{ kg/m}^2$ . Accionamiento por motorreductor. Disponen de los siguientes accesorios: desviadores de acero inoxidable, dedos de retención y tramos de rodillos de gravedad para unir bandas situadas a alturas distintas.

**Figura 38.** Cinta transportadora.



**Figura 39.** Detalle de la estructura de la cinta transportadora.



**Figura 40.** Dedos de retención.



**Figura 41.** Tramo de rodillos de gravedad.



### **13.3. Instalación frigorífica**

La maquinaria frigorífica se ha seleccionado considerando los cálculos obtenidos en el apartado de Cálculos Justificativos del presente Proyecto Fin de Carrera y ha sido facilitada por empresas del sector.

#### ***13.3.1. Sala de salida de saladero, sala de tratamientos intermedios y acabado y cámara de expedición***

En estas salas se ha optado por la utilización de equipos partidos (“splits”), que consisten en el montaje de equipamientos comunes para llevar a cabo la compresión y la condensación de los ciclos frigoríficos, separados de las unidades evaporadoras ubicadas en las salas refrigeradas.

### ***Evaporadores***

La elección de los evaporadores se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Potencia frigorífica deseada.
- Refrigerante utilizado (R-134A).
- Temperatura de régimen de la cámara.
- Temperatura de evaporación.
- Tipo de desescarche.
- Modalidad de techo o de pared.
- Superficies de las aletas de intercambio de calor.
- Flecha o longitud de la ventilación.

Estos criterios han supuesto la siguiente elección para cada sala:

#### ➤ Sala de tratamiento a la salida del saladero

Teniendo en cuenta la capacidad de la batería evaporadora y conociendo la capacidad que se requiere para dicha sala (capacidad calculada en el apartado de Cálculos Justificativos del presente Proyecto Fin de Carrera), se necesita un evaporador con las siguientes características:

Capacidad de potencia frigorífica: 4,0 kW  
 Potencia máxima absorbida: 2 kW  
 Refrigerante utilizado: R-134A  
 Temperatura de régimen de la cámara: 12 °C  
 Temperatura de evaporación: 0 °C  
 Tipo de desescarche: aire  
 Modalidad: split de techo  
 Tubos de cobre con aletas de aluminio.  
 Superficie de aletas de intercambio de calor: 38,6 m<sup>2</sup>  
 Separación de aletas: 4 mm  
 Flecha o longitud de la ventilación: 8 m  
 Caudal de aire: 4.500 m<sup>3</sup>/h  
 Ventiladores: 3 x Ø 300 mm (3x165 W)  
 Peso: 49 kg  
 Tensión: 220/380 (50 Hz)

#### ➤ Sala de tratamientos intermedios y expedición

Capacidad de potencia frigorífica: 10,1 kW  
 Potencia máxima absorbida: 4,75 kW  
 Refrigerante utilizado: R-134A  
 Temperatura de régimen de la cámara: 12 °C  
 Temperatura de evaporación: 0 °C  
 Tipo de desescarche: aire  
 Modalidad: split de techo  
 Tubos de cobre con aletas de aluminio.  
 Superficie de aletas de intercambio de calor: 54 m<sup>2</sup>

Separación de aletas: 4,7 mm  
Flecha o longitud de la ventilación: 17 m  
Caudal de aire: 5.600 m<sup>3</sup>/h  
Ventiladores: 1 x Ø 450 mm  
Peso: 80 kg  
Dimensiones: la. 1.140 x an. 580 x al. 740 mm  
Tensión: 220/380 (50 Hz)

### ➤ Cámara de expedición

En esta sala se requieren tres evaporadores con las siguientes características:

Capacidad de potencia frigorífica: 10,1 kW  
Refrigerante utilizado: R-134A  
Temperatura de régimen de la cámara: 4 °C  
Temperatura de evaporación: -1 °C  
Tipo de desescarche: aire  
Modalidad: split de techo  
Tubos de cobre con aletas de aluminio.  
Superficie de aletas de intercambio de calor: 54 m<sup>2</sup>  
Separación de aletas: 4,7 mm  
Flecha o longitud de la ventilación: 17 m  
Caudal de aire: 5.600 m<sup>3</sup>/h  
Ventiladores: 1 x Ø 450 mm  
Peso: 80 kg  
Dimensiones: la. 1.140 x an. 580 x al. 740 mm  
Tensión: 220/380 (50 Hz)

### **Compresores**

Se requiere el uso de una unidad multi-compresora que dispone de cuatro compresores semiherméticos y que presenta las siguientes características:

Capacidad de potencia frigorífica: 43,8 kW  
Potencia de compresor: 5,5 CV, 1.450 rpm  
Refrigerante utilizado: R-134A  
Temperatura de aspiración: -5 °C  
Temperatura de condensación: 50 °C  
Tensión: 220/380 (50 Hz)

### **Condensador**

El condensador será refrigerado por aire, ya que aunque la refrigeración por agua es más efectiva y permite una mejor reutilización del calor aportado por el refrigerante, presenta problemas de corrosividad e incrustaciones, además de requerir un elevado coste de bombeo y consumo de agua.

El condensador utilizado presenta las siguientes especificaciones:

Capacidad de disipación de energía: 57.000 frig/h

Refrigerante utilizado: aire  
Modalidad: remoto de tiro forzado horizontal  
Temperatura de condensación: 45 °C  
Temperatura del aire: 30 °C  
Ventiladores helicoidales: 3 x Ø = 600 mm (0,47 kW, 650 rpm)  
Caudal: 3 x 7.600 m<sup>3</sup>/h  
Sistema de intercambio de calor: aletas de aluminio  
Superficie aleteada: 230 m<sup>2</sup>  
Tensión: 220/380 (50 Hz)

### ***Válvulas de expansión***

Son válvulas para refrigerante R-134A con igualador de presión externo. Su función principal consiste en controlar el suministro de refrigerante a los evaporadores.

### ***Válvulas de tres vías***

Utilizadas para el desescarche de los evaporadores.

### ***Válvulas solenoides***

Permite el paso de refrigerante por la tubería de líquido hacia el evaporador, únicamente cuando el compresor funcione. Se sitúa antes de la válvula de expansión, entre separador y recipiente de aceite, y es electromagnética con bobina de 220 V.

### ***Recipiente para líquido refrigerante R-134A***

Sirve para recibir el refrigerante condensado, almacenarlo y alimentar continuamente a los evaporadores. Asimismo, permitirá amortiguar las fluctuaciones de ajuste en la carga del refrigerante y mantendrá el condensador purgado de líquido. Se trata de un recipiente cilíndrico vertical de 60 L provisto de válvulas de seguridad, llaves de paso de entrada y salida. Estará construido en acero timbrado a 36 kg/cm<sup>2</sup>.

Está provisto de visores de líquido con bola flotante, que se utilizan para detectar si el sistema tiene suficiente carga de refrigerante, así como el estado del mismo. Permiten la visión por caras opuestas y están fabricados en acero ST-37 y cristal especial recambiable. Presión máxima de 25 kg/cm<sup>2</sup>.

### ***Separador de aceite***

Su función es evitar en lo posible el arrastre de aceite por parte de los gases comprimidos, minimizando la concentración de aceite en el fluido refrigerante. Dispositivo de retorno automático construido en acero. Presenta un sistema automático de vaciado del aceite mediante válvula de flotador.

#### ***Presostato diferencial de aceite***

Para detener al compresor en caso de reducción de la presión de aceite debido a una lubricación defectuosa. Presión diferencial de 0,3 a 4,5 bar.

#### ***Nivel automático de aceite***

Válvula de flotador que dispone de mirilla de cristal.

#### ***Filtro de aspiración***

Filtro de cartuchos recambiables.

#### ***Filtro deshidratador para líneas de líquido***

Su función es retener la humedad que pueda aparecer en el circuito frigorífico, la cual perjudica el funcionamiento de las válvulas de expansión y puede provocar la descomposición del aceite lubricante. Se trata de un filtro deshidratador de cartuchos recambiables con relleno de gel de sílice.

#### ***Presostatos de alta y de baja presión***

Se instalará un presostato combinado en cada uno de los compresores, cumpliendo funciones de regulación y protección. Control de ajuste de arranque-parada y diferencial de presión. Manómetro incluido.

#### ***Termostatos de ambiente***

Control de temperatura para recintos refrigerados. Termómetro incluido.

### ***13.3.2. Cámaras de maduración***

En cada cámara de maduración se colocará una unidad compacta que incorpora los elementos necesarios de la instalación de frío, es decir, agrupa evaporador, condensador y compresor en un mismo bloque.

Este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Mínimo consumo de energía en la producción de calor, al aprovecha el calor de la descarga del compresor, por lo que no precisa de calor adicional.
- Su instalación es sencilla. Sólo se precisa disponer de acometida eléctrica, desagüe y la instalación de los conductos de distribución de aire.
- Regulación sencilla de temperatura, humedad relativa y los restantes parámetros de control, obteniéndose una rápida respuesta con absoluta independencia de las condiciones exteriores.

- Se obtiene una duración del proceso de secado muy inferior al de un secado tradicional, al no depender de las condiciones climáticas del exterior.
- Control del acortezamiento del queso, mediante la regulación por microprocesador de la temperatura, la humedad relativa y tiempos del proceso.

Las características técnicas que presenta el equipo se detallan a continuación:

- Mueble construido en acero inoxidable, que dispone de una puerta de bypass regulable que permite aumentar el caudal de aire recirculado. Dimensiones: la. 3.000 x an. 1.170 x al. 2.452 mm. Peso: 1.710 kg. Desagüe en PVC Ø 40 mm.
- Compresor semi-hermético. Potencia: 40 CV.
- Condensador de aire a distancia exterior. (Tubo de cobre y aletas de aluminio).
- Batería de enfriamiento, construida en tubo de cobre y aleta de aluminio.
- Batería de calor, construida en tubo de cobre y aleta de aluminio.
- Tuberías de interconexión interna.
- Ventilador centrífugo, de acero galvanizado, de media presión con motor acoplado. Potencia: 15 CV.
- Potencia frigorífica: 100.600 W (+14°C/75%)
- Caudal de aire: 24.400 m<sup>3</sup>/h
- Desescarche: gas caliente
- Cuadro eléctrico de fuerza y maniobra.
- Cuadro de control electrónico por microprocesador.
- Placa con sondas de humedad relativa y temperatura.
- Voltaje: 400 V / 50 Hz.

**Figura 42.** Equipo compacto para secado y maduración.



### 13.4. Sistema de ventilación

La elección del sistema de ventilación se ha llevado a cabo a través de catálogos comerciales. Se ha teniendo en cuenta que se lleva a cabo una ventilación forzada dentro de las cámaras.

#### *Toberas de impulsión de aire*

Boquilla cónica de impulsión de aire de 80 mm de diámetro superior y 160 mm de largo de PVC. Pueden ir atornilladas o remachadas con rosca a la chapa de los conductos de impulsión.

#### *Boquillas de aspiración*

Elemento de aspiración del aire de 160 mm de diámetro de PVC. Atornillado a la chapa de los conductos de aspiración.

#### *Conductos del aire para impulsión*

Conductos laterales de acero galvanizado de 1 mm de espesor. Para lograr los 20 m de conducto en las cámaras, se ensamblarán unos con otros. Dimensiones: an. 350 mm x al. 860 mm.

#### *Conductos del aire para aspiración*

Conductos centrales de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor. Para lograr los 20 m de conducto en las cámaras, se ensamblarán unos con otros. Dimensiones: an. 700 mm x al. 250 mm.

#### *Soporte conducto de impulsión*

Chapa galvanizada de 1,5 cm de espesor con forma de triángulo isósceles de 350 mm x 200 mm de lado. Irán atornillados o remachados a las paredes de secadero y bodega de maduración.

#### *Humidificador/Deshumidificador*

- Deshumidificador.

Equipo que dispone de humidistato y desescarche por gas caliente con presostatos de alta y baja presión.  
Capacidad de condensación: 564 L/d.  
Potencia máxima: 8,7 kW.  
Temperatura de trabajo: 5-35 °C.  
Caudal de aire: 5.150 m<sup>3</sup>/h.  
Tensión: 380 V.  
Carga refrigerante: 6,5 kg R-134A.



Dimensiones: 1.630 x 1.010 x 1.410 mm.  
Peso: 390 kg.

- Humidificador.

Dispone de humidistato, regulador de velocidad y conexión de agua, así como bomba de elevación del agua.  
Caudal máximo de aire: 7.000 m<sup>3</sup>/h.  
Tensión: 380 V.  
Dimensiones del panel: 1.200 x 1.200 x 1.500 mm.  
Profundidad: 700 mm.

### *Deflector*

Pieza de hormigón moldeado y armado con las caras vistas perfectamente acabadas, sin coqueras ni rugosidades, permitiendo una perfecta colocación y acabado con una mínima capa de pintura o resinas. Configuración curvo-cóncava de gran radio y canto superior biselado. El canto inferior quedará embebido en el pavimento para que la superficie cóncava enrase sin discontinuidad con el suelo. La parte inferior presenta un entrante longitudinal, que permite aligerar la pieza y facilita su fijación enclavada en la solera. Peso: 70 kg. Dimensiones: la. 50 x an. 52 x al. 54 cm.

**Figura 43.** Pieza deflectora.



## 13.5. Sistema de operación y control

El sistema de control integral de las salas refrigeradas estará basado en un microprocesador programable e integrado en varios módulos, que se aplica a cada una ellas. Por otro lado, en cada una existirá un panel de control que muestra las características del ambiente obtenidas por la placa con las sondas de temperatura y humedad. Estos datos se transmitirán a la sala de control y oficina.

Las características del microprocesador son las siguientes:

- Permite la instalación, memorización y recuperación de diferentes programas con sus fases.
- Admite la comunicación con un ordenador o con otros secaderos directamente, o vía módem.
- Visualiza las variables del proceso y su evolución: temperatura, humedad relativa, tiempos, procesos en sus diferentes fases, mermas obtenidas o a obtener, alarmas, etc.
- Es de fácil manejo y, además, simplifica y reduce el mantenimiento de la instalación por no disponer de componentes electromecánicos.
- Debido a la fiabilidad de las sondas utilizadas en la planta, la transmisión de datos será totalmente precisa.

**Figura 44.** Panel de control de las salas.



### 13.6. Laboratorio de control de calidad

A continuación se indica el equipo mínimo con el que deberá contar el laboratorio de la Planta de Maduración de queso:

#### *Medidor de pH*

Equipo de medición de pH, mV y °C, a prueba de polvo, resistente a impactos e impermeable al agua. Dispone de electrodo para mediciones mediante penetración en el queso. Calibrado automático, memoria de los datos de calibrado, identificación de la solución de tampón, almacenamiento de valores de medición e interfaz para ordenador e impresora. Funcionamiento con batería o conectado a la red eléctrica.

**Figura 45.** Medidor de pH.



### ***Butirómetro para queso***

Butirómetro para la determinación del contenido en grasa de queso por el método de pesada según Van Gulik. Rango de medida 0-70 %. Precisión de 0,5 %.

**Figura 46.** Butirómetro.



### ***Baño con regulación termostática de temperatura***

Caja interior y exterior de acero inoxidable. Incluye soporte de acero inoxidable adaptado para 36 butirómetros. Calefacción externa, sin elementos de calefacción que puedan molestar. Protección contra el sobrecalentamiento. Indicador de temperatura digital, ajuste digital de la temperatura de referencia, sensor de medición Pt100 (sensor de platino), cronómetro de 1 a 99 min con transmisor de señales acústico. Margen de temperatura: hasta 100 °C. Potencia conectada: 230 V/50-60 Hz/1000 W. Dimensiones: la. 396 mm x an. 331 mm x al. 265 mm. Contenido: aprox. 16 L. Peso: 10 kg.

**Figura 47.** Baño con regulación termostática de temperatura.



### *Centrífuga*

Centrífuga multiuso con caja de acero inoxidable. Programable de 600 rpm a 1130 rpm en pasos de 10 rpm. Calefacción programable hasta 68 °C en pasos de 1 °C. Tiempo de centrifugación programable de 1 a 99 min. Bloqueo de seguridad automático de la tapa. Desconexión automática en caso de desequilibrio. Freno automático. Potencia conectada: 230 V/50-60 Hz/1200 VA. Peso sin carga: 26 kg. Altura total con tapa: 460 mm. Altura de llenado: 370 mm.

**Figura 48.** Centrífuga.



### *Lámpara de lectura de seguridad*

Facilita la lectura segura de butirómetros, fuente de luz antideslumbrante, lupa en el panel protector de plexiglás, altura y distancia de la lupa regulables, interruptor de cordón. Potencia: 230 V/50-60 Hz.

**Figura 49.** Lámpara de lectura de seguridad.



### *Placa calefactora*

Calentamiento rápido y con poco consumo de energía debido al aislamiento completo. Caja compacta en aluminio. Temperatura de placa calefactora hasta +300 °C. Dispone de agitador magnético. Alcance de revoluciones por minuto de 130 - 1.000 rpm. Hasta 3.000 ml de volumen agitado.

**Figura 50.** Placa calefactora.



### *Balanza analítica*

Balanza analítica a prueba de polvo y de salpicaduras, completa con peso de calibración. Pesa hasta 220 g como máximo, con una precisión de 0,1 mg. Opciones de recuento de piezas, memoria de fórmulas, determinación en porcentaje, interfaz RS 232 C.

**Figura 51.** Balanza analítica.



***Mechero de gas de seguridad***

Mechero de gas propano encendido por pedal o sensor. Caja de acero inoxidable. Llama muy estable con reencendido automático. Canal de salida para la protección contra líquidos derramados. Dimensiones: an. 93 x al. 90 x la. 160 mm. Peso: 1000 g. Tensión de conexión de la fuente de alimentación: 230 V, 50 - 60 Hz. Tensión de conexión: 12 V / DC, 5 VA. Presión de servicio: 47,5 - 50 mbares. Carga térmica nominal: 1300 W. Cantidad de llenado: 190 g.

**Figura 52.** Mechero.



***Incubadora***

Incubadora compacta por convección natural de aire caliente, para cultivos. Posee triple aislamiento. Puerta interior de vidrio. Control del proceso PID de 0 a +60 °C, programable. Puertos serie y paralelo, recirculación del aire interior por motor. Cámara de aluminio para una perfecta distribución del calor. Capacidad: 53 L. Número de bandejas insertables: 4. Potencia: 500 W/230 V. Dimensiones externas: al. 558 x an. 967 x la. 486 mm. Dimensiones internas: al. 400 x an. 400 x la. 330 mm. Peso: 68 kg.

**Figura 53.** Incubadora.

### ***Contador de colonias***

Contador de colonias para recuentos en placas Petri. Caja plástica de fácil limpieza, altura ajustable con campo iluminado de 145 mm de diámetro con iluminación directa e indirecta, no deslumbrante, disco de vidrio mate y vidrio transparente con subdivisión en  $\text{cm}^2$  y  $1/9 \text{ cm}^2$ , lápiz de contacto eléctrico con marcador de fibra. Se pueden usar cápsulas Petri de hasta 145 mm de diámetro. Dispone de una inserción reductora para diámetros de cápsula más pequeños. Potencia: 220 V/50 Hz. Dimensiones: an. 250 x la. 230 x al. 75 mm. Peso: 1,7 kg.

**Figura 54.** Contador de colonias.

### ***Microscopio***

Microscopio de luz transmitida binocular. Tubo telescópico girable en  $360^\circ$ , lámpara de halógeno de regulación continua (10 W), condensador N.A. 0,65 con diafragma de iris, torre de objetivos cuádruple, accionamiento de ajuste grueso y de ajuste fino de colocación coaxial, guía de objetos, bloque de alimentación con enchufe, funda protectora. Objetivos: Achromat 4/0,10; 10/0,25; 40/0,65; 100/1,25 aceite. Oculares WF 10x/18; 1x con puntero; 1x sin puntero.

**Figura 55.** Microscopio.



***Campana extractora***

Exterior de acero revestido con polvo seco epoxídico. Revestimiento moldeado de fibra de vidrio de una sola pieza. Marcos con vidrio templado de seguridad de 3/16" de espesor con elevación vertical y bastidores de aluminio con revestimiento epoxídico. Paneles frontales y laterales desmontables y paneles de acceso frontales para poder acceder a la plomería y los cables eléctricos. Luz fluorescente e interruptores de luz y del extractor precableados. Dimensiones: la. 1.100 x an. 700 x al. 2.400 mm.

**Figura 56.** Campana extractora.



***Otros utensilios***

Material de vidrio (matraces, embudos, buretas, pipetas, probetas, vasos de precipitados, tubos de ensayo), placas Petri, crisoles, reactivos necesarios, gafas de protección para laboratorio, guantes.



## 13.7. Equipamiento complementario

### *Electrocutor de insectos*

Parrilla ecológica antiinsectos con dos tubos de luz ultravioleta de 15 W que atrae insectos portadores de ácaros y está fabricado con material ignífugo.

Consumo: 50 W·h.

Tensión en la parrilla: 4.000 W.

Área de cobertura: 400 m<sup>2</sup>.

Peso: 9,5 kg.

Recolector-bandeja de gran superficie: 680 x 315 mm.

Dimensiones sin bandeja: 685 x 425 x 145 mm.

**Figura 57.** Electrocutador de insectos.



### *Túnel de lavado para cestas*

Sistema de lavado en cinta continua adaptable a moldes y cajas de almacenamiento. Total cubrimiento de la superficie del producto a lavar, independientemente de la forma y dimensiones, asegurando unas perfectas condiciones higiénico-sanitarias, el óptimo aprovechamiento de agua y detergente debido al control automático del nivel y la dosificación, y el ahorro energético y de superficie.

- Construcción en acero inoxidable AISI-304.
- Sistema de lavado mediante inyectores.
- Bomba de impulsión de gran potencia con circuito de inyección 360°.
- Calentamiento del agua mediante vapor.
- Dosificador de detergente.
- Centrador interior de varilla inoxidable adaptable para moldes y cajas.
- Filtro rotativo autolimpiable que logra un menor consumo de agua y una limpieza constante de la misma.
- Cuadro de control estanco en acero inoxidable programable con: mandos para accionamiento de bomba de impulsión, control de velocidad en cadena, interruptor general y de emergencia e indicadores de temperatura.

- Dimensiones: la. 5.230 mm x an. 1.527 mm x al. 1.580 mm.
- Entrada útil: an. 900 mm x al. 350 mm.

**Figura 58.** Lavadora de canastas.



### *Otros equipamientos*

Soportes de botas y delantales, taquillas, banco de asiento, lavamanos, soportes para bolsas de basura, limpiasuelos con pestaña de goma, botiquín, chalecos polares, botas, cubrecabezas, delantales y mandiles, mascarillas sanitarias, guantes, porta rollos de papel, cubetas de plástico, guantes, etc.

## **13.8. Equipos de lucha contra incendios**

### *Extintores*

Agente extintor: polvo ABC. Eficacia contra el fuego: 34A – 233B. Medidas: 1.900 x 600 mm. Volumen: 12,96 L. Peso con carga: 13,5 kg. Presión de servicio: 20 kg/cm<sup>2</sup>. Presión de rotura: 95 kg/cm<sup>2</sup>. Temperatura de servicio: -20 °C/+60 °C. Tiempo de descarga: 18 s. Alcance de disparo: 12m. Manguera: 610 mm. Presión rotura manguera: 65 bar. Homologado por AENOR “N”. Equipado con manómetro.

### *Boca de incendio equipada*

Diámetro: racor de 45 mm. Longitud de la manguera: 40m. Válvula de asiento de latón forjado con salida a 110°. Roscas de 1”. Fabricada según norma UNE 23.091/3<sup>a</sup>. Marca “N” de AENOR.

## 14. MATERIAS PRIMAS

### 14.1. Quesos salados

Los quesos de oveja llegarán a la Planta de maduración, perfectamente salados, procedentes de la sala de saladero, después de haber permanecido unas 48 horas como máximo en dicha etapa del proceso.

### 14.2. Aceite fungicida de amplio espectro

Se aplicará a las piezas para prevenir la aparición de ácaros y flora microbiana, lo cual se realizará con ayuda de la última tecnología, reduciéndose de forma importante los tiempos de manipulación de las piezas. Las características de este compuesto son:

- Composición: ácidos orgánicos, hierbas naturales, sorbatos, cloruro sódico y anfóteros catiónicos.
- Aplicación: prevención de proliferación de ácaros y demás flora microbiana dañina en alimentos, especialmente de industria quesera y embutidos cárnicos madurados.
- Características:
  - Uso en industrias alimentarias.
  - Miscible en agua.
  - No corrosivo.
  - No tóxico.
- Modo de empleo: aplicar por inmersión o en forma de spray para cubrir toda la superficie con el producto, formando una película protectora.

### 14.3. Aire

El aire utilizado para el secado de los quesos de oveja proviene del exterior de la planta. Por otra parte, para evitar que el aire que sale de las toberas de impulsión choque directamente con los primeros quesos que se encuentran secándose, se aprovechan los efectos de inducción, mediante los que el aire húmedo que sale de las piezas es arrastrado y se mezcla suavemente con el aire que entra, de esta manera, al contactar con el queso ya ha perdido gran parte de su agresividad.

## 14.4. Agua

El agua utilizada en la planta procederá de la red de abastecimiento, y será utilizada básicamente en la limpieza de cestas, paletas, carros, equipos y demás instalaciones.

Será suministrada con la suficiente presión y caudal, y cumplirá la normativa sanitaria vigente para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público. (R. D. 1138/1998).

## 14.5. Detergente desinfectante en polvo

- Composición: hipoclorito, sales sódicas estabilizantes, secuestrantes e inhibidores.
- Aplicación: limpieza y desinfección industrial de suelos, paredes, utensilios, mesas, etc., de cualquier tipo de industria, especialmente mataderos, industrias cárnicas, lácteas y conserveras.
- Características:
  - Uso permitido en industrias alimentarias
  - Producto alcalino
  - Desinfectante no selectivo
  - Miscible en agua
  - No corrosivo
  - Estable
- Propiedades físicas:
  - pH al 1 %: 12
  - Densidad a 20 °C: 1.140 kg/m<sup>3</sup>
  - Contenido en Cl<sub>2</sub>: 6 %
- Dosis de empleo: 20-50 g/L
- Modo de empleo: tras realizar un enjuague con agua, se aplica la disolución del producto y, posteriormente, se realiza un segundo enjuague eficaz.

## 14.6. Desinfectante de amplio espectro microbiano

- Composición: base de compuestos de amonio cuaternario.
- Aplicación: locales e instalaciones de la industria alimentaria.
- Características:
  - Uso en industrias alimentarias

- Miscible en agua
  - No agresivo ni corrosivo
  - Estable
- Propiedades físicas:
- Densidad a 20 °C: 1.150 kg/m<sup>3</sup>
  - Contenido en derivados de amonio: 10 %
- Dosis de empleo: 10 cm<sup>3</sup>/L
- Modo de empleo: se aplicará la disolución de desinfectante tras realizar el lavado con detergente, y a continuación, se volverá a enjuagar eficazmente con agua fría.

## 15. SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS

### 15.1. Subproductos

Debido a que las piezas llegan a la Planta de maduración una vez han sido saladas, ésta no genera ningún tipo de subproducto tras finalizarse el proceso de elaboración de quesos.

Si los quesos salen de la salmuera con superficie muy resbalosa es debido a la utilización de una salmuera pobre en sal, de manera que deberán ser retornados al saladero para realizar su correcto salado.

### 15.2. Residuos sólidos

Los plásticos y cartones en los que las materias primas llegan a la planta son residuos de carácter orgánico considerados Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que simplemente se depositarán en los contenedores adecuados para su posterior manipulación.

### 15.3. Efluentes líquidos

Los efluentes líquidos generados en la Planta de maduración de queso proceden de las etapas de cepillado del producto y de lavado de equipos, instalaciones y locales.

La carga orgánica de este efluente es reducida, ya que con anterioridad a la entrada en la planta, la cuajada ha desuerado en la etapa de trabajo en cuba y en la de prensado de los quesos y se habrá gestionado adecuadamente este subproducto, que es el que más importancia tiene desde el punto de vista medioambiental.

Los efluentes generados se verterán a la red sanitaria tras haber asegurado que no incumplen la normativa legal vigente, realizándose los análisis pertinentes en cuanto a acidez (pH), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), sólidos en suspensión (SS), nitratos/nitritos y conductividad.

Será prácticamente improbable que en una planta de estas características los efluentes superen los límites legales establecidos, pero en tal caso se construirá una instalación apropiada para el tratamiento del mismo.

#### *Aceites y grasas procedentes de la maquinaria*

Serán los únicos residuos considerados como Residuos Tóxicos Peligrosos (RTP), aunque estarán presentes en muy pequeña cantidad. Estarán gestionados por la empresa encargada del mantenimiento de los equipos de proceso.

### ***Refrigerante R-134A***

Es un refrigerante permitido por la industria alimentaria debido a su baja toxicidad, y será recogido por la empresa encargada del mantenimiento de los equipos frigoríficos.

## **15.4. Emisiones gaseosas**

El aire que se obtiene de las fases de maduración de las piezas sale con una humedad relativa superior a la de entrada, y con una temperatura diferente a la de entrada (será mayor o menor dependiendo de la estación del año en que nos encontremos), pero estas emisiones no suponen ningún peligro para el ambiente exterior.

Por otra parte, el vapor de agua generado en los programas de limpieza de la lavadora de cestas, no provoca ningún tipo de problema medioambiental, ya que su magnitud y su naturaleza fisicoquímica carecen de importancia.

Otro tipo de emisiones de carácter intenso son los compuestos aromáticos que se desarrollan durante la maduración, que además de no producir ningún impacto ambiental, forman parte del encanto de un buen queso viejo de oveja.

## **15.5. Otras fuentes de contaminación**

Los ruidos generados por la maquinaria están por debajo de los límites legales establecidos, pero a pesar de ello, y para favorecer el bajo nivel de ruido, se han utilizado sistemas frigoríficos tipo “split”, donde compresores y condensadores quedan situados en la zona exterior de la Planta.

## **16. SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL**

Teniendo en cuenta todos los impactos posibles, se considera que la industria objeto del presente Proyecto Fin de Carrera no afecta de forma significativa al medio ambiente, porque los residuos sólidos producidos no presentan la suficiente cuantía y peligrosidad como para implantar un sistema de gestión de los mismos.

Por otra parte, se asegurará el vertido del efluente líquido, producido en las etapas de cepillado del producto y de lavado de equipos, instalaciones y locales, cumpliendo la legislación vigente.

Las emisiones gaseosas producidas tampoco producirán ningún tipo de problema medioambiental, en lo que al aire de salida de las cámaras de ventilación y al vapor de agua generado por la máquina de lavado de cestas se refiere, siendo de buena aceptación las emisiones generadas por las piezas durante la fase final de su elaboración. Por lo tanto, no se requerirán actuaciones especiales en este sentido.

Por todo ello, no habrá que implantar un sistema de gestión medioambiental para la planta proyectada, ya que las medidas adoptadas son suficientes para evitar cualquier tipo de impacto ambiental. Para evitar el posible impacto visual producido por la misma se evitarán las grandes acumulaciones de utensilios inútiles, restos de equipos y maquinaria vieja, chatarras y basuras en las proximidades de la planta.



## **17. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Dado que en este Proyecto Fin de Carrera sólo se trata una parte del proceso de elaboración de quesos, que compone una quesería industrial; no se considera necesario el desarrollo de este apartado; ya que sería necesario evaluar el impacto que ejerce la fábrica en su conjunto.

En cuanto a la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental del presente Proyecto, el Real Decreto-Ley 9/2000 de 6 de Octubre, de modificación del R.D. legislativo 1302/1986 de 26 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, establece que deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental, las instalaciones industriales para la fabricación de productos lácteos, siempre que la instalación reciba una cantidad de leche superior a 200 toneladas por día (valor medio anual). El volumen de leche a tratar por la planta será de unos 126.000 L/día como máximo, lo que equivale a unas 130 Tm/día, con lo que no se no se superará la cantidad indicada.

## **18. PREVENCIÓN DE RIESGOS ALIMENTARIOS**

### **18.1. Seguridad e higiene alimentaria**

La normativa referente a las condiciones y medidas de seguridad que rigen los procesos de producción y comercialización de los productos lácteos queda recogida en el R.D. 1679/1994, y especifica las condiciones que se deben cumplir en todas las instalaciones y los equipos utilizados en la elaboración de los productos lácteos.

Las condiciones existentes en las cámaras de maduración implican tener que controlar y vigilar con eficacia la posible aparición o proliferación de microorganismos indeseables en las mismas que den lugar a alteraciones en los quesos.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) define, pone en práctica y actualiza los sistemas eficaces de control adecuados para la elaboración, en el caso del presente Proyecto Fin de Carrera, de quesos de leche de oveja, y queda recogido en el documento Sistema APPCC del mismo.

### **18.2. Diseño, higiene y seguridad sanitaria en la planta**

Las condiciones generales del centro de trabajo, los mecanismos y medidas de protección pueden simplificar las tareas de higiene y mantenimiento, disminuyendo posibles contaminaciones, además de rebajar los costes de producción.

#### *Alrededores de la planta*

Para prevenir y proteger al alimento de posibles alteraciones se llevará a cabo una eliminación de posibles aguas estancadas y se dispondrá de sistemas de recogida de basura. Además se realizará un adecuado mantenimiento de toda la zona externa al edificio para evitar zonas polvorientas que favorezcan la proliferación de ácaros.

Se realizarán visitas periódicas de control al almacén de materiales auxiliares para comprobar las condiciones adecuadas del local, evitándose tener maquinaria en desuso, chatarras y basuras en las proximidades de la instalación que puedan crear un foco de insectos y roedores.

#### *Instalaciones*

La Planta obedece al diseño higiénico de toda la fábrica de elaboración de acuerdo con el flujo de la cadena de producción, ya que está separada de las zonas de procesado de menos maduración, donde existe un mayor riesgo de contaminación, evitándose en todo momento los posibles riesgos por contaminación cruzada.

La Planta de maduración ha de ser lo suficientemente amplia para no generar trastornos a la hora de realizar las operaciones de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización.

Los materiales de construcción utilizados han sido seleccionados, además de por aspectos técnicos y económicos, por su fácil y rápida limpieza. Los suelos, techos y paredes quedarán continuos, lisos, impermeables y enlucidos en tonos claros, de manera que este revestimiento claro no contenga sustancias que puedan originar contaminaciones o intoxicaciones.

El alicatado de las paredes no es factible debido al posible defecto de juntas, es decir acumulación de suciedad, y fragilidad de su material ante cualquier agresión o golpe.

Las puertas serán fáciles de limpiar y, cuando sea necesario, de desinfectar, por lo que se requerirá que sus superficies sean lisas y no absorbentes.

Cuando proceda, los suelos tendrán un adecuado desagüe tal que deben permitir la limpieza y saneamiento del suelo con facilidad y eficacia; con sumideros y rejillas de desagües fácilmente extraíbles y limpiables que no sobresalgan del nivel del suelo para evitar la retención de agua a su alrededor. Para su buen funcionamiento y fluidez la pendiente mínima del suelo ha de ser del 1-2 %.

La planta se mantendrá siempre limpia, y la limpieza se llevará a cabo por personal adecuado de forma diaria, siempre antes del comienzo de los trabajos y una vez finalizados éstos.

Los equipos y utensilios destinados a la elaboración de los productos se mantendrán en buen estado de conservación, y se limpiarán y desinfectarán según lo establecido en el programa de limpieza y desinfección del presente Proyecto Fin de Carrera. Los equipamientos no deben tener grietas, grandes irregularidades, picaduras o zonas muertas en las que se acumule suciedad o no lleguen los productos de limpieza y desinfección. Todos los utensilios serán de fácil desmontaje o limpiables "in situ".

Los materiales en general, deben ser aptos para su uso alimentario, es decir, inocuos y no deberán transmitir a los quesos propiedades nocivas ni deben afectar a sus propiedades organolépticas.

Todas las superficies en las que se manipulen los productos serán fáciles de limpiar, y las estructuras de apoyo (mesas, bandejas, carretillas, etc.) se conservarán en perfecto estado y se limpiarán periódicamente.

Los residuos de fabricación serán eliminados haciendo uso de recipientes adecuados.

Debe existir una adecuada intensidad de luz para que el personal sea capaz de detectar visualmente el grado de limpieza y desinfección real del lugar de trabajo. Se deberá evitar que por cualquier rotura del sistema de iluminación los restos de cristales u otros materiales originados alcancen al alimento; por ello los sistemas de iluminación deberán estar protegidos adecuadamente, ser fácilmente desmontables, limpiables, desinfectables y evitar que estén ubicados justamente sobre las zonas de procesado del alimento, para que en caso de acumulación de suciedad pueda alcanzar el alimento.

La Planta de maduración de quesos contará con una zona de vestuario y aseo de uso personal, con bancos de asiento y taquillas donde poder guardar enseres personales. Además dispone de lavabos de agua corriente fría/caliente, equipados con espejo, jabón, toallas de papel. Además dispone de retrete con ventilación natural al exterior y doble plato de ducha. Los suelos, paredes y techos del retrete, lavabos, vestuario y duchas serán continuos y de azulejo claro, permitiéndose el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos.

El centro de trabajo dispondrá del abastecimiento de agua necesario para la limpieza o cualquier otro uso, asegurándose que las tuberías de suministro tengan el tamaño y diseño adecuados para evitar que se conviertan en focos de contaminación. Es requisito higiosanitario una separación mínima entre tuberías y entre estas y la pared o techo, al objeto de evitar acumulaciones de suciedad y se precisa darle una pendiente necesaria para su escurrido total.

Las tuberías se identificarán por un código de colores:

- Azul: agua potable.
- Rojo: agua para la lucha contra incendios.
- Cobre: refrigerante.

### ***Personal***

El personal que trabaja en la planta debe tomar conciencia de la repercusión que supone la adecuada manipulación de los alimentos desde un punto de vista sanitario, debiendo ser responsable en todo momento de su higiene personal. Así, tanto los trabajadores como los directivos, serán sometidos a unas normas higiénico-sanitarias a fin de que se logren las mejores condiciones de higiene y bienestar en los centros y puestos de trabajo donde dichas personas desarrollan sus actividades.

Queda prohibido fumar, comer y beber en lugar de trabajo.

Será obligatorio comunicar de forma inmediata cualquier patología que el trabajador sufra y que pueda suponer un riesgo de transmisión de agentes patógenos a las piezas, de manera que sus superiores determinarán la continuación o no del trabajador en su puesto de trabajo.

El personal dispondrá de un tiempo libre determinado para llevar a cabo las prácticas de aseo personal antes de iniciar el trabajo así como al abandono del mismo.

La plantilla ha de estar en posesión del carné sanitario individual y un certificado médico que acredite, en el momento de inicio de la relación laboral, que no existe ningún impedimento sanitario para la realización de su trabajo, ajustándose a lo dispuesto en la legislación vigente y sometiéndose a la vigilancia sanitaria de manipuladores de alimentos.

Por todo esto, es obligatorio el uso de todo el equipamiento necesario que evite el posible contacto físico entre las piezas y los trabajadores, siempre que éste sea necesario.

### **18.3. Legislación en seguridad e higiene alimentaria**

La legislación alimentaria persigue los siguientes objetivos:

- Establecer los requisitos básicos de la seguridad alimentaria.
- Proteger al consumidor frente a los fraudes.
- Ser marco referente y garante de la calidad.
- Ofrecer seguridad ante los desarrollos científicos y tecnológicos.
- Proteger los intereses de los productores.

La legislación en Seguridad e Higiene Alimentaria queda recogida en el apartado 21.2 de la Memoria Descriptiva del presente Proyecto Fin de Carrera.

## 19. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### 19.1. Seguridad laboral

El personal de la Planta de maduración de queso de leche de oveja deberá conocer los derechos y obligaciones en materia de seguridad y salud reflejados en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de Noviembre), además de conocer lo dispuesto en dicha Ley sobre las responsabilidades y posibles sanciones por incumplimiento de la misma.

Con objeto de que lo expuesto se cumpla, se pondrá a disposición del personal de la planta un ejemplar de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Adicionalmente, antes de que el personal comience a desempeñar su trabajo, se le facilitará la adecuada instrucción acerca de los riesgos y peligros que pueden afectarle, y sobre la forma, métodos y procesos que deben considerarse para prevenirlos o evitarlos.

#### *Medidas preventivas generales*

Algunas medidas preventivas llevadas a cabo durante el diseño de la planta del presente Proyecto Fin de Carrera son:

- Buena señalización de las puertas exteriores así como de los pasillos para facilitar la evacuación del personal en caso de necesidad.
- Tanto los pasillos de las oficinas como los de las diferentes salas son lo suficientemente amplios como para evitar cualquier atropello o la realización incómoda de los trabajos.
- Suficiente separación entre las máquinas utilizadas por los trabajadores para realizar los trabajos sin riesgo alguno y cómodamente.
- Las características de la luz artificial instalada ofrecen total garantía de seguridad, no viciará la atmósfera del local y, en condiciones normales, no presentará peligro de incendio o explosión. para los trabajadores y para la planta.

#### *Medidas preventivas en maquinarias y útiles de trabajo*

- Se evitarán los riesgos de lumbalgias y otras enfermedades dorsolumbares con el uso de la carretilla eléctrica elevadora o la transpaleta manual a la hora de tener que desplazar cestas, palets o utensilios de elevado peso.
- Se llevará a cabo la puesta a tierra de las masas metálicas y se dispondrá de interruptores automáticos para la protección de la instalación frente a sobrecargas y de interruptores diferenciales para la protección de las personas frente a contactos indirectos. De la misma manera, se procurará que las partes activas de la maquinaria queden inaccesibles, para así proteger a las personas frente a los contactos directos.

- Los ruidos y vibraciones se evitarán anclando y aislando los equipos que produzcan ruido. Se realizarán mediciones periódicas de nivel de ruido, de acuerdo con el R.D. 286/2006 de 10 de Marzo, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Si el nivel es superior a 80 dB, cosa improbable en esta instalación, se distribuirán equipos de protección personal.
- Las operaciones de mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se realizarán cuando la maquinaria esté totalmente detenida.
- Toda máquina cuyo funcionamiento sea irregular será señalizada, de tal manera que prohíba su manejo a los trabajadores no encargados de su reparación.

#### ***Medidas de protección personal***

- Los trabajadores dispondrán de mascarillas, guantes y todo el equipamiento necesario para protegerse de restos de los productos elaborados.
- Habrá un botiquín de primeros auxilios en la planta, visible y convenientemente señalizado, que contenga al menos: agua oxigenada, alcohol de 96°, yodo, mercurocromo, amoníaco, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapos, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, bolsas de goma para agua o hielo, guantes de látex esterilizados, jeringuillas y agujas desechables y un termómetro clínico. Todo el material se revisará periódicamente, reponiendo todo lo utilizado inmediatamente.
- La planta dispondrá de todos los equipos de seguridad y protección contra incendios, tales como extintores y bocas de incendios equipadas, así como puertas de emergencia y toda la señalización pertinente.

#### ***Medidas preventivas en la instalación frigorífica***

- El sistema de cierre de las cámaras frigoríficas permitirá la apertura desde el interior, y tendrá una señal luminosa que indique la presencia de personas en el interior de las mismas.
- El refrigerante se dispondrá en recipientes adecuados para su transporte, ya que supone un grave riesgo de explosión.
- La planta dispondrá de un detector de fugas situado en la sala de máquinas que avise de manera visible y audible de la existencia de cualquier tipo de fuga de refrigerante.
- La sala de máquinas presentará un cartel con las instrucciones en caso de emergencia, además de las características de la instalación. Se dotará al sistema de una parada de emergencia a distancia para detener el motor desde un lugar seguro.

## **19.2. Legislación de seguridad laboral**

La normativa laboral vigente viene incluida en el apartado 21.3 de la Memoria Descriptiva del presente Proyecto Fin de Carrera.



## 20. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Para caracterizar la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego, en términos de seguridad contra incendios, es necesario conocer:

- La configuración y ubicación con relación a su entorno.
- El nivel de riesgo de incendio intrínseco.

### 20.1. Configuración y ubicación

Las posibles configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se reducen, según el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 786/2001 de 6 de julio), a los siguientes cinco tipos:

- Establecimientos industriales ubicados en un edificio:
  - Tipo A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean éstos de uso industrial o bien de otros usos.
  - Tipo B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s edificio/s, ya sean de uso industrial o bien de otros usos.
  - Tipo C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos.
- Establecimientos industriales ubicados en espacios abiertos que no constituyen un edificio:
  - Tipo D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede tener cubierta más del 50 % de la superficie ocupada.
  - Tipo E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede tener cubierta hasta el 50 % de la superficie ocupada.

La configuración que más se asemeja a la del establecimiento industrial de este Proyecto Fin de Carrera es tipo B, ya que la Planta de maduración ocupa totalmente un edificio y estará anexa al edificio en el cual se llevan a cabo las etapas previas de elaboración de queso.

### 20.2. Nivel de riesgo intrínseco

La planta se constituirá en varias zonas llamadas sectores o áreas de incendio. Se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

De esta forma la Planta de maduración de queso se va a dividir en los siguientes 12 sectores de incendio, cada uno de ellos con nivel de riesgo intrínseco:

- Un sector de incendio lo componen la sala de salida del saladero, sala de lavado, almacén, laboratorio de control de calidad, sala de control y oficina y pasillos. Este conjunto de salas se agrupa en un único sector de incendio dado que no aseguran la no propagación del incendio, en caso de que se origine en alguna de ellas; debido a que las puertas de estos locales no poseen una estabilidad al fuego adecuada. Este sector tiene un nivel de riesgo intrínseco medio.
- Ocho sectores corresponden con cada una de las cámaras de maduración, ya que cumplen la condición de ser espacios cerrados por elementos resistentes al fuego, debido además de estar dotadas de puertas estables al fuego según la normativa NBE-CPI/96. Las cámaras presentan un nivel de riesgo intrínseco alto.
- Sala de tratamientos intermedios y acabado, que presenta un nivel de riesgo intrínseco bajo.
- Cámara de expedición, cuyo nivel de riesgo intrínseco es medio.
- Muelle de carga, con un nivel de riesgo intrínseco bajo.

La determinación del nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendio y de la Planta de maduración de queso se ha descrito en el apartado correspondiente del documento concerniente a los Cálculos Justificativos del presente Proyecto Fin de Carrera.

### **20.3. Requisitos constructivos de los sectores de incendio**

Teniendo en cuenta el riesgo intrínseco de cada sector de incendio y que la configuración de la Planta es de tipo B, el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales permite una máxima superficie construida admisible para cada sector de incendio muy superior a la de cada sector de la Planta de maduración.

### **20.4. Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos**

Según indica la normativa, los elementos estructurales deben presentar un grado de estabilidad al fuego durante un período de tiempo mínimo.

Para las instalaciones industriales que presentan riesgo bajo, la estabilidad y resistencia mínima al fuego que se requiere en los elementos constructivos es EF-30 y RF-30, respectivamente. A pesar de ello, la resistencia al fuego de los elementos constructivos empleados en la Planta de maduración será:

- Elementos constructivos portantes:

Para la estructura principal de cubiertas ligeras en plantas sobre rasante y teniendo en cuenta que la configuración de la Planta es tipo B, los elementos constructivos portantes tendrán una estabilidad al fuego igual a EF-60.

- Cerramiento exterior:

La resistencia al fuego de cumplirá la exigencia para riesgo intrínseco alto:

- Bloque de hormigón (RF-240).
- Ladrillo enfoscado (RF-90).

- Cerramiento interior:

Los materiales empleados en el revestimiento tanto de suelos como de paredes y techos tienen que ser de clase M2 o más favorable, para cumplir con la normativa:

- Panel sándwich: material aislante autoextinguible M1 (combustible, pero no inflamable) y acero galvanizado M0 (no combustible). Estos paneles poseen una elevada resistencia al fuego.
- En dependencias para el personal y oficinas el acabado será enlucido en yeso blanco.

Por otro lado la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros, no será inferior a la estabilidad al fuego exigida para los elementos constructivos con función portante (EF-60). Dado que los materiales empleados superan esta condición se consideran aptos:

- Ladrillo enfoscado por ambas caras (RF-90).
- Puertas de acceso (RF-80).

## 20.5. Evacuación

La ocupación de la nave será, como máximo, de 5 trabajadores ocupados en las distintas tareas productivas más aquellos proveedores que ocasionalmente se encuentren en ella. Por lo tanto, la mayoría de las personas estarán relacionadas con el proceso productivo.

Es importante que la longitud del recorrido desde el origen de evacuación hasta alguna de las salidas no sea elevada, además de que la longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto del que parten dos recorridos alternativos sea lo más pequeña posible.

La Planta cuenta con tres salidas para la evacuación: una correspondiente a la entrada principal, otra en el pasillo que comunica con la sala de salida del saladero y una tercera en el pasillo de las cámaras de maduración.

La entrada principal facilitará la salida a los trabajadores que se encuentren en la sala de salida del saladero, sala de lavado, almacén, laboratorio, sala de control y oficina, zona de aseos y vestuarios, o en cualquier otra parte de la planta y que, por algún motivo, no sean permitidos salir por las salidas más próximas.

La salida de emergencia del pasillo facilitará la salida a todos aquellos que se encuentren en la sala de tratamientos intermedios y acabado, sala de expedición, en las cámaras de maduración más cercanas (cámaras nº 1 y nº 2) o en cualquier otra parte de la planta, y que por algún motivo, no sean permitidos salir por las salidas más próximas. Como alternativa a esta salida, el muelle de carga comunica con el exterior, el cual está dotado con dos puertas enrollables de perfiles conformados en frío de acero galvanizado, con lo que podrán constituir una salida de evacuación para los operarios que se encuentren en la cámara de expedición o en la sala de tratamientos intermedios y acabado.

La salida de emergencia del pasillo de las cámaras de maduración facilitará la salida al exterior de los operarios que se encuentren en alguna de las cámaras, considerando que las cámaras nº 1 y nº 2 tienen como salida más cercana la del pasillo transversal al pasillo de cámaras.

También habrá que tener en cuenta las siguientes limitaciones sobre la anchura de puertas y pasillos:

- La anchura libre de los huecos previstos como salida de evacuación deber ser, al menos de 0,8 m. En el caso de la Planta de maduración las salidas superan esta medida, siendo de 1,8 m. Las puertas de salida serán abatibles, con el eje de giro vertical y fácilmente operables.
- La anchura libre de los pasillos previstos como recorridos de evacuación debe ser al menos de 1 m. Los pasillos diseñados cumplen esta especificación, ya que miden 3,7 m para facilitar también la maniobrabilidad de la carretilla elevadora. Por otro lado el pasillo de la zona de aseos tampoco tiene problema al ser de 1,35 m de ancho. Los pasillos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque podrán existir elementos salientes en las paredes siempre que, salvo en el caso de los extintores, la anchura útil no se reduzca en más de 10 cm.

## 20.6. Señalización e iluminación

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual.

Cabe señalar que los ocupantes del edificio deben haber sido informados de las vías de evacuación, aunque las salidas son fácilmente visibles e identificables desde cualquier punto de los recintos. Por los mismos motivos, tampoco será necesario señalar los medios de protección contra incendios de utilización manual.

Las salidas de los recintos y del edificio principal, los recorridos de evacuación y las medidas de protección estarán dotados de equipos autónomos para la iluminación de emergencia.

## 20.7. Medidas de protección

Se adoptarán las medidas de protección contra incendios necesarias, atendiendo a lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, considerando la configuración del establecimiento y el nivel de riesgo intrínseco.

Por otro lado, la ubicación de las medidas de protección contra incendios se muestra en el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

### *Extintores portátiles*

Se dispondrán extintores portátiles de polvo polivalente ABC y presión incorporada con 9 kg de carga. Éstos se instalarán en todos los sectores de incendio de la Planta, a razón de uno por cada 300 m<sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m<sup>2</sup>, o fracción, en exceso) y se dispondrán en los paramentos a una altura de 1,3 m.

Este tipo de extintores son aptos para fuego clase A (todo fuego de combustible común), B (fuego de líquidos inflamables, grasas o gases) y C (fuego relacionado con equipos eléctricos).

### *Bocas de incendio equipadas (BIE)*

Se emplearán bocas de incendio normalizadas de 45 mm de racor. La manguera será flexible y su longitud de 40 m, posibilitando que bajo su acción quede cubierta toda su superficie.

Una zona diáfana se considerará protegida cuando la longitud de la manguera y el alcance del agua proyectada, estimado en 5 m, permita alcanzar todo punto de la misma. Si la zona está compartimentada, bastará con que la manguera alcance todo origen de evacuación. Por lo tanto se instalarán bocas de incendio en los siguientes puntos de la instalación:

- Sala de tratamiento a la salida del saladero.
- Pasillo de almacén, laboratorio y sala de control y oficina.
- Sala de tratamientos intermedios y acabado.
- Pasillo cámaras de maduración.

### *Sistemas de hidrantes exteriores*

Al tratarse de una instalación de tipo B y con un nivel de riesgo alto, se instalará un sistema de hidrantes exteriores. La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.

Se situarán a ser posible en las zonas de acceso de la Planta y la distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio protegido, debe estar comprendida entre 5 m y 15 m.

Los hidrantes exteriores dispondrán de un caudal necesario de 1.000 L/min y de una autonomía de 90 min, además de disponer de una presión mínima de salida de 7 bar, cuando se esté descargando el caudal indicado.

### *Instalación de alumbrado de emergencia*

Cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de seguridad contra incendios dentro de los establecimientos industriales, esta instalación proporcionará luz en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación y en los puntos en que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual.

Dicha instalación será fija, estará provista de una fuente propia de energía y se pondrá en marcha cuando se produzca un fallo en la alimentación de la instalación de alumbrado ordinaria. Estará constituida por aparatos autónomos automáticos con dispositivo de puesta en reposo para evitar la entrada en funcionamiento de la instalación si el fallo se produce cuando está desocupada la instalación.

### *Otras medidas*

- Se llevará a cabo la instrucción de todo el personal empleado en la instalación para la actuación frente a un eventual incendio.
- Disponibilidad de un equipo de extinción de incendios a menos de 5 km del personal perteneciente al Parque de bomberos del término municipal de Villalón de Campos.
- Se colocarán sistemas automáticos de detección de humos en la sala de máquinas.

## **20.8. Legislación en seguridad contra incendios**

La legislación en materia de seguridad contra incendios queda expuesta en el apartado 21.4 de la Memoria Descriptiva del presente Proyecto Fin de Carrera.

## 21. LEGISLACIÓN

### 21.1. Legislación Medioambiental

**Ley 11/2003 de 8 de abril.** “*Prevención ambiental de Castilla-León*”.

**Ley 16/2002 de 1 de julio.** “*Prevención y control integrados de la contaminación*”.

**Directiva 2001/42 de 27 de junio (Comunidad Europea).** “*Evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*”.

**Ley 6/2001 de 8 de mayo.** “*Modificación del R.D. 1302/1986 de 28 de Junio sobre la Evaluación de impacto ambiental*”.

**R.D. 1/2000 de 18 de mayo.** “*Ley de Evaluación de Impacto Ambiental y Auditorías Ambientales de Castilla y León*”.

**R.D. 9/2000 de 6 de octubre.** “*Modificación del R.D. legislativo 1302/1986 de 28 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental*”.

**Ley 10/1998 de 21 de abril.** “*Desechos y residuos sólidos urbanos*”.

**R.D. 153/1996 de 30 de abril.** “*Reglamento de informe ambiental*”.

**R.D. 74/1996 de 20 de febrero.** “*Reglamento de calidad del aire*”.

**R.D. 297/1995 de 19 de diciembre.** “*Reglamento de calificación ambiental*”.

**R.D. 39/1990 de 27 de marzo.** “*Asignación de competencias en materia de evaluación de impacto ambiental*”.

**R.D. 1131/1988 de 30 de septiembre.** “*Reglamento para la ejecución del R.D. 1302/1986 de Evaluación de impacto ambiental*”.

**R.D. 1302/1986 de 28 de junio.** “*Evaluación de impacto ambiental*”.

**Ley 28/1985 de 2 de agosto.** “*Aguas*”.

**Decreto 833/1975 de 6 de febrero (Ministerio de Planificación del Desarrollo).** “*Ley de protección del ambiente atmosférico*”.

**UNE-100-230.** “*Ventiladores: recomendaciones para el acoplamiento al sistema de distribución de aire*”.

## 21.2. Legislación en Seguridad e Higiene Alimentaria

### Normativa general

**R.D. 202/2000 de 11 de febrero.** “*Normas relativas a los manipuladores de alimentos*”.

**R.D. 1840/1997 de 5 de diciembre.** “*Normas sanitarias de productos destinados al consumo humano*”.

**R.D. 44/1996 de 19 de enero.** “*Seguridad general de los productos puestos a disposición del consumidor*”.

**R.D. 2207/1995 de 28 de diciembre.** “*Normas de higiene relativas a los productos alimenticios*”.

**R.D. 1397/1995 de 4 de agosto.** “*Medidas adicionales sobre el control oficial de productos alimenticios*”.

**R.D. 50/1993 de 15 de enero.** “*Control oficial de los productos alimenticios*”.

**R.D. 49/1993 de 15 de enero.** “*Controles veterinarios aplicables en los intercambios intracomunitarios de los productos de origen animal*”.

**R.D. 1712/1991 de 29 de noviembre.** “*Registro General Sanitario de Alimentos*”.

**Ley 14/1986.** “*General de Sanidad*”.

**R.D. 1945/1983 de 22 de junio.** “*Infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria*”.

**R.D. 2058/1982, de 12 de agosto (R. 2253 y 2781).** “*Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios envasados*”.

**R.D. 2688/1976 de 30 de octubre.** “*Disposiciones de la normativa general alimentaria*”.

**O.M. 18 de agosto de 1.975 (Ministerios de Sanidad y Consumo).** “*Registro de industria y productos alimenticios y alimentarios*”.

**R.D. 2484/1967 de 21 de septiembre.** “*Código Alimentario Español*”.

### Normativa referente a Quesos

**R.D. 1679/1994, de 22 de julio.** “*Condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos*”.

**R.D. 402/1996 de 1 de marzo.** “*Modificación del R.D. 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos*”.



**Orden de 23 de noviembre de 1.995.** “Reglamento de la Denominación de Origen «Queso Manchego» y de su Consejo Regulador”.

**Orden de 20 de mayo de 1.994.** “Modificación de las Normas de calidad para quesos y quesos fundidos destinados al mercado interior”.

**Orden de 9 de julio de 1.987.** “Normas de composición y características específicas para los quesos “Hispánico”, “Ibérico” y “De la Mesta”, destinados al mercado interior”.

**Orden de 14 de enero de 1985.** “Norma general de identidad y pureza para el cuajo y otras enzimas coagulantes de leche destinados al mercado interior”.

**O.M. de 29 de noviembre de 1.985.** “Normas de Calidad para Quesos y Quesos Fundidos destinados al mercado interior, modificada por Orden de 8 de mayo de 1.987”.

**Orden de 20 de mayo de 1.994.** “Normas de Calidad para quesos y quesos fundidos destinados al mercado interior”.

### **Materiales en contacto con alimentos**

**R.D. 397/1990 de 16 de marzo.** “Condiciones generales de los materiales, en contacto con los alimentos, distintos de los poliméricos”.

**R.D. 1425/1988 de 25 de noviembre.** “Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de materiales plásticos destinados a estar en contacto con productos alimenticios y alimentarios”.

### **Productos de limpieza**

**R.D. 770/1999 de 7 de mayo.** “Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de detergentes y limpiadores”.

**Decreto 8/1995 (Consejería de Salud).** “Reglamento de desinfección, desinsectación y desratización sanitarias”.

**R.D. 3360/1983 de 30 de noviembre.** “Reglamentación técnico-sanitaria de lejías”.

**R.D. 3349/1983 de 30 de noviembre.** “Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de plaguicidas”.

**R.D. 1138/1990.** “Reglamentación de los valores microbiológicos y físicoquímicos del agua, así como los métodos de análisis”.

### 21.3. Legislación en Seguridad e Higiene Laboral

**R.D. 286/2006 de 10 de marzo.** *“Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido”.*

**R.D. 1751/1998 de 31 de julio.** *“Reglamento de Instalaciones térmicas de Edificios (RITE) y sus instrucciones térmicas complementarias (ITE)”.*

**R.D. 1627/1997 de 24 de octubre.** *“Garantiza el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores”.*

**R.D. 614/2001 de 8 de junio.** *“Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.*

**R.D. 374/2001 de 6 de abril.** *“Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo”.*

**R.D. 780/1998 de 30 de abril.** *“Modificación del R.D. 39/1997 de 17 de Enero sobre el “Reglamento de los servicios de prevención””.*

**R.D. 485/1997.** *“Disposiciones mínimas en materias de señalización de seguridad y salud en el trabajo”.*

**R.D. 487/1997.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”.*

**R.D. 773/1997 de 30 de mayo.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de quipos de trabajos”.*

**Ley 31/1995.** *“Prevención de riesgos laborales”.*

**Norma española UNE-100-011.** *“Ventilación para una calidad del aire aceptable en los locales”.*

**Norma española de marzo de 1.995.** *“UNE-EN-28996: ergonomía y determinación de la producción de calor metabólico”.*

**Norma española de marzo de 1.995.** *“UNE-EN-27726: ambientes térmicos e instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos”.*

**Norma española de enero de 1.995.** *“UNE-EN-27243: ambientes calurosos y estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT”.*

**Norma europea de julio de 1.993.** *“CEN 27730”.*

**Norma internacional de julio de 1.989.** *“ISO 7933”.*

**R.D. 2483/1986 de 14 de noviembre.** *“Reglamentación técnico-sanitaria y condiciones generales de transporte de alimentos y productos alimentarios a temperatura regulada”.*

**R.D. 168/1985 de 6 de febrero.** *“Reglamentación técnico-sanitaria y condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios”.*

**O.M. de 16 de julio de 1.981 (Ministerios de la Presidencia).** “Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. IT. IC. 02: exigencias ambientales y de confortabilidad”.

**R.D. 754/1981 de 13 de marzo.** “Modificación de los artículos 28, 29 y 30 del Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.

**R.D. 3099/1977 de 8 de septiembre.** “Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.

**O.M. de 9 de marzo de 1.971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo. Artículo 30: ventilación, temperatura y humedad”.

**R.D. 1215/1997 de 18 de julio.** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de quipos de trabajo por los trabajadores”.

**R.D. 39/1997 de 17 de enero.** “Reglamento de los servicios de prevención”.

**Directiva 89-7656 de 30 de noviembre (Comunidad Europea).** “Disposiciones mínimas de seguridad para la utilización de equipos de protección individual en el trabajo”.

#### 21.4. Legislación en Seguridad contra incendios

**R.D. 786/2001 de 14 de abril.** “Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales”.

**R.D. 485/1997 de 14 de abril.** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.

**R.D. 486/1997 de 14 de abril.** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.

**R.D. 2177/1996 de 4 de octubre.** “Norma Básica de la Edificación «NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios»”.

**R.D. 1942/1993 de 5 de noviembre.** “Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”.

**R.D. 1403/1986 de 9 de mayo.** “Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo”.

**O.M. de 29 de noviembre de 1.984 (Ministerio del Interior).** “Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en los locales y edificios”.

**O.M. de 31 de mayo de 1.982, ITC-MIE-AP.5 (Ministerio de Industria y Energía).** “Instrucción técnica complementaria sobre extintores de incendio”.

**O.M. de 9 de marzo de 1.971 (Ministerio de Trabajo).** “Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Capítulo VII: Prevención y extinción de incendios”.

## 22. BIBLIOGRAFÍA

### Tecnología de los alimentos

**Aguado, J. Y Calles, J.** *Ingeniería de la industria alimentaria. Vol I. Conceptos básicos.* Ed. Síntesis. 2.002.

**Fellows, P.** *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas.* Ed. Acribia. 1.994.

**López, A.** *Diseño de Industrias Agroalimentarias.* Ed. AMV. 1.990.

**Mafart, P.** *Ingeniería Industrial Alimentaria.* Ed. Acribia. 1.991.

### Tecnología Quesera

**Alfa Laval.** *Manual de industrias Lácteas.* Ediciones A. Madrid Vicente. Madrid. 2.003.

**Arcas Ruiz, Antonio.** *Elaboración y análisis del queso tipo manchego.* Edinford. Málaga. 1.992.

**Arroyo, Ramón y Manuel.** *Proyecto de una fábrica de queso manchego.* Dossat, S.A. Madrid. 1.963.

**Bon J. y Mulet A.** *Modelización y optimización de cámaras de maduración.* Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Valencia. 2.000.

**Bon J., Benedito J., Sanjuán N., Cárcel J. y Clemente G.** *Cálculo y ajuste de propiedades de transferencia de materia en productos con geometría cilíndrica.* Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad de Valencia. 2.000.

**Calvo, Marta María.** *Procesos proteolíticos durante la Maduración del Queso.* Instituto de Fermentaciones Industriales C.S.I.C. Alimentación, equipos y tecnología. 1.990.

**Fernández-Cueto Mira, Francisco.** *Miniqueserías artesanales modernas.* Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Estructuras Agrarias. 1.993.

**Gou P., Comaposada J. y Arnau J.** *Moisture diffusivity in lean tissue of dry-cured ham at different process times.* Meat Science. 2004. nº 67.

**Guamis B., Trujillo A. J., Ferragut V., Chiralt A., Andres A. y Fito P.** *Ripening control of Manchego Type Cheese Salted by Brine Vacuum Impregnation.* International Dairy Journal. 1.997. nº 7.

**Mestre, Rodrigo.** *Guía de los quesos de España.* Plaza y Janés Editores, S.A. Barcelona. 1.998.

**Moreno-Rojas R., Pozo-Lora R., Zurera-Cosano G. y Amaro-López M. A.** *Calcium, magnesium, manganese, sodium and potassium variations in Manchego-type cheese during ripening.* Revista Food Chemistry. 1.994. nº 50.

**Moro, Carlos.** *Guía Práctica de los quesos de España.* Club G, S.A. Madrid. 1.989.

**Pardo E., Pérez J. I., Gómez R., Tardáguila J., Martínez M. y Serrano C. E.** *Revisión: Calidad físico-química del queso manchego.* Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 1.996.

**Pavia M., Guamis B., Trujillo A. J., Capellas M. y V. Ferragut.** *Changes in microstructural, textural and colour characteristics during ripening of Manchego-type cheese salted by brine vacuum impregnation.* International Dairy Journal. 1.999. nº 9.

**Pavia M., Trujillo A. J., Guamis B. y Ferragut V.** *Evolución de la composición y textura de un queso de oveja en la maduración.* Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 1.999.

**Poveda J. M., García A., Martín-Alvarez P. J. y Cabezas L.** *Application of partial least squares (PLS) regression to predict the ripening time of Manchego cheese.* Revista Food Chemistry. 2.004. nº 84.

**Camero Muñoz, Pedro.** *Cuaderno de la explotación de ovino.* Servicio Agrario de Caja Duero. 1.999.

**Simal S., Sánchez E. S., Bon J., Femenia A. y Rosselló C.** *Water and salt diffusion during cheese ripening: effect of the external and internal resistances to mass transfer.* Journal of Food and Engineering. 2.001. nº 48.

**Scott, R.** *Fabricación de Queso. 2ª Edición.* Ed. Acribia. Zaragoza. 1.998.

**Veisseyre R.** *Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche.* Editorial Acribia. Zaragoza. 1.988.

### Sistema APPCC

**Earle, R.L.** *Ingeniería de los Alimentos. Sistema HACCP.* Ed. Acribia. 1.988.

**García Jané A., Longobardo Nombela A., Martínez Cepa M., Montoro V., Angulo C., Puente Rubio A. M., Rodríguez Rodríguez R., Román Esteban M.** *El Sector lácteo de Castilla-La Mancha. Control basado en el sistema ARCPC.* Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Consejería de Sanidad. 2.000.

**ICMSF.** *El Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos. Su aplicación a las industrias de alimentos.* Ed. Acribia. 1.988.

### Ingeniería Química

**Crank, J.** *The mathematics of diffusion.* Oxford Science Publications. 1.975.

**Perry y Chilton.** *Manual del Ingeniero Químico.* Editorial Mc Graw-Hill. 1.970.

**Transferencia de calor**

**Holman J. P.** *Transferencia de calor*. Ed. Mc Graw-Hil. 1.999.

**Mills A. F.** *Transferencia de calor*. Ed. Irwin. 1.995.

**Tecnología frigorífica**

**Lamúa Soldevilla M.** *Aplicación del frío a los alimentos*. AMV-Mundi Prensa. Madrid. 2.000.

**López Gómez, A.** *Las instalaciones frigoríficas en las industrias agroalimentarias: manual de diseño*. Ed. A.M.V. Madrid. 1.997.

**Miranda Barreras, Ángel L.** *Aire acondicionado*. Ed. Ceac. 2.000.

**Miranda Barreras, Ángel L.** *La psicrometría*. Ed. Ceac. 1.996.

**Miranda Barreras, Ángel L. y Moleón Campos, Mariano.** *Cámaras frigoríficas*. Ed. Ceac. 1.996.

**Pizzeti, C.** *Acondicionamiento del aire y refrigeración*. Ed. Bellisco. 1.991.

**Sánchez Pineda de las Infantas, Teresa.** *Ingenierías de las instalaciones térmicas agroindustriales*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Córdoba. 1.998.

**Wilhelm Todt.** *Técnica de espacios asépticos en la fabricación de queso blando*. Revista técnica Sulzer. 1.990.

## 23. DIRECCIONES DE INTERNET

### Instituciones Nacionales

<a href="http://www.fenil.org">www.fenil.org</a>	Federación Nacional de Industrias Lácteas (FENIL)
<a href="http://www.fiab.es">www.fiab.es</a>	Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas
<a href="http://www.inm.es">www.inm.es</a>	Instituto Nacional de Meteorología
<a href="http://www.mapya.es">www.mapya.es</a>	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
<a href="http://www.mma.es">www.mma.es</a>	Ministerio de Medio Ambiente

### Consejos Reguladores

<a href="http://www.quesomancheego.es">www.quesomancheego.es</a>	Consejo Regulador de Denominación de Origen Queso Manchego
--	--

### Maquinaria Industrial

<a href="http://www.fibosa.com">www.fibosa.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.dinox.es">www.dinox.es</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.itepa.com">www.itepa.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.inslac.com">www.inslac.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.milkarsa.com">www.milkarsa.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.maeltecnomat.com">www.maeltecnomat.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.modumaq.com">www.modumaq.com</a>	Maquinaria quesería
<a href="http://www.abrilsa.net">www.abrilsa.net</a>	Maquinaria frigorífica y sistemas de ventilación
<a href="http://www.efcsa.com">www.efcsa.com</a>	Maquinaria frigorífica y sistemas de ventilación
<a href="http://www.discona.com">www.discona.com</a>	Maquinaria sistemas de ventilación
<a href="http://www.allibert-equipement.com">www.allibert-equipement.com</a>	Productos plásticos
<a href="http://www.habasit.com">www.habasit.com</a>	Sistemas de bandas transportadoras

www.ohra.de

Sistemas de estanterías

**Legislación**

www.boe.es

Boletín Oficial del Estado



---

---

**CÁLCULOS**

**JUSTIFICATIVOS**

---

---

# ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

<b>1. PRODUCCIÓN ANUAL .....</b>	<b>167</b>
<b>2. ESTUDIO DE DIFUSIÓN .....</b>	<b>168</b>
2.1. LEY DE FICK .....	168
2.2. COEFICIENTE DE DIFUSIÓN EFECTIVA ( $D_w$ ).....	172
2.3. RESULTADOS DEL SIMULADOR .....	173
2.4. VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN FUNCIÓN DE LA HIGROMETRÍA DE LA CÁMARA.....	174
2.5. ESTUDIOS SOBRE DIFUSIÓN DE HUMEDAD .....	174
<b>3. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>176</b>
3.1. SALA DE TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO .....	176
3.2. CÁMARAS DE MADURACIÓN .....	177
3.3. SALA DE TRATAMIENTOS INTERMEDIOS Y ACABADO .....	181
3.4. CÁMARA DE EXPEDICIÓN.....	182
3.5. SALA DE LAVADO DE CESTAS Y PALETAS .....	185
3.6. LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD.....	185
3.7. SALA DE CONTROL Y OFICINA .....	186
3.8. ALMACÉN.....	186
3.9. ASEOS Y VESTUARIOS .....	186
3.10. SALIDA DE EMERGENCIA (PASILLO) .....	187
3.11. SALIDA DE EMERGENCIA (PASILLO CÁMARAS DE MADURACIÓN)	187
3.12. SALA DE MÁQUINAS .....	188
3.13. PASILLOS.....	188
3.14. MUELLE DE CARGA.....	189
<b>4. CÁLCULO DE ESPESORES DE AISLANTE .....</b>	<b>190</b>
4.1. MATERIAL AISLANTE .....	190
4.2. CRITERIOS DE CÁLCULO.....	191
4.3. ZONAS AISLADAS .....	193
4.3.1. Solera .....	193
4.3.2. Paredes .....	194
4.3.3. Techo.....	195
4.4. CÁLCULO DE ESPESORES PARA SALAS REFRIGERADAS .....	196
4.4.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero.....	196
4.4.2. Cámaras de maduración .....	197
4.4.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado .....	208
4.4.4. Cámara de expedición.....	209

4.5.	RESUMEN DE ESPESORES COMERCIALES UTILIZADOS EN CADA SALA .....	211
4.6.	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE AISLANTE NECESARIAS.....	211
<b>5.</b>	<b>POTENCIA FRIGORÍFICA DE LA INSTALACIÓN DE FRÍO .....</b>	<b>213</b>
5.1.	CRITERIOS DE CÁLCULO.....	213
5.2.	CÁLCULO DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA DE LAS SALAS REFRIGERADAS.....	219
5.2.1.	Sala de tratamiento a la salida del saladero.....	219
5.2.2.	Cámaras de maduración .....	221
5.2.3.	Sala de tratamientos intermedios y acabado .....	232
5.2.4.	Cámara de expedición.....	234
5.3.	RESUMEN DE POTENCIAS FRIGORÍFICAS.....	238
<b>6.</b>	<b>POTENCIA FRIGORÍFICA DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.....</b>	<b>239</b>
6.1.	CARGA TÉRMICA SENSIBLE .....	239
6.2.	CARGA TÉRMICA LATENTE.....	239
6.3.	CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS .....	241
6.3.1.	Etapa de secado .....	241
6.3.1.1.	Carga térmica sensible .....	241
6.3.1.2.	Carga térmica latente .....	241
6.3.2.	Etapa de maduración.....	242
6.3.2.1.	Carga térmica sensible .....	242
6.3.2.2.	Carga térmica latente .....	242
6.3.3.	Etapa de conservación.....	243
6.3.3.1.	Carga térmica sensible .....	243
6.3.3.2.	Carga térmica latente .....	243
6.3.4.	Resumen de cargas sensibles y latentes .....	245
<b>7.</b>	<b>PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE EN LAS CÁMARAS .....</b>	<b>246</b>
7.1.	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES .....	248
<b>8.</b>	<b>CÁLCULO DEL NÚMERO DE ELEMENTOS DE VENTILACIÓN.....</b>	<b>251</b>
8.1.	BOQUILLAS DE IMPULSIÓN DE AIRE .....	251
8.2.	BOCAS DE ASPIRACIÓN DEL AIRE.....	251
8.3.	SOPORTES DE LOS CONDUCTOS DE IMPULSIÓN .....	251
8.4.	DEFLECTORES DEL AIRE.....	252
<b>9.</b>	<b>CICLOS FRIGORÍFICOS.....</b>	<b>253</b>
9.1.	SALA DE TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO .....	255
9.2.	CÁMARAS DE MADURACIÓN.....	256
9.3.	SALA DE TRATAMIENTOS INTERMEDIOS Y ACABADO .....	259
9.4.	CÁMARA DE EXPEDICIÓN.....	260
<b>10.</b>	<b>SUPERFICIES ALETEADAS PARA EVAPORADORES.....</b>	<b>261</b>
10.1.	SALA DE TRATAMIENTO A LA SALIDA DEL SALADERO .....	262

10.2. CÁMARAS DE MADURACIÓN .....	262
10.3. SALA DE TRATAMIENTOS INTERMEDIOS Y ACABADO .....	263
10.4. CÁMARA DE EXPEDICIÓN .....	263
<b>11. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>264</b>
11.1. NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO .....	264
11.2. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS SECTORES DE INCENDIO ..	266
11.3. CÁLCULO DEL RIESGO INTRÍNSECO DE CADA SECTOR DE INCENDIO .....	267
11.4. CÁLCULO DEL RIESGO INTRÍNSECO DE LA PLANTA DE MADURACIÓN .....	271





## 1. PRODUCCIÓN ANUAL

La capacidad de producción de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego se ajusta a lo establecido en la propuesta del Proyecto Fin de Carrera, y a lo que viene siendo habitual en una planta de producción industrial.

La producción máxima de la planta se ha fijado en 1.000.000 kg de queso al año. Se distribuye en dos períodos, debido a que se produce un máximo de la producción lechera después de los partos de las ovejas, que suelen tener lugar en los meses noviembre-diciembre. Para reducir este pico de producción, las fábricas de quesos se aprovisionan de diversas procedencias geográficas. Quedando de esta manera la planificación de la producción en un 60 % de enero a junio y un 40 % de julio a diciembre.

**Objetivo producción anual: 1.000.000 kg queso/año**

**Número de quesos obtenidos en cada período:**

➤ **Período enero-junio:**

$(0,6 * 10^6)$  kg queso/1<sup>er</sup> período \* 1 queso/3 kg = **200.000 quesos/1<sup>er</sup> período**

➤ **Período julio-diciembre:**

$(0,4 * 10^6)$  kg queso/2<sup>o</sup> período \* 1 queso/3 kg = **133.334 quesos/2<sup>o</sup> período**

**Número de quesos procesados al día**

Considerando que la planta procesa aproximadamente unos 126.000 litros de leche al día, un rendimiento de 7 litros para la obtención de 1kg de queso y que los quesos son de 3 kg; la producción establecida implica una entrada máxima de quesos al día en la cámara de maduración de 6.000 unidades.

## 2. ESTUDIO DE DIFUSIÓN

Uno de los objetivos propuestos para el presente Proyecto Fin de Carrera, junto con el diseño de la Planta de maduración, es la mejor comprensión de los fenómenos que ocurren durante esta etapa, ya que ésta se viene realizando tomando como referencia los resultados obtenidos en procesados similares realizados en el pasado, es decir, de una forma totalmente empírica y con escasos conocimientos de sus fundamentos teóricos.

Modelar es esencialmente una forma de representar procesos ó fenómenos para explicar los datos observados y para predecir cómo se comporta un sistema bajo diferentes condiciones. De esta manera, con un adecuado conocimiento y control del sistema, los efectos de las diferentes variables que influyen, podrían controlarse mejor; y con ello, obtener un producto de características más constantes. Por tanto, el objeto de este estudio consiste en proponer un modelo matemático para simular las curvas de secado.

En el sistema objeto de estudio, el agua se vaporiza desde la superficie del queso hacia el ambiente por medio de la deshidratación. La transferencia de agua desde la superficie húmeda a una corriente (flujo) de aire se evalúa, en general, por medio de un coeficiente de transferencia de masa. El flujo de humedad es proporcional a la fuerza impulsora, que es la diferencia entre la presión de vapor en la superficie y la presión de vapor de agua en el aire circundante a la superficie. Al mismo tiempo que el agua se retira desde la superficie, también tiene lugar su difusión desde el interior del producto hacia la superficie, debido al gradiente de concentración que se ha provocado, con lo que ocurre un proceso difusional.

Además de los fenómenos de deshidratación, hay que tener en cuenta que durante el salado de un queso en salmuera, los gradientes de sal y humedad se desarrollan desde la superficie al centro del queso. El proceso de maduración implica que el agua se pierde debido a la deshidratación del queso y al mismo tiempo tiene lugar la redistribución de sal para alcanzar una distribución casi uniforme de la misma, un factor importante durante la maduración del producto.

Evidentemente la maduración es un proceso de complejidad muy superior a la que representa la mera pérdida de agua, puesto que incluye complicadas transformaciones bioquímicas y de textura, descritas en el apartado correspondiente de la Memoria de este Proyecto Fin de Carrera. Sin embargo, la pérdida de agua está muy ligada a las características del queso, por lo que parece que a efectos de modelización del proceso, se puede utilizar la humedad como un indicador del estado de maduración.

### 2.1. Ley de Fick

Se sabe que cuando en un medio existe un gradiente de concentración de una sustancia susceptible de difundir, se produce una transferencia de masa. Las leyes de Fick rigen los fenómenos de difusión. Concretamente, la 2ª ley de Fick rige el proceso difusivo de la humedad en el interior de los alimentos durante el secado de los mismos. Por ello, adquiere un papel importante en el simulador que acompaña al presente Proyecto Fin de Carrera.

En su forma más primitiva, la 2ª ley de Fick adquiere la siguiente configuración matemática:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_e \frac{\partial C}{\partial x} \right)$$



Donde:

$\partial C/\partial t$ : gradiente de concentración con respecto al tiempo.

$D_e$ : coeficiente de difusión.

$\partial C/\partial x$ : gradiente de concentración en la dirección del eje X.

Sin embargo, dada la geometría cilíndrica del producto a estudiar, es necesario expresar la anterior ley en coordenadas cilíndricas. Con ello la ecuación diferencial para la transferencia de agua es:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{1}{r} \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left( r D_w \frac{\partial W}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{D_w}{r} \frac{\partial W}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( r D_w \frac{\partial W}{\partial z} \right) \right]$$

Donde:

$\partial W/\partial t$ : gradiente de concentración de humedad con respecto al tiempo.

$D_w$ : coeficiente de difusión de la humedad.

Pero la difusión de los componentes a través de las piezas se ve influenciada por muchos factores, tales como la temperatura del proceso, que no permanece constante, sino que va disminuyendo a lo largo de la elaboración de los productos, ya que al principio del proceso ésta es 12 °C, llegando a ser 4 °C al finalizar el proceso. Asimismo, varía también la composición de las piezas; el contenido de sal, la cantidad de agua, que además de variar a lo largo del proceso también varía entre las diferentes zonas del queso, el contenido en grasa, la estructura de la masa, ya que cada vez se hace más consistente, la presencia de ojos, etc.

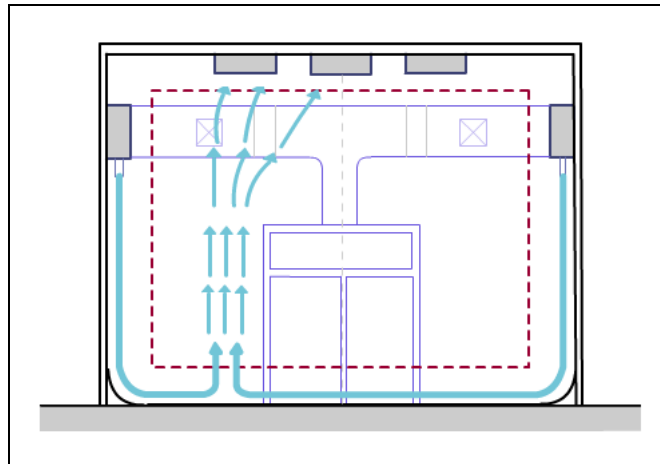
Por tanto, el medio en el que difunde el agua no es homogéneo, y además, va sufriendo modificaciones a lo largo de la elaboración, tales como variación en el contenido de solutos, variación del contenido de agua, cambios estructurales de la matriz proteica, cambio de volumen debido a la desecación, etc., que provocan desviaciones del modelo teórico. Por todo ello el coeficiente de difusión ( $D_e$ ) no es constante en todo el producto ni a lo largo de todo el proceso de maduración.

Teniendo en cuenta los complejos factores que afectan a la difusión de la humedad, se va a realizar un tratamiento simplificado considerando que:

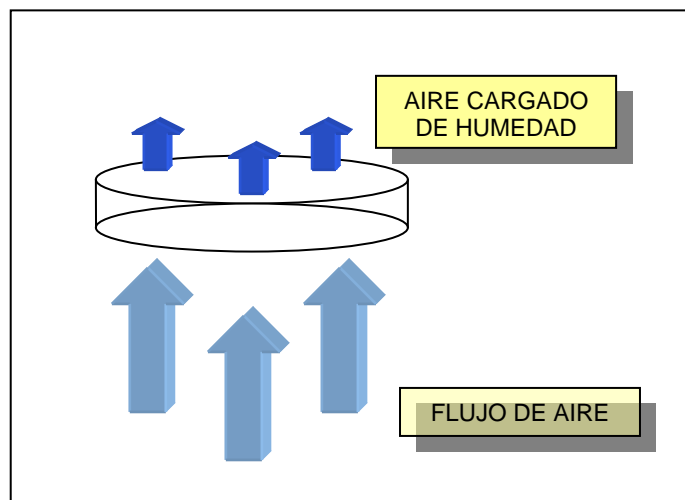
- El producto se trata de un sólido homogéneo e isótropo.
- La difusión de la humedad dentro de las piezas se mantiene constante.
- No ocurre deformación del sólido durante el proceso, por lo que el volumen del sistema permanece constante.
- La distribución inicial de la humedad es uniforme.
- La resistencia externa a la transferencia de humedad es despreciable.
- La temperatura durante todo el proceso se mantiene constante.

- Por otro lado, dada la configuración del sistema de ventilación, mediante el cual el aire asciende entre los palets cargados de quesos, se puede hacer la aproximación de que el proceso de secado induce la difusión de agua y sal en las piezas en el eje z. Existe una pequeña difusión lateral que se puede despreciar.

**Figura 1.** Esquema de la dirección ascendente del aire en la cámara de maduración.



**Figura 2.** Circulación del aire sobre el queso.



Con todas las consideraciones anteriores, la 2ª ley de Fick puede representarse de la siguiente forma:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = D_w \frac{\partial^2 W}{\partial z^2}$$

Para obtener la solución particular buscada de la ecuación en derivadas parciales se precisa formular las correspondientes condiciones de contorno y la condición inicial que a continuación se detallan:

- Como condición inicial se considera que la concentración inicial de agua en el queso se conoce como  $W_0$  (kg agua/kg materia seca inicial):
- Condiciones de contorno:
  - Debido a la geometría del producto y a que el secado se produce de manera homogénea por todo el queso, se establece la condición de simetría. Esto significa que la evolución del contenido acuoso ocurrirá de la misma forma desde el centro hasta ambas caras del queso:

$$\frac{\partial W(0, t)}{\partial z} = 0$$

- Por otro lado, se considera que en ambas caras de la superficie del queso en contacto con el ambiente, el contenido de humedad estará en equilibrio con la humedad del ambiente:

$$W(Z, t) = W_e$$

Donde:

**Z**: semiespesor del queso (m). Esto es la distancia desde el centro del queso hasta su superficie.

**$W_e$** : contenido de humedad del queso en equilibrio con la humedad relativa externa (kg agua/kg base seca).

Atendiendo a estas consideraciones, la 2ª Ley de Fick puede representarse de la siguiente forma:

$$\frac{W - W_e}{W_0 - W_e} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot \text{sen}(\lambda_n z)}{(\lambda_n z)^2} \cdot e^{-D_e \cdot \lambda_n^2 \cdot \tau}$$

Donde:

$$\lambda_n z = (2 \cdot n + 1) \cdot \frac{\pi}{2} \quad \text{siendo } n = 0, 1, 2, \dots$$

Fuente: J. Bon et al. Cálculo y ajuste de propiedades de transferencia de materia en productos con geometría cilíndrica. Universidad Politécnica de Valencia.

Siendo:

**W**: contenido de humedad medio del queso (kg agua/kg base seca).

**W<sub>e</sub>**: contenido de humedad del queso en equilibrio con la humedad relativa externa (kg agua/kg base seca).

**W<sub>0</sub>**: contenido inicial de humedad (kg agua/kg base seca).

**D<sub>e</sub>**: coeficiente de difusividad efectiva de la humedad (m<sup>2</sup>/s).

**τ**: tiempo (s).

**z**: distancia del centro del queso al punto donde se mide la humedad (m).

En el presente Proyecto Fin de Carrera se ha utilizado una hoja de cálculo para determinar los tiempos de secado y de maduración necesarios para alcanzar unos determinados contenidos de humedad previamente establecidos, considerando que el centro de los quesos se encuentra a unos 5 cm de la superficie de las caras y situándonos en diferentes puntos, a intervalos de medio centímetro, desde el centro hasta la superficie de la pieza.

Los tiempos se han determinado, haciendo uso de la ecuación anterior, donde el tiempo aparece como función exponencial. Se ha partido de un contenido de humedad inicial conocido, del coeficiente de difusividad efectiva de la humedad en el queso (que se supuso constante) y de unas condiciones ambientales determinadas, 12 °C y 70 % HR. Así se han obtenido distintas gráficas de la evolución del contenido en humedad frente al tiempo para las diferentes distancias desde el centro del queso. De esta forma, a partir de los tiempos obtenidos, se determina un tiempo medio necesario para alcanzar un determinado contenido de humedad.

Los tiempos medios obtenidos en el simulador se compararán con los tiempos experimentales para alcanzar los contenidos de humedad establecidos, para así evaluar el grado de aproximación de este modelo.

Aunque no es un método muy exacto, de este modo se puede aproximar la optimización del proceso de secado de los quesos.

En el simulador del presente Proyecto Fin de Carrera, se encuentran las gráficas que permiten conocer el tiempo de secado de las piezas en función del contenido de humedad deseado en el queso en distintos puntos a lo largo del interior del mismo. El desarrollo de dicha simulación se presenta en el CD que acompaña a este Proyecto Fin de Carrera.

## 2.2. Coeficiente de difusión efectiva (D<sub>w</sub>)

Según la ley de Fick, la difusión de humedad está controlada por el gradiente de humedad y por el coeficiente de difusividad efectiva de la humedad en el queso (D<sub>w</sub>). D<sub>w</sub> depende de la resistencia de la masa del queso a la transferencia de agua, la cual está relacionada con las características del queso. Estas características son temperatura, pH, estructura y composición.

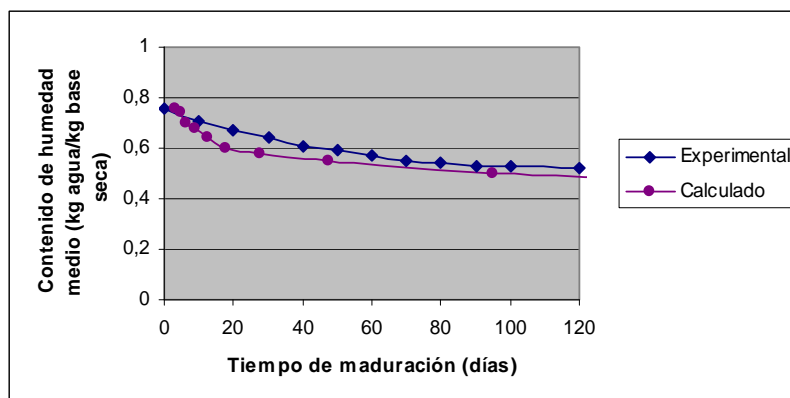
Debido a la gran dificultad que sería estudiar como varía D<sub>w</sub> en función de todas y cada una de las diferentes características del queso, y la gran escasez de algunos de estos estudios, se ha considerado un valor de D<sub>w</sub> constante en concordancia con las temperaturas a las que el proceso se lleva a cabo e igual a  $7,8 \cdot 10^{-12}$  m<sup>2</sup>/s (Fuente: Simal et al. Journal of Food Engineering. 2001. nº 48).

### 2.3. Resultados del simulador

En el simulador se incluyen gráficas en las que se representan el contenido de humedad de las piezas frente al tiempo calculado a partir de la ecuación de la 2ª ley de Fick asumiendo las hipótesis consideradas en el apartado 2.1 del presente capítulo.

Como se observa en la figura 3, los tiempos calculados son menores que los tiempos reales. Así, considerando un contenido de humedad inicial en la pieza de 0,76 kg agua/kg base seca y un contenido de humedad de equilibrio con el aire ambiente de 0,3 kg agua/kg base seca, se requieren aproximadamente 60 días hasta alcanzar el 70 % del contenido de humedad (0,55 kg agua/kg base seca), siendo el tiempo real de unos 70 días, lo que supone un error del 14 %.

**Figura 3.** Comparación de la evolución del contenido acuoso en el queso frente al tiempo experimental y frente al tiempo medio calculado.



Los resultados del modelo presentan una tendencia similar a los reales. Los tiempos obtenidos para las etapas iniciales de la maduración se diferencian apreciablemente de los reales. Sin embargo a medida que avanza el proceso de maduración, se van asemejando los tiempos calculados a los tiempos reales, por lo que se tiene que el modelo no es apto para los dos primeros meses de maduración, que es donde se presentan mayores discrepancias entre tiempos. Hay que tener en cuenta, que los periodos de maduración son siempre superiores, por ley, a 2 meses.

Este modelo puede ser de utilidad para el seguimiento del proceso de maduración, aunque debe ser mejorado empleando unas aproximaciones que reflejen mejor el proceso real, utilización de diferentes condiciones de proceso y comparación entre ellas, estudio de la variación del coeficiente de difusión, etc.

## 2.4. Variación del contenido de humedad del queso en función de la higrometría de la cámara

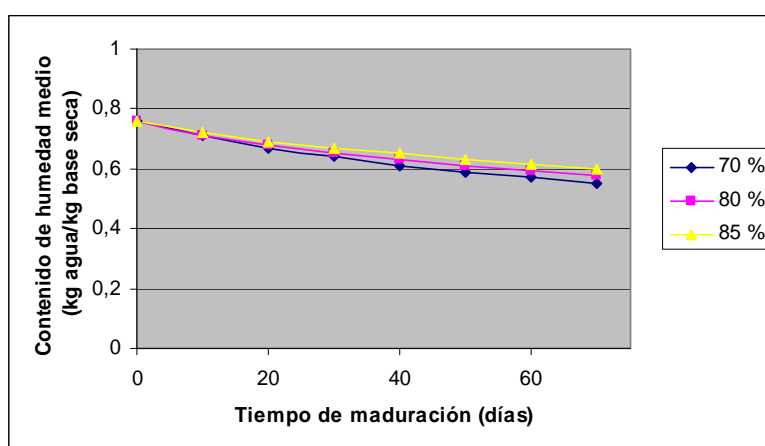
Como se ha visto anteriormente, la evolución del contenido de humedad de los quesos depende de muchas variables, tanto internas como externas al mismo.

La velocidad de desecación del queso, aparte de depender de la temperatura, está muy relacionada con la humedad relativa del ambiente de la cámara en la que se aloja.

De esta manera, altas humedades en el local de maduración, llevan a bajas velocidades de secado, y ambas condiciones externas ó internas determinan la velocidad de secado.

A continuación se presentan datos bibliográficos que pueden complementar la información suministrada por el modelo.

**Figura 4.** Variación del contenido en humedad en una pieza en función del grado higrométrico del ambiente.



Fuente: S. Simal et al. Journal of Food Engineering. 2001 (48).

## 2.5. Estudios sobre difusión de humedad

Otra forma de abordar el estudio de la desecación es la obtención de una ecuación a partir de datos experimentales, mediante regresión por mínimos cuadrados.

Poveda y col. analizaron actividad del agua, pH, extracto seco, proteína, sal, nitrógeno soluble en agua y nitrógeno ácido-soluble, entre otros. Mediante regresión por mínimos cuadrados, establecieron que las variables que más contribuyen a la hora de predecir el tiempo de maduración son actividad del agua ( $a_w$ ), pH y extracto seco (DM).

De esta forma se obtuvo una función matemática dependiente de estos tres parámetros:

$$t \text{ (días)} = 75,168 - 364,400 a_w + 41,902 \text{ pH} + 1,344 \text{ DM} - 22,275 a_w \text{ pH} + 1,804 a_w \text{ DM} + 0,252 \text{ pH DM} - 192,406 a_w^2 + 4,179 \text{ pH}^2 + 0,011 \text{ DM}^2$$

Así, sabiendo los valores deseados de estos parámetros, se determina el tiempo de maduración necesario para cada pieza.

Tiempo real de maduración	$a_w$	pH	DM (%)	Tiempo medio calculado (días)
60	0,946	4,970	57,70	53,3
	0,959	5,002	59,38	
	0,946	4,966	59,10	

Lo cual supone un error del 12 %, próximo al del modelo utilizado en este Proyecto Fin de Carrera.

### 3. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES

Para llevar a cabo el dimensionado de las instalaciones han de conocerse, básicamente, tres factores:

- Volumen de producción (definido en el apartado 1 del presente documento de Cálculos Justificativos).
- Tiempo de residencia de las materias primas.
- Tamaño de equipos o útiles empleados en las instalaciones.

#### 3.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero

La sala de tratamiento a la salida del saladero trabaja a una temperatura de 12 °C y alberga un túnel de tratamiento de los quesos recién salidos del saladero, que ocupa en planta, unas dimensiones máximas de la. 6.350 x an. 1.600 mm

A la entrada de la sala se dejará espacio suficiente para facilitar la maniobrabilidad de la carretilla eléctrica en labores de entrada/salida. En esta sala se albergarán las cestillas y paletas necesarias para realizar el paletizado del producto. Teniendo en cuenta además que tanto el personal como la mercancía se han de alojar y desplazar en paralelo a la línea de tratamiento con los palets de 1.200 x 800 x 1.594 mm (largo x ancho x alto), de manera que la carretilla elevadora pueda recoger los palets para llevarlos a la cámara de maduración, se establecen las siguientes dimensiones:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 8,0 m**

**Longitud: 8,50 m**

**Superficie: 8,0 m x 8,50 m = 68,0 m<sup>2</sup>**

**Volumen: 3,0 m x 8,0 m x 8,50 m = 204,0 m<sup>3</sup>**

Las dimensiones de esta sala no son limitantes, al no tratarse de un local destinado a almacenaje. Además, la aceitadora tiene capacidad suficiente (hasta 1.200 quesos/hora), por lo que no habrá problemas para acoger un aumento en la producción. Debido a esto y al tiempo en se forma un palet, que es reducido, el tiempo de permanencia de los quesos en esta sala será inferior a media hora.

Para una idea más concreta de las dimensiones y espacios muertos ha de consultarse el documento que recoge todos los Planos concernientes a la Planta de maduración.



### 3.2. Cámaras de maduración

En las cámaras se introducen los quesos una vez han sido tratados a la salida del saladero. Las condiciones de temperatura y humedad relativa en la cámara de maduración variarán dependiendo de la fase del proceso en que se encuentren las piezas dentro de la misma. La temperatura pasará de 12 °C al principio de la maduración hasta 4 °C al final del proceso y la humedad relativa aumentará desde 70 % hasta un valor final de 90 %. El tiempo de residencia de los quesos en las cámaras será de 9 meses.

Para determinar el dimensionado y el número de cámaras, hay que tener en cuenta el volumen de producción de la planta y el tiempo de residencia de los quesos, que a su vez depende del volumen que ocupan en la misma. Con esto, se puede estimar que las necesidades serán las siguientes:

#### Nº máximo de quesos en maduración:

Debido a que las dimensiones de las cámaras son limitantes, al tratarse de locales destinados al almacenamiento de los quesos para su maduración, se considera una sobreproducción del 10 % (1.100.000 kg queso/año), con el fin de aumentar la capacidad de las mismas.

Considerando un ritmo de llenado de las cámaras de 6.000 unidades al día, como máximo, y estableciendo un tiempo medio de llenado de la cámara de unos 7-8 días, la capacidad de cada cámara de maduración debe ser de unos 46.000 quesos.

#### Nº de cámaras de maduración:

$$1,1 \cdot 10^6 \text{ kg queso/año} \cdot 1 \text{ queso/3 kg} \cdot \text{cámara/46.000 quesos} \approx \mathbf{8 \text{ cámaras}}$$

El número de cámaras para llevar a cabo la etapa de maduración será de ocho por las siguientes razones:

- La principal razón es consecuencia de la producción de la planta de fabricación de queso. Ésta no es continua y dado que hay que modificar las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente a lo largo de la estancia en la cámara, no se pueden introducir quesos indefinidamente.
- En la maduración del queso se requiere que el espacio sea lo más reducido posible de tal manera que el control sobre la maduración de los quesos sea lo más preciso posible, además de evitar perturbaciones en las condiciones ambientales.
- En el caso de que existiese algún tipo de problema con alguna de las cámaras existentes, este percance podría subsanarse llevando la mercancía a otra cámara de maduración.

### **Cestas:**

Para llevar a cabo el almacenamiento de los quesos en las cámaras de maduración, es necesario el uso de cestas de polietileno con una capacidad para 6 quesos. Estas cestas se dispondrán en palets con 2 cestas en planta y 10 niveles, por tanto 20 cestas en cada palet. Los palets estarán dispuestos en pilas de 3 palets cada una.

$$46.000 \text{ quesos/cámara} \cdot 1 \text{ cesta/6 quesos} = \mathbf{7.667 \text{ cestas/cámara}}$$

$$7.667 \text{ cestas/cámara} \cdot 8 \text{ cámaras} = \mathbf{61.336 \text{ cestas}}$$

A este número de cestas habrá que añadir un cierto número de cestas de reserva para posibles casos de rotura de las que se están utilizando, lo que supone 64 cestas extra.

### **Nº total de cestas:**

$$61.336 \text{ cestas} + 64 \text{ cestas de reserva} = \mathbf{61.400 \text{ cestas}}$$

### **Palets:**

$$7.667 \text{ cestas/cámara} \cdot 1 \text{ palet/20 cestas} = \mathbf{384 \text{ palets/cámara}}$$

$$384 \text{ palets/cámara} \cdot 8 \text{ cámaras} = \mathbf{3.072 \text{ palets}}$$

Este número de palets coincide con el número de paletas necesarias para las cámaras de maduración. A esta cantidad de paletas habrá que añadirle un cierto número de paletas de reserva para las posibles roturas de las que se estén utilizando.

### **Nº total de paletas:**

$$3.072 \text{ paletas} + 28 \text{ paletas reserva} = \mathbf{3.100 \text{ paletas}}$$

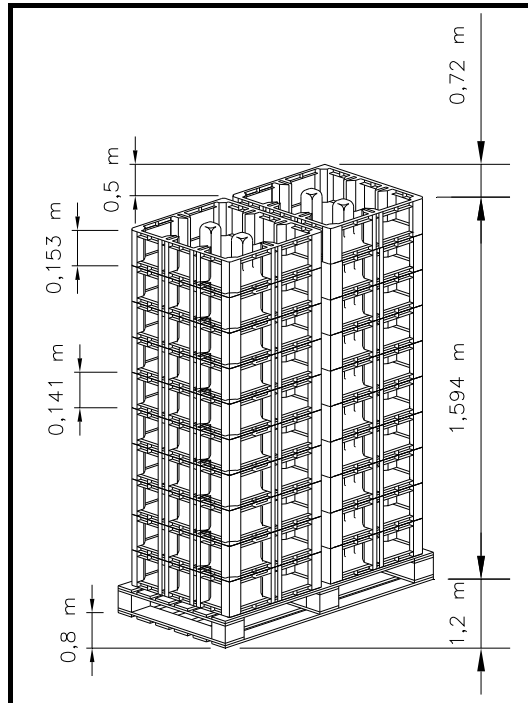
### **Pilas de palets:**

$$384 \text{ palets/cámara} \cdot 1 \text{ pila/3 palets} = \mathbf{128 \text{ pilas/cámara}}$$

$$128 \text{ pilas/cámara} \cdot 8 \text{ cámaras} = \mathbf{1.024 \text{ pilas}}$$

Teniendo en cuenta que las dimensiones de cada palet son la. 1.200 x an. 800 mm:

**Figura 5.** Detalle de la unidad de paletización.



#### **Superficie de cámara ocupada por palets:**

$$128 \text{ pilas totales} \cdot 0,96 \text{ m}^2/\text{pila} = \mathbf{122,88 \text{ m}^2}$$

A esta superficie hay que añadir los espacios muertos necesarios para maniobrar con los palets.

#### **Altura de palet:**

Altura caja sin apilar: 153 mm

Altura caja apilada: 141 mm

Altura paleta: 172 mm

$$\text{Altura de palet} = 9 \text{ cajas} \cdot 141 \text{ mm} + 1 \text{ caja} \cdot 153 \text{ mm} + 1 \text{ paleta} \cdot 172 \text{ mm} = \mathbf{1.594 \text{ mm}}$$

#### **Altura de pila de palets:**

Los palets se almacenarán en columnas de 3 pisos con lo que se tendrá una altura total de pila de palet de:

$$3 \text{ palets/pila} \cdot 1.594 \text{ mm/palet} = \mathbf{4.782 \text{ mm /pila}}$$

### Pasillo:

Las cámaras de maduración poseerán un pasillo, diseñado de manera que la maniobrabilidad de la carretilla elevadora eléctrica sea fácil. Se han considerado las siguientes especificaciones de la máquina:

Radio de giro exterior: 1.540 mm.

Distancia de carga: 355 mm. (Holgura desde centro rotación hasta cara anterior de las horquillas).

Longitud de horquillas: 1.100 mm.

Longitud de implemento de volcado de carga: 1.250 mm

Longitud de palet a transportar: 1.000 mm.

La suma del radio de giro exterior más la distancia de carga, resulta la longitud total de la máquina sin contar las horquillas, 1.895 mm. Sumándole a esta distancia la longitud del implemento de volcado de carga, se obtiene el largo total de la máquina a considerar en el giro. Añadiendo una holgura de trabajo de 350 mm aproximadamente, resulta un pasillo de **3.500 mm** de ancho.

Las pilas de palets se distribuirán en la cámara de maduración de la siguiente forma: 2 bloques, cada uno con 4 filas de 16 pilas de palets. La longitud de la cámara será la necesaria para poder albergar las filas de 16 pilas de palets. Los bloques estarán separados entre sí por un pasillo central que será lo más estrecho posible (3,5 m), pero siempre permitiendo la maniobrabilidad de la carretilla elevadora eléctrica. Esta configuración permite situar los quesos en bloques distintos, y contribuye a la fácil distinción de los mismos por lotes.

La disposición se lleva a cabo de esta forma porque el sistema de distribución de aire utilizado influye directamente sobre la forma de la cámara. De esta manera se pretende colocar 3 conductos de impulsión del aire, dos en las paredes y uno central en el techo, y 2 conductos de aspiración, uno sobre cada línea de palets en el techo.

Debido a la aceleración que sufre el aire en contacto con las paredes y el suelo (efecto de superficie), es necesaria la existencia de espacios mínimos entre los palets y las paredes, y estas distancias mínimas suelen ser de 40-60 cm. Se dejarán 52 cm entre las paredes y los palets por ser éste el largo que presentan los deflectores, que tienen una curvatura determinada y van encajados en la solera de las cámaras. El espacio entre el techo y la cumbre de los palets debe ser suficiente para colocar los conductos de impulsión y de aspiración del aire y que además, exista una distancia mínima entre estos y la cumbre de los palets. Teniendo en cuenta que la altura de los conductos de impulsión y aspiración son 0,86 m y 0,25 m, respectivamente, se ha fijado esta distancia en 0,92 m.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, las dimensiones de cada una de las cámaras son:

**Altura:** 4,782 m (altura de pila de palets) + 0,92 (espacio mínimo entre el techo y la cumbre de los palets) = **5,70 m**

**Ancho:** 6,8 m (ancho de las 8 filas de palets) + 3,50 m (pasillo central) + 1,04 m (suma de espacios mínimos entre paredes y palets) = **11,34 m**

**Longitud:** 19,20 m (largo de las 16 pilas de palets) + 2,0 (espacio mínimo para situar el armario de secado) + 1,0 m (espacio mínimo entre la pared de entrada y los palets) = **22,20 m**

**Superficie:**  $11,34 \text{ m} \times 22,20 = 251,75 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $11,34 \text{ m} \times 22,20 \text{ m} \times 5,70 \text{ m} = 1.434,96 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones, espacios muertos y disposición de palets ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta.

### 3.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado

La sala de tratamientos intermedios y acabado es la sala destinada al tratamiento superficial del queso que se realiza a lo largo del proceso de maduración. En ella también tiene lugar el acabado final para dejar el queso listo para su expedición.

Esta sala se mantiene a una temperatura de  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ , tal y como estipula la Ley de conservación y manipulación de productos alimenticios. Trabaja de modo que el tiempo de permanencia de las piezas en la misma es inferior a media hora, por lo que, al igual que en la sala de tratamiento a la salida del saladero, el tamaño de la instalación no estará directamente influenciado por el tiempo de residencia, sino que lo estará por las dimensiones de los equipos utilizados en ella. Dichos equipos están conectados entre sí por cintas transportadoras que trasladan las piezas de un equipo a otro sin necesidad de realizar esta actividad manualmente. Los equipos que alberga la sala ocupan en planta las siguientes dimensiones máximas:

- Sistema de despaletizado/paletizado: la. 4.725 mm x an. 5.515 mm x al. 2.400 mm. A esta medida hay que añadir un espacio suficiente, 4,70 m, para que la carretilla elevadora eléctrica pueda maniobrar sin problemas con los palets en su colocación y retirada de las zonas de carga y descarga del sistema de despaletizado/paletizado. La descarga de los quesos hacia la cepilladora se hace a través de una cinta transportadora de longitud 4.750 mm.
- Cepilladora: la. 1.450 mm x an. 750 mm. Está unida a la máquina aceitadora por medio de una cinta transportadora a su salida, ascendente y transversal. Teniendo en cuenta que la descarga de la cepilladora se hace a través de un camino de rodillos locos de 0,70 m de longitud, con una inclinación de  $20^\circ$  con la horizontal, cuyo final se encuentra a una altura de 0,6 m, y que la entrada a la aceitadora está a una altura de 1 m; la cinta transportadora ascendente posee una longitud de 1,75 m y una inclinación de  $15^\circ$  con la horizontal.
- Aceitadora: la. 1.409 mm x an. 1.500 mm. La cinta sobre la que se encuentra la entrada a la aceitadora mide 4,50 m de largo. Por otro lado, la salida de la aceitadora está comunicada con la zona de carga de quesos del despaletizador/paletizador por una cinta transportadora ascendente de 2.55 m de longitud. Para establecer dicha medida, se ha tenido en cuenta que la descarga de quesos de la aceitadora se hace a una altura de 1 m, que la inclinación de dicha cinta transportadora es de  $12^\circ$  y que debe alcanzar una altura de 1,5 m, que es donde se encuentra la entrada al despaletizador/paletizador.
- Etiquetadora: la. 1.600 mm x an. 900 mm. Está conectada a la línea de salida de la aceitadora por una cinta transportadora de 4.500 mm de largo en la que está incluida dicha etiquetadora de quesos.

- Línea de empaquetado, pesaje dinámico e impresión: la. 4.760 mm x an. 1.330 mm. La entrada de quesos a la empaquetadora está situada a una altura de 1,60 m y se comunica con la salida de la etiquetadora por medio de dos transportadores. Sabiendo además que la línea de la etiquetadora está a una altura de 1 m, se establecen las siguientes características de las cintas transportadoras: una cinta transportadora ascendente con inclinación 20° y 1,60 m de largo y otra cinta sin inclinación de 2 m. A la salida de la línea de empaquetado debe existir espacio suficiente, 5 m, para poder formar palets con las cajas y maniobrar con la carretilla elevadora para introducir los palets en la cámara de expedición.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se establecen las siguientes dimensiones para esta sala:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 10,60 m**

**Longitud: 16,50 m**

**Superficie:**  $10,60 \times 16,50 = 174,90 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $10,60 \times 16,50 \times 3,0 = 524,70 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones y espacios muertos ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego.

### 3.4. Cámara de expedición

La cámara de expedición es aquella en la que los quesos se almacenan hasta su venta después ser empaquetados y trasladados desde la sala de tratamientos intermedios y expedición.

Esta cámara se mantiene a 4 °C y se almacenará una cantidad de producto equivalente a 5 días de producción. La producción diaria de la planta es como máximo 6.000 quesos/día; así que el número máximo de quesos en la cámara de expedición es:

$$5 \text{ días} \cdot 6.000 \text{ quesos/día} = \mathbf{30.000 \text{ quesos}}$$

Los quesos se guardan en cajas de 2 unidades de capacidad y cuyas dimensiones son: la. 430 x an. 220 x al. 120 mm. Así, el número de cajas a almacenar en la cámara es:

$$30.000 \text{ quesos} \cdot 1 \text{ caja}/2 \text{ quesos} = \mathbf{15.000 \text{ cajas}}$$

Teniendo en cuenta la fragilidad de la mercancía a depositar, se establece que se pueden apilar 5 cajas como máximo, lo que hace necesario el uso de estanterías para el almacenaje de los palets, en lugar del sistema de almacenaje en pilas de palets.

Los palets constan de 6 cajas en la base y 5 alturas, por tanto 30 cajas por palet, por lo que el número de palets a almacenar es:

**Número de palets en cámara:**

$$15.000 \text{ cajas} \cdot 1 \text{ palet}/30 \text{ cajas} = \mathbf{500 \text{ palets}}$$

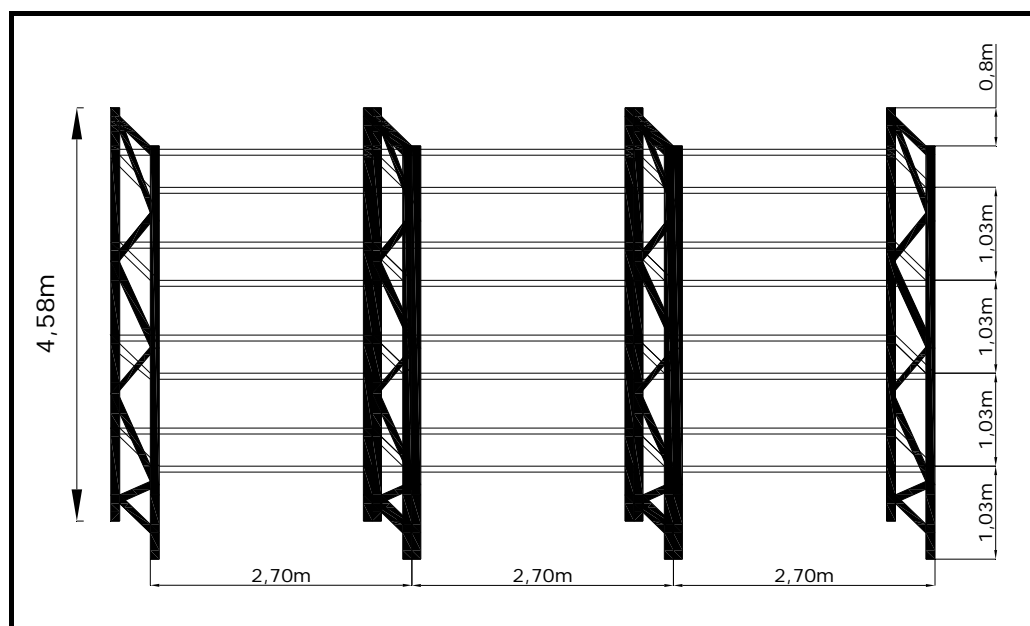
Este número de palets coincide con el número de paletas necesarias para efectuar la tarea en la cámara de expedición. A esta cantidad habrá que añadir un número de paletas de reserva para prevenir posibles roturas de las que se esté utilizando. Este hecho supone una necesidad extra de 20 paletas.

**Número de paletas:**

$$500 \text{ paletas} + 20 \text{ paletas extra} = \mathbf{520 \text{ paletas}}$$

Las estanterías destinadas a almacenar los palets poseen las siguientes dimensiones: la. 8.500 x an. 1.000 mm x al. 4.580 mm; y constan de 3 campos iguales con 5 niveles ajustables de almacenaje cada uno. Cada campo tiene una anchura de panel interior de 2.700 mm.

**Figura 6.** Detalle de la estantería de almacenaje.



Teniendo en cuenta que las dimensiones de los palets son: la. 1.000 x an. 800 mm, el número de palets que se podrá colocar en cada nivel es:

$$2.700 \text{ mm/nivel} \cdot 1 \text{ palet}/800 \text{ mm} \approx \mathbf{3 \text{ palets/nivel}}$$

**Número de palets por estantería:**

$$3 \text{ palets/nivel} \cdot 5 \text{ niveles/campo} \cdot 3 \text{ campos/estantería} = \mathbf{45 \text{ palets/estantería}}$$

### Número total de estanterías:

500 palets · 1 estantería/45 palets  $\approx$  **12 estanterías**

### Altura de palet:

120 mm/caja · 5 niveles/palet + 180 mm paleta = **780 mm**

Teniendo en cuenta que la altura de la estantería es de 4.850 mm y que consta de 5 niveles de altura ajustables, se fija la distancia entre niveles en 1.030 mm. Por tanto la altura total de la estantería incluidos los últimos palets es de 4.900 mm.

### Pasillo:

Los pasillos de esta cámara se han diseñado para facilitar la maniobrabilidad de la carretilla elevadora. Para ello se ha considerado la siguiente información de la máquina:

Radio de giro exterior: 1.540 mm.

Distancia de carga: 355 mm. (Holgura desde centro rotación hasta cara anterior de las horquillas).

Longitud de horquillas: 1.100 mm.

Longitud de palet a transportar: 1.000 mm.

La suma del radio de giro exterior más la distancia de carga, resulta la longitud total de la máquina sin contar las horquillas, 1.895 mm. Sumándole a esta distancia la longitud de las horquillas, ya que la carga a transportar no sobresale de su largo, se obtiene el largo total de la máquina en el giro. Añadiendo una holgura de trabajo de 350 mm aproximadamente, resulta un pasillo de **3.400 mm** de ancho.

### Superficie de cámara ocupada por estanterías:

12 estanterías totales · (1,0 · 8,50) m<sup>2</sup>/estantería = **102,0 m<sup>2</sup>**

La configuración de las estanterías en la cámara de expedición se realizará de la siguiente forma: 3 bloques de estanterías, cada uno de ellos con 2 filas de dos estanterías cada una.

Los bloques estarán separados entre sí por el pasillo, de 3,40 m, y se dejará la misma distancia entre paredes y estanterías.

Las dimensiones de la cámara son:

**Altura: 5,50 m**

**Ancho:** 6 m (ancho de los 3 bloques de estanterías) + 13,60 (ancho de los 4 pasillos) = **19,60 m**

**Longitud:** 17,0 m (largo de filas de estanterías) + 3,40 m (ancho de pasillo de entrada) = **20,40 m**

**Superficie:** **399,84 m<sup>2</sup>**

**Volumen:** **2.199,12 m<sup>3</sup>**



Para una idea más concreta de las dimensiones, espacios muertos y disposición de estanterías ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta.

### 3.5. Sala de lavado de cestas y paletas

La sala de lavado posee el tamaño necesario para albergar la lavadora de cestas y paletas, cuyas dimensiones son la. 7.700 x 1.500 mm, así como el número de estanterías y paletas que vayan a lavarse.

Las dimensiones serán las siguientes:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 8,0 m**

**Longitud: 10,20 m**

**Superficie:**  $8,0 \text{ m} \times 10,20 \text{ m} = 81,6 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 8,0 \text{ m} \times 10,20 \text{ m} = 244,8 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones y espacios muertos ha de consultarse el documento de Planos concerniente a la Planta de maduración de queso

### 3.6. Laboratorio de control de calidad

Se dispondrá un laboratorio de control de calidad, en el que se controlará el estado sanitario y de calidad de los productos, tanto terminados, como en fase de elaboración.

La instalación tendrá las siguientes dimensiones:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 4,0 m**

**Largo: 6,5 m**

**Superficie:**  $4,0 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} = 26,0 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} = 78,0 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración de queso.

### 3.7. Sala de control y oficina

La posibilidad de controlar más parámetros y de forma más exacta, lleva a la utilización en la planta de un microprocesador, que posibilita disponer información puntual, programar los automatismos referentes al sistema frigorífico y también al sistema de distribución de aire. Este sistema sólo requiere de un cableado eléctrico sencillo para establecer redes de comunicación entre los PCs.

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 5,5 m**

**Largo: 6,5 m**

**Superficie:**  $5,5 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} = 35,75 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 5,5 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} = 107,25 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones de la sala de control y oficina ha de consultarse el documento concerniente a los Planos del presente Proyecto Fin de Carrera.

### 3.8. Almacén

El almacén posee el tamaño necesario para albergar las cestas, tapas, paletas, y carretillas en desuso, además del material extra para las posibles roturas del que se esté utilizando en las cámaras y la materia prima, consistente en planchas de cartón troquelado para formar las cajas de empaquetado de los quesos, etiquetas para los quesos y los envases del aceite que abastece a la máquina aceitadora. El almacén tendrá las siguientes dimensiones:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 5,0 m**

**Largo: 6,5 m**

**Superficie:**  $5,0 \times 6,5 = 32,5 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $5,0 \times 6,5 \times 3,0 \text{ m} = 97,5 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

### 3.9. Aseos y vestuarios

Los aseos y vestuarios se componen de dos zonas correspondientes a aseos y vestuarios masculinos y femeninos. Cada uno debe tener la capacidad suficiente para alojar los enseres y cubrir las necesidades de higiene de los empleados.

Las dimensiones de cada instalación serán las siguientes:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 4,7 m**

**Largo: 5,6 m**

**Superficie:**  $4,7 \times 5,6 = 26,32 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $4,7 \times 5,6 \times 3,0 \text{ m} = 78,96 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

### 3.10. Salida de emergencia (Pasillo)

La salida de emergencia del pasillo de las cámaras de maduración posee un pasillo que comunica con el exterior de la planta. El pasillo evita la entrada de roedores al interior de la planta.

Las dimensiones son:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 2,5 m**

**Longitud: 4,0 m**

**Superficie:**  $2,5 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} = 10,0 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} = 30,0 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones, ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de secado y maduración de queso de oveja.

### 3.11. Salida de emergencia (Pasillo cámaras de maduración)

La salida de emergencia del pasillo facilitará la salida a todos aquellos trabajadores de la factoría que se encuentren en la sala de tratamientos intermedios y acabado, en las cámaras de maduración más cercanas o en cualquier otra parte de la planta, y que por algún motivo, no sean permitidos salir por las salidas más próximas.

Posee un pasillo que comunica con el exterior de la planta y sirve para disminuir las pérdidas de calor, además de evitar la entrada de roedores a la zona de producción.

Las dimensiones son:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 2,5 m**

**Longitud: 3,0 m**

**Superficie:**  $2,5 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 7,5 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 22,5 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones, ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración de queso de oveja tipo manchego.

### 3.12. Sala de máquinas

Debido a que los compresores y las baterías quedan ubicados en el interior de los armarios situados en las cámaras de maduración, la sala de máquinas alojará los condensadores y demás equipamientos necesarios para la producción centralizada de frío.

Las dimensiones serán las siguientes:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 3,0 m**

**Longitud: 4,85 m**

**Superficie:**  $3,0 \text{ m} \times 4,85 \text{ m} = 14,55 \text{ m}^2$

**Volumen:**  $3,0 \text{ m} \times 4,85 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 43,65 \text{ m}^3$

Para una idea más concreta de las dimensiones ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

### 3.13. Pasillos

Los pasillos de las zonas de cámaras y salas de trabajo han sido diseñados para permitir la maniobrabilidad de la carretilla elevadora eléctrica, con lo que el manejo de la mercancía sea sencillo y se permita una fácil entrada y salida de la misma en las salas. Para ello es necesario considerar las siguientes especificaciones de la máquina:

Radio de giro exterior: 1.540 mm.

Distancia de carga: 355 mm. (Holgura desde centro rotación hasta cara anterior de las horquillas).

Longitud de horquillas: 1.100 mm.

Longitud implemento de volcado de carga: 1.250 mm.

Longitud de palet a transportar: 1.200 mm.

La suma del radio de giro exterior, 1.540 mm, más la distancia de carga, es decir la holgura desde el centro de rotación hasta la cara anterior de las horquillas, 355 mm, resulta la longitud total de la máquina sin contar las horquillas, 1.895 mm. Sumándole a esta distancia la longitud máxima de la carga que transporta la carretilla, que es 1.250 mm, ya que no se trabajará con cargas que sobresalgan del largo total del implemento, se obtiene el largo total de la máquina a considerar en el giro. Añadiendo una holgura de trabajo de **500 mm** aproximadamente, se obtiene un ancho de pasillo de **3.700 mm**, que será el mínimo para trabajar con esta carretilla elevadora eléctrica.

Por otro lado este pasillo es lo suficientemente ancho para permitir la fácil salida de los operarios en caso de evacuación.

### 3.14. Muelle de carga

El muelle de carga es una zona de paso, donde la carretilla, cargada con los palets de cajas de quesos listos son cargados en los camiones para su venta. Así, las dimensiones serán las siguientes:

**Altura: 3,0 m**

**Ancho: 5,1 m**

**Longitud: 10,6 m**

**Superficie: 5,1 m x 10,6 m = 54,06 m<sup>2</sup>**

**Volumen: 5,1 m x 10,6 m x 3,0 m = 162,18 m<sup>3</sup>**

Para una idea más concreta de las dimensiones ha de consultarse el documento concerniente a los Planos de la Planta de maduración.

## 4. CÁLCULO DE ESPESORES DE AISLANTE

### 4.1. Material aislante

El aislamiento tiene por objeto reducir en lo posible las pérdidas de frío a través de paredes, techos, suelos, puertas y otros elementos. Se trata de hacer la cámara lo más adiabática posible, y así poder mantener las condiciones interiores con independencia del exterior. Además, se pretende proporcionar ahorro energético con un espesor económico óptimo.

Para llevar a cabo la elección del material aislante, se ha realizado un estudio comparativo de materiales en base a sus propiedades térmicas:

**Tabla 1.** Conductividad térmica y densidad de materiales aislantes.

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad (kcal/h·m·°C)
Poliestireno expandido	10 - 12	0,040
	12 - 15	0,038
	15 - 20	0,033
	20 - 25	0,030
	25 - 40	0,028
Poliestireno extruido	25 - 30	0,029
	30 - 50	0,023
Poliuretano	28 - 32	0,022
	32 - 40	0,020
	40 - 80	0,020
Espumas fenólicas	27 - 30	0,033
	30 - 50	0,032
	50 -150	0,030
Corcho	90 -110	0,037
	110 - 150	0,030
Fibra de vidrio	13 - 20	0,041
	20 - 50	0,032
	50 - 100	0,031
Vidrio celular	100 - 140	0,049
	140 - 200	0,050

Fuente: Ingenierías de las instalaciones térmicas agroindustriales. 1.998.

Se empleará como material aislante en todas aquellas salas refrigeradas la **espuma de poliuretano**. Además de la óptima conductividad térmica (presenta la menor), otros factores considerados como su facilidad de aplicación y bajo coste han sido determinantes para la elección de este aislante.

Las características técnicas de la espuma de poliuretano son:

- Densidad: 40 kg/m<sup>3</sup>.
- Coeficiente de conductividad térmica: 0,020 kcal/h·m·°C.

- Comportamiento ante el fuego: clase M1 (combustible, pero no inflamable) según UNE 23 727 y UNE 92 120, con lo que la combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor desde un foco exterior.
- Autoextinguible, no gotea.
- Propiedades mecánicas: resistentes a la flexión y a la compresión.
- Alta resistencia química.
- Se puede cortar, taladrar, pegar, clavar, etc.

En paredes y techos se instalarán paneles tipo sándwich, donde la espuma de poliuretano permanece encerrada entre dos chapas de acero galvanizado y lacado de 0,5 mm de espesor.

Estos paneles son autoensamblantes, autorresistentes, de fácil limpieza y las chapas metálicas hacen de barrera antivapor.

## 4.2. Criterios de cálculo

Para el cálculo de los distintos espesores se limitará el flujo máximo de calor a un valor de 8 kcal/h·m<sup>2</sup> por tratarse de cámaras de refrigeración.

Sabiendo que:

$$Q = U \cdot \Delta T$$

Donde:

**Q**: flujo de calor (kcal/h·m<sup>2</sup>).

**U**: coeficiente global de transferencia de calor (kcal/h·m<sup>2</sup>·°C).

**ΔT**: salto térmico entre ambos lados de la superficie (°C).

Teniendo en cuenta que:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

Siendo:

**α<sub>e</sub>**: coeficiente de convección aire-superficie exterior (kcal/h·m<sup>2</sup>·°C).

**α<sub>i</sub>**: coeficiente de convección aire-superficie interior (kcal/h·m<sup>2</sup>·°C).

**δ<sub>i</sub>**: espesor de cada una de las capas de cerramiento (m).

**λ<sub>i</sub>**: conductividad de cada uno de los materiales del cerramiento (kcal/h·m<sup>2</sup>·°C).

Los coeficientes de convección dependerán de la velocidad del aire y del sentido del flujo térmico. Los valores utilizados se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Coeficientes de convección.

SUPERFICIE	$\alpha$ (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)
Cerramiento exterior	20
Interior refrigerado	8
Interior no refrigerado	12

El salto térmico a considerar en cualquier superficie es:

$$\Delta T = T_{ec} - T_i$$

Siendo:

$T_{ec}$ : temperatura exterior de cálculo (°C).

$T_i$ : temperatura interior (°C).

Para poder determinar  $T_{ec}$  será necesario conocer la temperatura exterior ( $T_e$ ), la cual se verá afectada por la influencia del sol y por tanto dependerá de la orientación de la pared considerada. Estos incrementos se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Incrementos producidos según la orientación de paredes y techo.

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo
<b>Colores claros</b>	Sombra	1 °C	2,5 °C	2,5 °C	5 °C
<b>Colores medios</b>		2,5 °C	3,5 °C	3,5 °C	8,5 °C
<b>Colores oscuros</b>		3 °C	4,5 °C	4,5 °C	11 °C

Fuente: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineering. ASHRAE Handbook.

El color de las paredes exteriores será claro, mientras que los materiales utilizados para los tejados presentarán coloraciones medias.

Según la tabla anterior, la disposición óptima de la planta será aquella en la que las salas frías estén en contacto con el exterior por su pared norte, ya que el sol no ejerce ningún efecto significativo por estar situada a la sombra.

Cuando una misma pared colinde con dos zonas a distinta temperatura, se tomará la temperatura exterior que sea más desfavorable, de manera que si en una misma pared hubiese una cámara refrigerada y otra sin refrigerar, la temperatura de cálculo será 20 °C. Asimismo, en las paredes que limiten con áreas no refrigeradas se tomará un valor de la temperatura exterior de cálculo de 20 °C, al igual que en el suelo.



### 4.3. Zonas aisladas

#### 4.3.1. Solera

La solera puede presentar una configuración más o menos compleja, dependiendo de las condiciones que existan en cada una de las salas:

A) Zonas con temperatura inferior a 18 °C.

Esta zona necesitará aislante y barrera antivapor. La solera estará compuesta por:

- Capa de zahorra (arena y grava) extendida y compactada sobre el terreno limpio y compacto.
- Losa de hormigón.
- Dos láminas bituminosas con juntas soldadas en caliente, que actúan como barrera antivapor, protegiendo al aislante.
- Planchas de espuma de poliuretano, que sirven de aislante.

En la siguiente tabla se recogen las características de los distintos materiales que componen la solera.

**Tabla 4.** Espesores y conductividades térmicas de los materiales que constituyen la solera.

	$\delta$ (cm)	$\lambda$ (kcal/m·h·°C)
<b>Losa de hormigón</b>	20	1,1
<b>Capa de zahorra</b>	20	1,5
<b>Lámina bituminosa</b>	2·0,1	0,15
<b>Espuma de poliuretano</b>	$\delta$	0,02

La fórmula de cálculo del espesor de aislante será:

$$\delta = 0,02 \cdot \left[ \frac{\Delta T}{8} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_i} \right]$$

B) Temperatura igual o mayor a 18 °C.

La solera estará compuesta por los mismos materiales, pero sin el aislante ni la lámina bituminosa antivapor. Se conservarán los mismos espesores.

### 4.3.2. Paredes

Los materiales empleados en la construcción de las paredes de las salas refrigeradas ( $T < 20\text{ °C}$ ) serán espuma de poliuretano y ladrillo, recogiendo sus características en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Espesores y conductividades térmicas de los materiales que constituyen las paredes.

	$\delta$ (cm)	$\lambda$ (kcal/m·h·°C)
<b>Espuma de poliuretano</b>	$\delta$	0,02
<b>Ladrillo</b>	25	0,52

Las paredes de las zonas no refrigeradas estarán exentas de espuma de poliuretano, presentando tan solo los 25 cm correspondientes a ladrillo.

La siguiente tabla muestra las temperaturas exteriores de cálculo ( $T_{ec}$ ) para paredes de colores claros que estén en contacto con el ambiente externo.

**Tabla 6.** Temperaturas exteriores de cálculo para paredes de cerramiento exterior.

	Orientación	$T_e$	$\Delta T_{sol}$	$T_{ec}$
<b>Maduración</b>	Norte	30,4 °C	-	30,4 °C
	Sur		1 °C	31,4 °C
	Este		2,5 °C	32,9 °C
<b>Expedición</b>	Norte	30,4 °C	-	30,4 °C
	Oeste		2,5 °C	32,9 °C

Datos de  $T_e$  facilitados por: Instituto Nacional de Meteorología con sede en el Observatorio de Valladolid.

La expresión utilizada para el cálculo del espesor de la espuma de poliuretano es:

$$\delta = 0,02 \cdot \left[ \frac{\Delta T}{8} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e} \right]$$

### 4.3.3. Techo

En la siguiente tabla se recogen las características de los distintos materiales utilizados en la construcción del techo de las salas refrigeradas.

**Tabla 7.** Espesores y conductividades térmicas de los materiales que componen el techo.

	$\delta$ (cm)	$\lambda$ (kcal/m·h·°C)
<b>Espuma de poliuretano</b>	$\delta$	0,02
<b>Bovedillas hormigón</b>	20	3,8
<b>Hormigón</b>	15	1,1

Las paredes de las zonas no refrigeradas estarán exentas de espuma de poliuretano y conservarán los espesores de los restantes materiales.

Los techos presentarán configuración de “a dos aguas” para así evitar que toda la superficie esté a pleno sol al mismo tiempo.

La temperatura exterior de cálculo ( $T_{ec}$ ) de un techo de tonalidad media se obtiene a partir de la temperatura más desfavorable durante el periodo de funcionamiento de una determinada cámara ( $T_e$ ).

**Tabla 8.** Temperaturas exteriores de cálculo para techos de tonalidad media.

	$T_e$	$\Delta T_{sol}$	$T_{ec}$	H.R. mín-máx (%)
<b>Tratamiento salida saladero</b>	30,4 °C	8,5 °C	38,9 °C	47-84
<b>Maduración</b>				
<b>Tratamientos intermedios y acabado</b>				
<b>Expedición</b>				

Datos de  $T_e$  y H. R. facilitados por: Instituto Nacional de Meteorología con sede en el Observatorio de Valladolid.

La forma de cálculo del espesor de aislante es la siguiente:

$$\delta = 0,02 \cdot \left[ \frac{\Delta T}{8} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e} \right]$$

## 4.4. Cálculo de espesores para salas refrigeradas

### 4.4.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero

$$T_i = 12 \text{ °C} < 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_i = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

#### Pared Norte

Esta pared colinda con 4 zonas:

- Pasillo.
- Almacén.
- Laboratorio de control de calidad.
- Sala de control y oficina.

Estas cuatro zonas son no refrigeradas, por lo que se considera que:  $T_{ec} = 20 \text{ °C}$ ,  $\alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 4 mm.

#### Pared Sur

La sala de tratamiento a la salida del saladero limita con la sala de prensado de quesos de la fábrica por su pared sur. En principio, al estar la sala de prensado a la misma temperatura (12 °C), no existe necesidad de aislamiento.

#### Pared Este

Esta pared colinda con dos zonas:

- Sala de saladero:  $T_{ec} = 12 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . En principio, al estar a la sala de salida del saladero a la misma temperatura no existe necesidad de aislamiento.
- Cámara de maduración nº 4: Esta cámara frigorífica no estará activa durante el período que transcurre desde que se queda vacía hasta que se comienza a llenar de nuevo. Debido a esto, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son las siguientes:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . El espesor de cálculo es 14 mm.

En resumen, el espesor de esta pared será el mayor de los dos obtenidos, es decir, 14 mm.

#### Pared Oeste

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (pared que limita con la sala de lavado de cestas y paletas, que no está refrigerada)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 4 mm.

#### Techo

$$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 30 mm.

#### Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ °C}$$

El espesor de cálculo es 6 mm.

**Tabla 9.** Resumen de espesores de aislante (mm).

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	4	0	0	4	30	6
<b>Comercial</b>	15	0	0	15	30	15

#### **4.4.2. Cámaras de maduración**

Dependiendo de la fase en la que se encuentren los quesos dentro de la cámara de maduración: secado, maduración o conservación; la temperatura interior disminuye desde 12 °C a 4 °C. Durante la fase de secado, la temperatura interior pasa gradualmente de 12 °C a 8 °C. En la fase de maduración la temperatura cambia de 8 °C a 6 °C y durante la fase de conservación de los quesos, la temperatura varía de 6 °C a 4 °C. De este modo, se dispondrá del aislante necesario para la fase más fría, que corresponde a la fase de conservación de los quesos.

$$T_i = 4 \text{ °C} < 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_i = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

En el caso de las cámaras de maduración se distinguen las cámaras que tienen su pared norte colindante con el ambiente exterior (cámaras números 5, 6, 7 y 8) y las cámaras con su pared norte colindante con el pasillo (cámaras números 1, 2, 3 y 4).

❖ Cámara n° 1

Pared Norte

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (pared que limita con el pasillo, que es una zona no refrigerada)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 31,4 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 28 mm.

Pared Este

$T_{ec} = 32,9 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 30 mm.

Pared Oeste

Esta pared es contigua a la cámara de maduración n° 2, que no estará activa durante el período que transcurre desde que se queda vacía hasta que se comienza a llenar de nuevo. Debido a esto, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son las siguientes:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

Tabla 10. Resumen de espesores de aislante (mm).

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
Calculado	14	28	30	14	40	16
Comercial	15	30	30	15	50	30

❖ Cámara n° 2Pared Norte

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (colinda con el pasillo)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 31,4 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 28 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 1. Esta cámara frigorífica no estará activa durante el período que transcurre desde que se queda vacía hasta que se comienza a llenar de nuevo. Debido a esto, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son las siguientes:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Oeste

Limita con la cámara de maduración n° 3 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 11. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	14	28	14	14	40	16
<b>Comercial</b>	15	30	15	15	50	30

❖ **Cámara n° 3**

Pared Norte

$$T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (colinda con el pasillo, que no está refrigerado)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Sur

$$T_{ec} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (limita con la sala de saladero)} \Rightarrow \alpha_e = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$$

El espesor de cálculo es 3 mm.

En principio se ha considerado que la longitud de la sala de saladero ocupa toda la longitud de la cámara n° 2. Si no fuera así habría que plantear un espesor de aislante mayor, ya que la pared limitaría con el ambiente exterior ( $T_{ec} = 31,4 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ ), por lo que el espesor de aislante calculado en este caso sería de 28 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 2. Esta cámara frigorífica no estará activa durante el período que transcurre desde que se queda vacía hasta que se comienza a llenar de nuevo. Debido a esto, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son las siguientes:  $T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.



Pared Oeste

Limita con la cámara de maduración n° 4 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20\text{ °C}$   
 $\Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$T_{ec} = 20\text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 12. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	14	3	14	14	40	16
<b>Comercial</b>	15	15*	15	15	50	30

\* Dependiente de la longitud de la sala de saladero.

❖ Cámara n° 4Pared Norte

$T_{ec} = 20\text{ °C}$  (pared adyacente al pasillo, que es una zona no refrigerada)  $\Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 12\text{ °C}$  (colinda con la sala de saladero)  $\Rightarrow \alpha_e = 8\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 3 mm.

### Pared Este

Esta pared es contigua a la cámara de maduración n° 3 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

### Pared Oeste

Esta pared limita con dos zonas:

- Pasillo:  $T_{ec} = 20\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . El espesor de cálculo será de 14 mm.
- Sala de tratamiento a la salida del saladero:  $T_{ec} = 12\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 8\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . El espesor de cálculo es 3 mm.

En resumen, el espesor de esta pared será el mayor de los dos obtenidos, es decir, 14 mm.

### Techo

$T_{ec} = 38,9\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

### Suelo

$T_{ec} = 20\text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 13. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
Calculado	14	3	14	14	40	16
Comercial	15	15	15	15	50	30

❖ Cámara n° 5Pared Norte

$T_{ec} = 30,4 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 27 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (contigua al pasillo)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Este

$T_{ec} = 32,9 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 30 mm.

Pared Oeste

Limita con la cámara de maduración n° 6 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20 \text{ °C}$   $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9 \text{ °C}$   $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 14. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	27	14	30	14	40	16
<b>Comercial</b>	30	15	30	15	50	30

❖ Cámara n° 6

Pared Norte

$T_{ec} = 30,4 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 27 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (limita con el pasillo)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 5 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Oeste

Colinda con la cámara de maduración n° 7 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, que no esté en funcionamiento, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

Tabla 15. Resumen de espesores de aislante (mm).

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	27	14	14	14	40	16
<b>Comercial</b>	30	15	15	15	50	30

❖ Cámara n° 6Pared Norte

$T_{ec} = 30,4 \text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 27 mm.

Pared Sur

$T_{ec} = 20 \text{ °C}$  (limita con el pasillo)  $\Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 5 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Oeste

Colinda con la cámara de maduración n° 7 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, que no esté en funcionamiento, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 16. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	27	14	14	14	40	16
<b>Comercial</b>	30	15	15	15	50	30

❖ Cámara n° 7

Pared Norte

$$T_{ec} = 30,4 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (cerramiento exterior)} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$$

El espesor de cálculo es 27 mm.

Pared Sur

$$T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (limita con el pasillo)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 6 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, cuando esta cámara no esté funcionando:  
 $T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Oeste

Colinda con la cámara de maduración n° 8 y considerando las condiciones más desfavorables, es decir, que no esté en funcionamiento, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son:  $T_{ec} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}.$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ °C}$$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 17. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
Calculado	27	14	14	14	40	16
Comercial	30	15	15	15	50	30

❖ Cámara n° 8Pared Norte

$$T_{ec} = 30,4 \text{ °C (cerramiento exterior)} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 27 mm.

Pared Sur

$$T_{ec} = 20 \text{ °C (contigua al pasillo, que se trata de una zona no refrigerada)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Este

Pared que limita con la cámara de maduración n° 7. Esta cámara frigorífica no estará activa durante el período que transcurre desde que se queda vacía hasta que se comienza a llenar de nuevo. Debido a esto, las condiciones de temperatura y coeficiente de convección son las siguientes:  $T_{ec} = 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

Pared Oeste

$$T_{ec} = 20 \text{ °C (pared que limita con el pasillo)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 14 mm.

Techo

$$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 40 mm.

Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ °C}$$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 18. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	27	14	14	14	40	16
<b>Comercial</b>	30	15	15	15	50	30

**4.4.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado**

$$T_i = 12 \text{ °C} < 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_i = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

Pared Norte

Al estar la cámara de expedición a menor temperatura (4 °C), el espesor de aislante vendrá regido por las necesidades de dicha cámara.

Pared Sur

$$T_{ec} = 20 \text{ °C (colinda con el pasillo)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}.$$

El espesor de cálculo es 4 mm.



Pared Este

$$T_{ec} = 20 \text{ °C (colinda con el pasillo)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

El espesor de cálculo es 4 mm.

Pared Oeste

$$T_{ec} = 20 \text{ °C (adyacente al muelle de carga, que no está refrigerado)} \Rightarrow \alpha_e = 12 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

El espesor de cálculo es 4 mm.

Techo

$$T_{ec} = 38,9 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

El espesor de cálculo es 30 mm.

Suelo

$$T_{ec} = 20 \text{ °C}$$

El espesor de cálculo es 6 mm.

**Tabla 19. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
<b>Calculado</b>	0	4	4	4	30	6
<b>Comercial</b>	0*	15	15	15	30	15

\* Dependiente de las condiciones de la cámara de expedición.

#### 4.4.4. Cámara de expedición

$$T_i = 4 \text{ °C} < 20 \text{ °C} \Rightarrow \alpha_i = 8 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

Pared Norte

$$T_{ec} = 30,4 \text{ °C (cerramiento exterior)} \Rightarrow \alpha_e = 20 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$$

El espesor de cálculo es 27 mm.

### Pared Sur

Esta pared es adyacente a dos zonas:

- Sala de tratamientos intermedios y acabado:  $T_{ec} = 12\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 8\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . El espesor de cálculo es 3 mm.
- Muelle de carga:  $T_{ec} = 20\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ . El espesor de cálculo es 14 mm

En resumen, el espesor de cálculo es el mayor de los dos obtenidos, es decir, 14 mm.

### Pared Este

$T_{ec} = 20\text{ °C}$  (colinda con el pasillo)  $\Rightarrow \alpha_e = 12\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 14 mm.

### Pared Oeste

$T_{ec} = 32,9\text{ °C}$  (cerramiento exterior)  $\Rightarrow \alpha_e = 20\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 30 mm.

### Techo

$T_{ec} = 38,9\text{ °C} \Rightarrow \alpha_e = 20\text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot\text{°C}$ .

El espesor de cálculo es 40 mm.

### Suelo

$T_{ec} = 20\text{ °C}$

El espesor de cálculo es 16 mm.

**Tabla 20. Resumen de espesores de aislante (mm).**

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
Calculado	27	14	14	30	40	16
Comercial	30	15	15	30	50	30

#### 4.5. Resumen de espesores comerciales utilizados en cada sala (mm)

Tabla 21.

	Norte	Sur	Este	Oeste	Techo	Suelo
Tratamiento salida saladero	15	0	15	15	30	15
Cámara n° 1	15	30	30	15	50	30
Cámara n° 2	15	30	15	15	50	30
Cámara n° 3	15	15*	15	15	50	30
Cámara n° 4	15	15	15	15	50	30
Cámara n° 5	30	15	30	15	50	30
Cámara n° 6	30	15	15	15	50	30
Cámara n° 7	30	15	15	15	50	30
Cámara n° 8	30	15	15	15	50	30
Tratamientos intermedios y acabado	15	15	15	15	30	15
Expedición	30	15	15	30	50	30

\* Resultado provisional, dependiente de la longitud de la zona de saladero.

#### 4.6. Resumen de las superficies de aislante necesarias

Tabla 22.

	Sin aislante	15 mm	30 mm	50 mm
Tratamiento salida saladero	25,5 m <sup>2</sup>	141,5 m <sup>2</sup>	68m <sup>2</sup>	-
Cámara maduración n° 1	-	191,5 m <sup>2</sup>	443 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 2	-	318 m <sup>2</sup>	316,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 3	-	382,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 4	-	382,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 5	-	192 m <sup>2</sup>	443 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 6	-	318 m <sup>2</sup>	316,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 7	-	318 m <sup>2</sup>	316,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Cámara maduración n° 8	-	318 m <sup>2</sup>	316,5 m <sup>2</sup>	252 m <sup>2</sup>
Tratamientos intermedios y acabado	-	337,5 m <sup>2</sup>	175 m <sup>2</sup>	-
Cámara de expedición	-	220 m <sup>2</sup>	620 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>25,5 m<sup>2</sup></b>	<b>3.119,5 m<sup>2</sup></b>	<b>3.519 m<sup>2</sup></b>	<b>2.416 m<sup>2</sup></b>

Cabe destacar que estos resultados son provisionales, dependientes de las zonas de saladero y prensado.

Las dimensiones de las puertas y ventanas existentes en cada una de las salas anteriores están explícitas en el documento de Planos del presente Proyecto Fin de Carrera.

A la hora del cálculo de la cantidad de superficies aislantes de distintos espesores se ha tenido en cuenta la existencia de paredes aisladas que separan salas diferentes.

## 5. POTENCIA FRIGORÍFICA DE LA INSTALACIÓN DE FRÍO

### 5.1. Criterios de cálculo

En cada cámara frigorífica se calcularán las siguientes necesidades:

#### 1) Enfriamiento de la mercancía

Se calcula como:

$$Q_1 = m \cdot C_p \cdot (T_e - T_s) / t$$

Siendo:

- m**: masa de producto a enfriar (kg).
- C<sub>p</sub>**: calor específico medio del queso (kcal/kg·°C).
- T<sub>e</sub>**: temperatura del producto al entrar en la cámara (°C).
- T<sub>s</sub>**: temperatura del producto al salir de la cámara (°C).
- t**: tiempo requerido para el enfriamiento del producto (días).

Al operar la Planta de maduración a temperaturas superiores al punto de congelación en todas y cada una de las salas, el valor del calor específico para el queso es de 0,64 kcal/kg·°C. En caso de que se hubiese operado con temperaturas de congelación, el calor específico sería 0,35 kcal/kg·°C.

Hay que considerar que, en el caso de la cámara de expedición, los quesos se encuentran empaquetados, por lo que también debe contabilizarse el frío empleado en reducir la temperatura del embalaje. Este valor puede calcularse incrementando el valor de la masa diaria de producto en un 15 %.

#### 2) Pérdidas a través de cerramientos

En general se cumple:

$$Q_2 = q \cdot S$$

Siendo:

- q**: flujo de calor por unidad de superficie (kcal/h·m<sup>2</sup>).
- S**: superficie del cerramiento (m<sup>2</sup>).

### 3) Renovación del aire

En el recinto refrigerado debe existir ventilación suficiente para sustituir el aire viciado por aire fresco.

La ventilación se realiza de forma natural y aprovechando la entrada y salida de personas y género.

En el caso de las cámaras de maduración, la ventilación se realizará diariamente con ayuda de los ventiladores destinados a tal efecto con el funcionamiento del sistema de distribución de aire, pero con parada del sistema del equipo de frío.

Las condiciones más desfavorables, en situación de renovación de aire, son aproximadamente, 20 °C y 70 % de humedad.

Según la siguiente tabla, el número de renovaciones varía entre 1 y 13 veces el volumen total de la cámara cada día.

**Tabla 23.** Renovaciones necesarias en función del volumen del local y de su temperatura

Volumen de la cámara (m <sup>3</sup> )	N° de renovaciones (cambios/día)	
	T < 0 °C	T > 0 °C
50	10,0	13,0
60	9,0	12,0
80	7,7	10,0
100	6,8	9,0
150	5,4	7,0
200	4,6	6,0
250	4,1	5,3
300	3,7	4,8
400	3,1	4,1
500	2,8	3,6
600	2,5	3,2
800	2,1	2,8
1.000	1,9	2,4
1.500	1,5	2,0
2.000	1,0	1,6
2.500	1,1	1,4
3.000	1,0	1,3

Fuente: Cámaras frigoríficas. 1.996.

El término  $Q_3$  corresponde a la carga térmica debida a las renovaciones de aire causadas por pérdidas debidas a infiltraciones, las cuales son función del volumen de la cámara y del número de veces que se abren las puertas, así como de la temperatura del recinto frigorífico.

Para el cálculo de este tipo de pérdidas se recurre a la siguiente expresión:

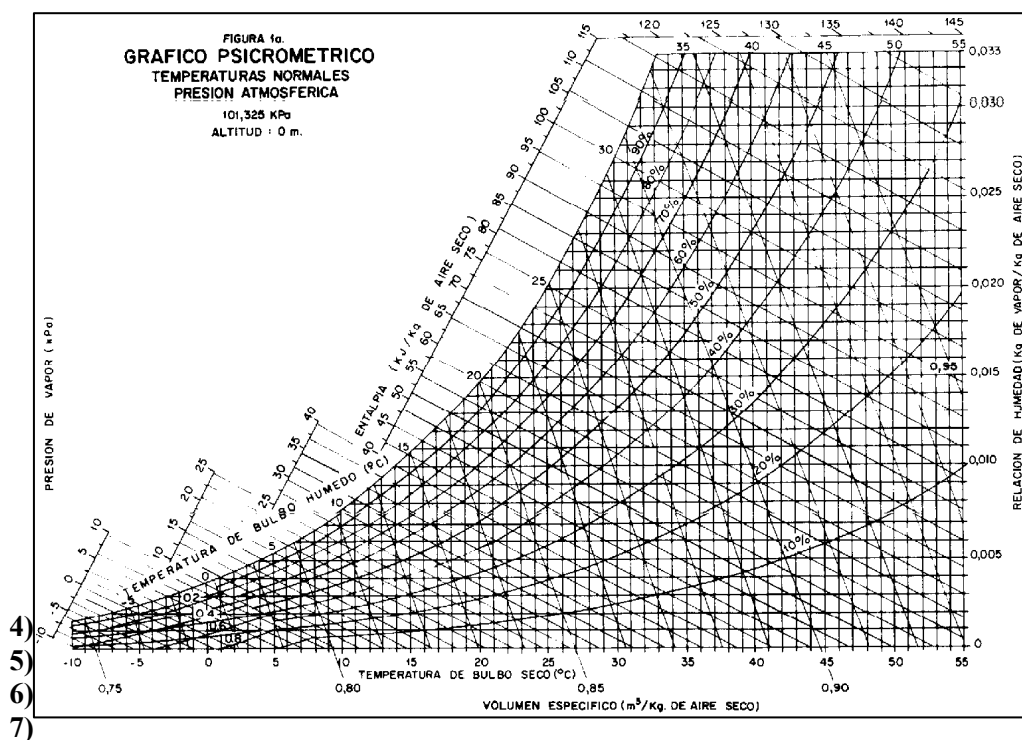
$$Q_3 = n \cdot V \cdot \rho \cdot (h_e - h_i)$$

Siendo:

- n: número de renovaciones por día.
- V: volumen de la cámara (m<sup>3</sup>).
- ρ: densidad del aire en condiciones intermedias (kg/m<sup>3</sup>).
- h<sub>e</sub>: entalpía del aire exterior (kcal/kg).
- h<sub>i</sub>: entalpía del aire interior (kcal/kg).

Para llevar a cabo el cálculo de entalpías y de densidades se hace imprescindible el uso de un diagrama psicrométrico.

Figura 7. Diagrama psicrométrico.



#### 4) Carga térmica debida a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que la carga térmica de los ventiladores representa un 10 % de las necesidades de frío que se han calculado hasta el momento.

$$Q_4 = 0,1 \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

A la hora de iluminar una cámara o sala hay que elegir, básicamente, entre lámparas incandescentes y lámparas fluorescentes. Estableciendo una comparación entre los dos tipos, se decidirá cuál de ellas utilizar en cada uno de los casos.

**Tabla 24.** Características de los tipos de luz utilizados.

	<b>Fluorescente</b>	<b>Incandescente</b>
<b>Flujo luminoso</b>	40 W / 2.300 lúmenes	40 W / 430 lúmenes
<b>Vida</b>	10.000 horas	750 horas
<b>Color</b>	“Blanco”	Amarillo
<b>Calor generado</b>	Fluorescente + Reactancia (130 %)	Lámpara (100 %)
<b>Funcionamiento intermitente</b>	No deseable	Admisible
<b>Precio</b>	Medio	Bajo

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, las lámparas incandescentes se utilizarán en todas aquellas dependencias utilizadas como almacenes debido a los siguientes motivos:

- Por ser zonas en las que no se realizan importantes volúmenes de trabajo, no se requiere excesivo flujo de luz.
- El uso de la luz será intermitente porque se procederá al encendido/apagado de la sala cada vez que el trabajador entre o salga de la misma.
- Debido a que la mayor parte del tiempo estas luces estarán apagadas, la vida no es un factor de gran importancia.
- Se necesitará un gran número de lámparas de este tipo por ser amplia la superficie de zona de almacén en la planta, de ahí que el bajo precio juegue un papel importante.

La iluminación fluorescente será adecuada para zonas en las que el volumen de trabajo sea constante, ya que:

- Un importante flujo de luz y una adecuada tonalidad es esencial para el buen hacer de las tareas.
- La vida de la lámpara es un factor determinante porque deberán permanecer encendidas un elevado número de horas.
- A pesar de que el precio de las lámparas fluorescentes es superior al de las incandescentes, su compra queda rápidamente amortizada gracias a su menor consumo energético.



Para el caso concreto de los pasillos de las cámaras de maduración de las piezas se requerirá la misma intensidad luminosa que para una zona de trabajo constante por ser el manejo de mercancía con carretillas un trabajo que así lo requiere.

Se establecen dos niveles estandarizados de iluminación para llevar a cabo el cálculo de las pérdidas por alumbrado.

**Tabla 25.** Niveles de iluminación estandarizados.

	Zonas de almacén (150 lúmenes/m <sup>2</sup> )	Zonas de trabajo (340 lúmenes/m <sup>2</sup> )
Fluorescente	-	6 W/m <sup>2</sup>
Incandescente	14 W/m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup> *

\*Corresponde a los pasillos de las cámaras de maduración y expedición.

Así, se tiene que:

$$Q_5 = 0,86 \cdot [ (f \cdot S_{alm} \cdot N_{alm} \cdot t) + (f' \cdot S_{trab} \cdot N_{trab} \cdot t') ]$$

Siendo:

**0,86:** factor de conversión de W a kcal.

**f y f':** factores que consideran o no el uso de fluorescentes (equivalen a 1,3 en caso afirmativo y 1 en el resto).

**S<sub>alm</sub> y S<sub>trab</sub>:** superficies dedicadas a almacén y a trabajo, respectivamente (m<sup>2</sup>).

**N<sub>alm</sub> y N<sub>trab</sub>:** nivel de iluminación estandarizado (W/m<sup>2</sup>).

**t y t':** tiempo que permanecen encendidas las luces en zonas de almacén y trabajo, respectivamente (h).

## 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

El personal que almacena o manipula productos en una cámara fría aporta calor, tanto más cuanto más intenso sea el trabajo. Este calor también varía en función de las características de cada individuo y de la temperatura de la cámara en que se encuentre.

**Tabla 26.** Equivalente calorífico por persona dependiente de la temperatura del local.

T cámara (°C)	Equivalente calorífico por persona (W)
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390

Los datos recogidos en la tabla anterior se pueden resumir en la siguiente expresión:

$$Q = 270 - (6 \cdot T_{\text{cámara}})$$

La expresión para el cálculo debido al calor aportado por las personas es la siguiente:

$$Q_6 = 0,86 \cdot n \cdot Q \cdot t$$

Siendo:

**0,86:** factor de conversión de W a kcal.

**n:** número de personas.

**Q:** calor emitido por persona y hora (W).

**t:** tiempo de permanencia (h).

## 7) Necesidades totales

Se aumentará en un 10 % las necesidades calculadas hasta ahora para establecer un margen de seguridad.

Las pérdidas totales se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$Q_T = 1,10 \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calculará dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se supondrá en 20 horas diarias para que durante las 4 horas restantes se lleve a cabo el desescarche, el cual tendrá lugar por la noche, que es cuando no hay personal trabajando en la planta.

## 5.2. Cálculo de la potencia frigorífica de las salas refrigeradas

### 5.2.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero

$$T_i = 12\text{ °C}$$

#### 1) Necesidades por enfriamiento del producto

Los quesos salados proceden de la sala contigua a la sala de tratamiento a la salida del saladero y son recibidos a una temperatura igual o inferior a 12 °C, por tanto, a una temperatura similar o inferior a la de la sala de tratamiento a la salida del saladero, ya que de lo contrario se rompe la cadena de frío.

#### 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 27.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,695	8	5,56	25,5	141,8
<b>Sur</b>	1,374	0	0	25,5	0
<b>Este</b>	0,695	8	5,56	24	133,4
<b>Oeste</b>	0,695	8	5,56	24	133,4
<b>Techo</b>	0,536	26,9	14,42	68	980,6
<b>Suelo</b>	0,831	8	6,65	68	452,2

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 1.841,4 \text{ kcal/h} = 44.193,6 \text{ kcal/día}$$

#### 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la sala de tratamiento a la salida del saladero son 12 °C y 70 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 %.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 6,7 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/kg}$$

$$\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 204 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 6$$

$$Q_3 = 6.421,1 \text{ kcal/día}$$

4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 5.061,5 \text{ kcal/día}$$

5) Pérdidas por alumbrado

La sala de tratamiento a la salida del saladero se considera zona de trabajo, por lo que se emplearán luminarias fluorescentes.

$$f^r = 1,3$$

$$S_{\text{trab}} = 68 \text{ m}^2$$

$$N_{\text{trab}} = 6 \text{ W/m}^2$$

$$t^r = \text{máximo de 8 horas}$$

$$Q_5 = 3.649,1 \text{ kcal/día}$$

6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 2 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 12 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 8 horas}$$

$$Q_6 = 2.724,5 \text{ kcal/día}$$

7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

$$Q_T = 68.254,8 \text{ kcal/día}$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 3.412,7 \text{ kcal/h} = 3.412,7 \text{ frig/h} = 3,9 \text{ kW}$$

## 5.2.2. Cámaras de maduración

Se ha supuesto que la potencia frigorífica necesaria será prácticamente la misma para las ocho cámaras, ya que la única diferencia entre ellas son las pérdidas a través de los cerramientos y se ha estimado que esta es muy pequeña. Pese a ello, los cálculos se han referido a la cámara que tendría mayor necesidad por pérdidas a través de los cerramientos, que es la cámara nº 1.

Por otro lado, en las cámaras de maduración se registrarán temperaturas interiores distintas, a causa de las diferentes fases a lo largo del proceso, ya que en estas salas se llevan a cabo secado, maduración y conservación, por lo que se realizarán los cálculos en las distintas etapas, para determinar la máxima necesidad frigorífica, que es la que deberá cubrir el equipamiento frigorífico.

**1ª Etapa: Carga de la cámara**

## 1) Necesidades por enfriamiento del producto

Los quesos que proceden de la sala de tratamiento a la salida del saladero son recibidos en la cámara de maduración a unos 12 °C, por lo que, no existe necesidad de enfriamiento del producto, ya que inicialmente la cámara de maduración se encuentra a esta temperatura.

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 28.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,695	8	5,56	64,64	359,4
<b>Sur</b>	0,464	19,4	9,0	64,64	581,8
<b>Este</b>	0,464	20,9	9,70	126,54	1.227,1
<b>Oeste</b>	0,695	8	5,56	126,54	703,6
<b>Techo</b>	0,349	26,9	9,39	251,75	2.363,4
<b>Suelo</b>	0,512	8	4,09	251,75	1.031,2

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 6.266,6 \text{ kcal/h} = 150.397,7 \text{ kcal/día}$$

### 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la cámara en esta etapa son 12 °C y 70-80 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 6,7 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 1.434,96 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 2$$

$$Q_3 = 15.055,6 \text{ kcal/día}$$

### 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 15.190,3 \text{ kcal/día}$$

### 5) Pérdidas por alumbrado

$$f = 1$$

$$f' = 1,3$$

$$S_{\text{alm}} = 122,88 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{trab}} = 128,87 \text{ m}^2$$

$$N_{\text{alm}} = 14 \text{ W/m}^2$$

$$N_{\text{trab}} = 30 \text{ W/m}^2$$

$$t \text{ y } t' = \text{máximo de 5 horas}$$

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

### 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 2 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 12 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 5 horas}$$

$$Q_6 = 1.702,8 \text{ kcal/día}$$

## 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

$$Q_T = 233.490,8 \text{ kcal/día}$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 11.624,5 \text{ kcal/h} = 11.624,5 \text{ frig/h} = \mathbf{13,5 \text{ kW}}$$

**2ª Etapa: Bajada de temperatura de 12 °C a 8 °C**

## 1) Necesidades por enfriamiento del producto

Los quesos que se encuentran a 12 °C, disminuirán su temperatura hasta 8 °C durante la fase de secado, por tanto 4 °C menos.

$$m = 46.000 \text{ quesos} \cdot 3,6 \text{ kg} = 165.600 \text{ kg}$$

$$t = 30 - 7 = 22 \text{ días}$$

$$Q_1 = 19.269,82 \text{ kcal/día}$$

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 29.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,695	12	8,34	64,64	539,1
<b>Sur</b>	0,464	23,4	10,86	64,64	701,8
<b>Este</b>	0,464	24,9	11,55	126,54	1.462,0
<b>Oeste</b>	0,695	12	8,34	126,54	1.055,3
<b>Techo</b>	0,349	30,9	10,78	251,75	2.714,9
<b>Suelo</b>	0,512	12	6,14	251,75	1.546,7

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 8.019,8 \text{ kcal/h} = 192.475,2 \text{ kcal/día}$$

### 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la cámara durante la fase de secado llegan a alcanzar 8 °C y 70-80 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 5,2 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,24 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 1.434,96 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 2$$

$$Q_3 = 20.640,5 \text{ kcal/día}$$

### 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 23.238,5 \text{ kcal/día}$$

### 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que en la etapa anterior:

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

### 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 2 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 8 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 5 horas}$$

$$Q_6 = 1.909,2 \text{ kcal/día}$$

### 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

$$Q_T = 315.196,3 \text{ kcal/día}$$



## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 15.759,8 \text{ kcal/h} = 15.759,8 \text{ frig/h} = \mathbf{18,2 \text{ kW}}$$

**3ª Etapa: Bajada de temperatura de 8 °C a 6 °C**

## 1) Necesidades por enfriamiento del producto

Los quesos, que se encuentran a 8 °C, disminuirán su temperatura hasta 6 °C durante la fase de maduración, por tanto 2 °C menos que en la fase de secado. La temperatura disminuirá a razón de 0,5 °C por semana, lo que implica un mes. Por otro lado, hay que tener en cuenta que los quesos han sufrido una merma del 10 % en la etapa anterior, por lo que se estima que el peso de cada queso será de unos 3,3 kg aproximadamente.

$$m = 46.000 \text{ quesos} \cdot (3,6 \cdot 0,9) \text{ kg} = 151.800 \text{ kg}$$

$$t = 30 \text{ días}$$

$$Q_1 = 6.476,8 \text{ kcal/día}$$

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 30.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,695	14	9,73	64,64	628,9
<b>Sur</b>	0,464	25,4	11,78	64,64	761,4
<b>Este</b>	0,464	26,9	12,48	126,54	1.579,2
<b>Oeste</b>	0,695	14	9,73	126,54	1.231,2
<b>Techo</b>	0,349	32,9	11,48	251,75	2.890,1
<b>Suelo</b>	0,512	14	7,17	251,75	1.805,1

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 8.895,9 \text{ kcal/h} = 213.501,6 \text{ kcal/día}$$

### 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la cámara durante la fase de maduración llegan a alcanzar 6 °C y 80-90 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 4,6 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 1.434,96 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 2$$

$$Q_3 = 22.959,4 \text{ kcal/día}$$

### 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 24.293,8 \text{ kcal/día}$$

### 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que las calculadas para la fase de secado:

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

### 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 2 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 6 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 5 horas}$$

$$Q_6 = 2.012,4 \text{ kcal/día}$$

### 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 328.078 \text{ kcal/día}$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 16.403,9 \text{ kcal/h} = 16.403,9 \text{ frig/h} = \mathbf{19,0 \text{ kW}}$$

**4ª Etapa: Almacenamiento a 6 °C**

## 1) Necesidades por enfriamiento del producto

No existe necesidad de enfriamiento del producto, ya que en esta etapa se mantiene la temperatura alcanzada en la etapa anterior, continuando la fase de maduración durante otro mes más.

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_2 = 8.895,9 \text{ kcal/h} = 213.501,6 \text{ kcal/día}$$

## 3) Necesidades por renovación del aire

Son las mismas que en la etapa anterior, con lo que se tiene que:

$$Q_3 = 22.959,4 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 23.646,1 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que las calculadas para la fase de secado:

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_6 = 2.012,4 \text{ kcal/día}$$

7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad. Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 320.241,3 \text{ kcal/día}$$

8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 16.012,1 \text{ kcal/h} = 16.012,1 \text{ frig/h} = \mathbf{18,6 \text{ kW}}$$

### **5ª Etapa: Bajada de temperatura de 6 °C a 4 °C**

1) Necesidades por enfriamiento del producto

Los quesos, que se encuentran a 6 °C, disminuirán su temperatura hasta 4 °C durante la fase de conservación, por tanto, una temperatura 2 °C inferior a la que estaban en la fase de maduración. Para ello se reducirá la temperatura 0,5 °C cada semana, lo que implica un mes para alcanzar las condiciones. Además, hay que tener en cuenta que los quesos han sufrido una merma durante las etapas anteriores del 15 %.

$$m = 46.000 \cdot (3,6 \cdot 0,85) = 142.600 \text{ kg/día}$$
$$t = 30 \text{ días}$$

$$Q_1 = 6.084,3 \text{ kcal/día}$$

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 31.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,695	16	11,12	64,64	718,8
<b>Sur</b>	0,464	27,4	12,71	64,64	821,6
<b>Este</b>	0,464	28,9	13,41	126,54	1.696,9
<b>Oeste</b>	0,695	16	11,12	126,54	1.407,1
<b>Techo</b>	0,349	34,9	12,18	251,75	3.066,3
<b>Suelo</b>	0,512	16	8,19	251,75	2.061,8

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 9.772,5 \text{ kcal/h} = 234.540 \text{ kcal/día}$$

## 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la cámara durante la fase de maduración llegan a alcanzar 4 °C y 90 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 3,7 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,26 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 1.434,96 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 2$$

$$Q_3 = 26.397,5 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 26.702,2 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que las calculadas para la fase de secado y de maduración:

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 2 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 4 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 5 horas}$$

$$Q_6 = 2.115,6 \text{ kcal/día}$$

7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 357.333,4 \text{ kcal/día}$$

8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 17.866,7 \text{ kcal/h} = 17.866,7 \text{ frig/h} = \mathbf{20,7 \text{ kW}}$$

### 6ª Etapa: Almacenamiento a 4 °C

1) Necesidades por enfriamiento del producto

No existe necesidad de enfriamiento del producto, ya que en esta etapa se mantiene la temperatura alcanzada en la etapa anterior, continuando la fase de conservación en los 5 meses siguientes.

2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_2 = 9.772,5 \text{ kcal/h} = 234.540 \text{ kcal/día}$$

3) Necesidades por renovación del aire

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_3 = 26.397,5 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 26.093,8 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que las calculadas para la fase de secado y de maduración:

$$Q_5 = 29.008,9 \text{ kcal/día}$$

## 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_6 = 2.115,6 \text{ kcal/día}$$

## 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 349.971,4 \text{ kcal/día}$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 17.498,6 \text{ kcal/h} = 17.498,6 \text{ frig/h} = \mathbf{20,3 \text{ kW}}$$

- **Resumen de potencias frigoríficas necesarias en cada etapa para las cámaras de maduración:**

Etapa	Potencia frigorífica (kW)
1ª	13,5
2ª	18,2
3ª	19,0
4ª	18,6
<b>5ª</b>	<b>20,7</b>
6ª	20,3

La potencia frigorífica total necesaria para cada una de las cámaras de maduración será de **20,7 kW**, por ser la mayor de las necesidades totales obtenidas.

### 5.2.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado

$T_i = 12\text{ }^\circ\text{C}$

- 1) Necesidades por enfriamiento del producto

Al ser la temperatura de esta sala mayor que la temperatura de entrada de los quesos procedentes de la cámara de maduración, no se tendrán en cuenta las necesidades por enfriamiento del producto.

- 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 32.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	$\Delta T$ (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,675	-8	-5,40	49,5	-267,3
<b>Sur</b>	0,695	8	5,56	49,5	275,2
<b>Este</b>	0,695	8	5,56	31,8	176,8
<b>Oeste</b>	0,695	8	5,56	31,8	176,8
<b>Techo</b>	0,536	26,9	14,42	174,9	2.522
<b>Suelo</b>	0,831	8	6,65	174,9	1.163,1

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 4.046,6 \text{ kcal/h} = 97.118,4 \text{ kcal/día}$$



## 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la sala de tratamientos intermedios y acabado son 12 °C y 70 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, serán 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 6,7 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la sala: } 524,7 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 3,5$$

$$Q_3 = 9.634 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo que se obtiene:

$$Q_4 = 10.675 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

Se considera que la sala de tratamientos intermedios y acabado es una zona de trabajo, por lo que se emplearán luminarias fluorescentes. De manera que:

$$f^r = 1,3$$

$$S_{\text{trab}} = 174,9 \text{ m}^2$$

$$N_{\text{trab}} = 6 \text{ W/m}^2$$

$$t^r = \text{máximo de 8 horas}$$

$$Q_5 = 9.385,8 \text{ kcal/día}$$

## 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$$n = 3 \text{ personas}$$

$$T_{\text{cámara}} = 12 \text{ °C}$$

$$t = \text{máximo de 8 horas}$$

$$Q_6 = 2.724,5 \text{ kcal/día}$$

## 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 142.491,5 \text{ kcal/día}$$

8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas.

$$Q_0 = 7.124,6 \text{ kcal/h} = 7.124,6 \text{ frig/h} = \mathbf{8,2 \text{ kW}}$$

#### **5.2.4. Cámara de expedición**

En la cámara de expedición se distinguen dos etapas, por tanto habrá que determinar dos necesidades frigoríficas para determinar la máxima necesidad frigorífica, que es la que deberá cubrir el equipamiento frigorífico.

#### **1ª Etapa: Carga de la cámara y enfriamiento del producto a 4 °C**

1) Necesidades por enfriamiento del producto

Se estima que los quesos procedentes de la sala de tratamientos intermedios y acabado llegarán a esta cámara a una temperatura unos 2 °C por encima de la temperatura interior de la cámara, debido al procesado en la sala de tratamientos intermedios y acabado. Por tanto, las piezas presentarán alrededor de 6 °C. Además, debe tenerse en cuenta toda la merma ocurrida durante la estancia en cámara, considerándose como peso medio final de la pieza al salir de la cámara de 3 kg.

Por otro lado, se deben incrementar las necesidades por enfriamiento del producto un 15 % debido al peso del embalaje, que también debe ser enfriado, con lo que tiene que:

$$m = 18.000 \text{ kg/día}$$

$$t = 1 \text{ día}$$

$$Q_1 = 26.496 \text{ kcal/día}$$

## 2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

**Tabla 33.** Resumen de pérdidas a través del cerramiento.

	U (kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C)	ΔT (°C)	q (kcal/h·m <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	Q (kcal/h)
<b>Norte</b>	0,464	26,4	12,25	107,8	1.320,5
<b>Sur</b>	0,695	16	11,12	107,8	1.198,7
<b>Este</b>	0,695	16	11,12	112,2	1.247,7
<b>Oeste</b>	0,464	28,9	13,41	112,2	1.504,6
<b>Techo</b>	0,349	34,9	12,18	399,84	4.870
<b>Suelo</b>	0,512	16	8,19	399,84	3.274,7

Por tanto, las necesidades diarias serán:

$$Q_2 = 13.416,2 \text{ kcal/h} = 321.988,8 \text{ kcal/día}$$

## 3) Necesidades por renovación del aire

Las condiciones en el interior de la cámara de expedición son 4 °C y 90 % de humedad relativa, mientras que en el exterior considerando las condiciones más desfavorables posibles, 20 °C y 70 % de humedad.

Mediante el diagrama psicrométrico obtenemos los siguientes valores:

$$h_i = 3,7 \text{ kcal/kg}$$

$$h_e = 11,0 \text{ kcal/h}$$

$$\rho = 1,26 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de la cámara: } 2.199,12 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de renovaciones al día: } 1,5$$

$$Q_3 = 30.341,2 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 37.882,6 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

$$f = 1$$

$$f' = 1,3$$

$$S_{\text{alm}} = 102 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{trab}} = 297,84 \text{ m}^2$$

$$N_{\text{alm}} = 14 \text{ W/m}^2$$

$$N_{\text{trab}} = 30 \text{ W/m}^2$$

$t' =$  máximo de 5 horas

$$Q_5 = 56.088,2 \text{ kcal/día}$$

6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

$n = 2$  personas

$T_{\text{cámara}} = 4 \text{ °C}$

$t =$  máximo de 5 horas

$$Q_6 = 2.115,6 \text{ kcal/día}$$

7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 522.403,6 \text{ kcal/día}$$

8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 26.120,2 \text{ kcal/h} = 26.120,2 \text{ frig/h} = \mathbf{30,2 \text{ kW}}$$

**2ª Etapa: Almacenamiento a 4 °C**

1) Necesidades por enfriamiento del producto

No existe necesidad de enfriamiento del producto, ya que en esta etapa se mantiene la temperatura alcanzada en la etapa anterior.

2) Necesidades por pérdidas a través de los cerramientos

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_2 = 13.416,2 \text{ kcal/h} = 321.988,8 \text{ kcal/día}$$

## 3) Necesidades por renovación del aire

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior, por lo tanto:

$$Q_3 = 30.341,2 \text{ kcal/día}$$

## 4) Necesidades debidas a los ventiladores de los evaporadores

Se estima que serán un 10 % de las necesidades calculadas hasta ahora, por lo tanto se obtiene:

$$Q_4 = 35.233 \text{ kcal/día}$$

## 5) Pérdidas por alumbrado

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_5 = 56.088,2 \text{ kcal/día}$$

## 6) Pérdidas debidas al tránsito de personas

Son las mismas que las calculadas en la etapa anterior:

$$Q_6 = 2.115,6 \text{ kcal/día}$$

## 7) Necesidades totales

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

Por tanto, el valor de las pérdidas totales será:

$$Q_T = 490.343,5 \text{ kcal/día}$$

## 8) Potencia frigorífica

La potencia frigorífica se calcula dividiendo las necesidades totales por el tiempo de funcionamiento efectivo, que se considera de 20 horas diarias porque en las 4 horas restantes se llevará a cabo el desescarche.

$$Q_0 = 24.517,2 \text{ kcal/h} = 24.517,2 \text{ frig/h} = \mathbf{28,4 \text{ kW}}$$

La potencia frigorífica total necesaria para la cámara de expedición será de **30,2 kW**, por ser la mayor de las necesidades totales obtenidas.

### 5.3. Resumen de potencias frigoríficas

**Tabla 34.** Resumen de potencias frigoríficas para cada sala refrigerada.

	<b>POTENCIA (kW)</b>	<b>POTENCIA (frig/h)</b>
<b>Tratamiento salida saladero</b>	3,9	3.419
<b>Cámara maduración</b>	20,7 · 8 cámaras	17.886,7 · 8 cámaras
<b>Tratamientos intermedios y acabado</b>	8,2	7.124,6
<b>Cámara expedición</b>	30,2	26.120,2
<b>TOTAL</b>	<b>207,90</b>	<b>179.757,4</b>

## 6. POTENCIA FRIGORÍFICA DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

En este apartado se va a determinar la carga mínima que deberá tener la batería de refrigeración según nos encontremos en la fase de secado, maduración o conservación de las piezas, para ello nos basaremos en los datos de potencia frigoríficas calculados en el apartado anterior.

### 6.1. Carga térmica sensible

Esta carga térmica es el calor que entra en el local como consecuencia de la existencia de una diferencia de temperaturas y ha sido determinado en el punto 5.2.2. del documento de Cálculos Justificativos.

### 6.2. Carga térmica latente

Esta carga térmica es el calor que entra en el local como consecuencia de la existencia de una diferencia de humedades.

La carga térmica latente en las cámaras de maduración se corresponderá básicamente con la debida al calor latente desprendido por los quesos más la carga térmica latente debida al aire de ventilación.

#### ▪ Calor latente debido a los quesos

Esta carga corresponde al calor latente procedente del agua evaporada de los quesos en cada etapa durante la estancia en la cámara. Así que hay que tener en cuenta para su determinación los datos de calor latente de vaporización del agua a una temperatura determinada.

**Tabla 35.** Entalpías del agua

T (°C)	Entalpía (kJ/kg)		
	$h_f$	$h_{fg}$	$h_g$
2	8,4	2.496,6	2.505
5	21	2.489,5	2.510,5
10	42	2.477,7	2.519,7
15	63	2.465,9	2.528,9

Donde:

$h_f$ : Entalpía del agua líquida

$h_g$ : Entalpía del agua gas

$h_{fg}$ : Calor latente de vaporización. ( $h_{fg} = h_f - h_g$ )

La expresión para el cálculo de esta partida es la siguiente:

$$Q_{LE} = \dot{m}_{merma} \cdot h_{fg}$$

Siendo:

$\dot{m}_{merma}$ : masa de agua evaporada (kg/h).

$h_{fg}$ : calor latente de vaporización del agua a la temperatura que transcurre la etapa (kJ/kg).

▪ **Calor latente procedente del aire de ventilación**

Esta carga térmica es la latente correspondiente al aire de ventilación y se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$Q_{LV} = 0,84 \cdot f \cdot \dot{V}_v \cdot \Delta W$$

Donde:

$Q_{LV}$ : calor latente procedente del aire de ventilación (W).

**0,84**: factor de conversión de kcal a W.

$\dot{V}_v$ : caudal de aire exterior de ventilación (m<sup>3</sup>/h). Calculado a partir del número de renovaciones al día necesarias y el volumen de la cámara.

$\Delta W$ : diferencia de humedades absolutas exterior e interior (g agua/kg aire seco).

f: factor de bypass de la batería (0,25).

Las condiciones exteriores se tomarán las más desfavorables, siendo estas para el municipio de Villalón de Campos de 30 °C y 47 % de humedad relativa.

▪ **Carga latente total**

Se aumentará en un 10 % las necesidades calculadas hasta ahora para establecer un margen de seguridad.

La carga total se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$Q_L = 1,10 \cdot (Q_{LE} + Q_{LV})$$



## 6.3. Cálculo de las cargas térmicas

### 6.3.1. Etapa de secado

#### 6.3.1.1. Carga térmica sensible

La partida total de calor sensible para esta etapa es de:  $Q_s = 18,2 \text{ kW}$

#### 6.3.1.2. Carga térmica latente

- **Calor latente debido a los quesos**

Se ha considerado como peso medio del queso al entrar en la cámara de maduración 3,6 kg.

Teniendo en cuenta el número máximo de quesos en la cámara, se obtiene:

**Nº total de kg en cámara:**  $46.000 \text{ quesos} \cdot 3,6 \text{ kg/queso} = 165.600 \text{ kg de queso}$

La merma esperada durante la fase de secado es del 10 %, lo que supone que:

$10 \text{ kg merma}/100 \text{ kg producto} \cdot 165.600 \text{ kg producto} = 16.560 \text{ kg merma}$

$16.560 \text{ kg merma} / 30 \text{ días} \Rightarrow 552 \text{ kg merma/día}$

Por tanto, la carga térmica latente debida a la evaporación de agua de los quesos en la fase de secado es la siguiente:

$Q_{LE} = 552 \text{ kg merma/día} \cdot 2.482,5 \text{ kJ/kg} = 1.370.340 \text{ kJ/día} = 15,86 \text{ kW}$

- **Calor latente procedente del aire de ventilación**

Sabiendo las condiciones de temperatura y humedad relativa tanto del interior de la cámara como del exterior, a partir del diagrama psicrométrico se puede conocer la humedad absoluta.

Condiciones exteriores:  $T_{ext} = 30 \text{ °C}$   
 $\% \text{ HR} = 47 \%$   
 $Ha_{ext} = 12 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Condiciones interiores:  $T_{int} = 8 \text{ °C}$   
 $\% \text{ HR} = 80 \%$   
 $Ha_{int} = 5,50 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Por medio del volumen de la cámara y del número de renovaciones diarias necesarias se obtiene el caudal de aire exterior de ventilación:

$$\begin{aligned}\text{Volumen cámara} &= 1.434,96 \text{ m}^3 \\ \text{Número de renovaciones} &= 2 \text{ veces/día} \\ \dot{V}_V &= 119,58 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

Con los datos anteriores se obtienen una partida de calor latente debida al aire de ventilación de:

$$Q_{LV} = 0,16 \text{ kW}$$

### ▪ Calor latente total

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

$$Q_L = 17,62 \text{ kW}$$

## 6.3.2. Etapa de maduración

### 6.3.2.1. Carga térmica sensible

La partida total de calor sensible para esta etapa es de:  $Q_S = 19,0 \text{ kW}$

### 6.3.2.2. Carga térmica latente

#### ▪ Calor latente debido a los quesos

Considerado la merma producida en el secado (merma del 10 %), la variación de peso producida será la siguiente:

$$10 \% \text{ merma} / 3,6 \text{ kg} \Rightarrow \text{Peso queso} = 3,24 \text{ kg}$$

$$\text{N}^\circ \text{ total de kg en cámara: } 46.000 \text{ quesos} \cdot 3,24 \text{ kg/queso} = 149.040 \text{ kg de queso}$$

La merma esperada durante la fase de maduración es del 5 % en 60 días:

$$5 \text{ kg merma}/100 \text{ kg producto} \cdot 149.040 \text{ kg producto} = 7.452 \text{ kg merma}$$

$$7.252 \text{ kg merma} / 60 \text{ días} \Rightarrow 124,20 \text{ kg merma/día}$$

Por tanto, la carga térmica latente debida a la evaporación de agua de los quesos en la fase de maduración es la siguiente:

$$Q_{LE} = 124,20 \text{ kg merma/día} \cdot 2.487,2 \text{ kJ/kg} = 308.910,3 \text{ kJ/día} = 3,58 \text{ kW}$$

- **Calor latente procedente del aire de ventilación**

Sabiendo las condiciones de temperatura y humedad relativa tanto del interior de la cámara como del exterior, a partir del diagrama psicrométrico se puede conocer la humedad absoluta.

Condiciones exteriores:  $T_{\text{ext}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $\% \text{ HR} = 47 \%$   
 $Ha_{\text{ext}} = 12 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Condiciones interiores:  $T_{\text{int}} = 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $\% \text{ HR} = 90 \%$   
 $Ha_{\text{int}} = 5,50 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Volumen cámara =  $1.434,96 \text{ m}^3$   
 Número de renovaciones = 2 veces/día  
 $\dot{V}_v = 119,58 \text{ m}^3/\text{h}$

Con los datos anteriores se obtienen una partida de calor latente debida al aire de ventilación de:

$$Q_{LV} = 0,16 \text{ kW}$$

- **Calor latente total**

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

$$Q_L = 4,12 \text{ kW}$$

### 6.3.3. Etapa de conservación

#### 6.3.3.1. Carga térmica sensible

La partida total de calor sensible para esta etapa es de:  $Q_S = 20,7 \text{ kW}$

#### 6.3.3.2. Carga térmica latente

- **Calor latente debido a los quesos**

Considerado la merma producida en la fase de maduración (merma del 5 %), la variación de peso producida será la siguiente:

$$5 \text{ } \% \text{ merma} / 3,24 \text{ kg} \Rightarrow \text{Peso queso} = 3,08 \text{ kg}$$

**Nº total de kg en cámara:**  $46.000 \text{ quesos} \cdot 3,08 \text{ kg/queso} = 141.680 \text{ kg de queso}$

La merma esperada durante la fase de conservación es del 1 % en 180 días:

$1 \text{ kg merma}/100 \text{ kg producto} \cdot 141.680 \text{ kg producto} = 1.416,80 \text{ kg merma}$

$1.416,80 \text{ kg merma} / 180 \text{ días} \Rightarrow 7,87 \text{ kg merma/día}$

Por tanto, la carga térmica latente debida a la evaporación de agua de los quesos en la fase de conservación es la siguiente:

$Q_{LE} = 7,87 \text{ kg merma/día} \cdot 2.491,9 \text{ kJ/kg} = 19.686 \text{ kJ/día} = 0,23 \text{ kW}$

▪ **Calor latente procedente del aire de ventilación**

Sabiendo las condiciones de temperatura y humedad relativa tanto del interior de la cámara como del exterior en la etapa de conservación, a partir del diagrama psicrométrico se puede conocer la humedad absoluta.

Condiciones exteriores:  $T_{ext} = 30 \text{ °C}$   
 $\% \text{ HR} = 47 \%$   
 $Ha_{ext} = 12 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Condiciones interiores:  $T_{int} = 4 \text{ °C}$   
 $\% \text{ HR} = 90 \%$   
 $Ha_{int} = 4,50 \text{ g agua/kg aire (humedad absoluta)}$

Volumen cámara =  $1.434,96 \text{ m}^3$   
Número de renovaciones =  $2 \text{ veces/día}$   
 $\dot{V}_v = 119,58 \text{ m}^3/\text{h}$

Con los datos anteriores se obtienen una partida de calor latente debida al aire de ventilación de:

**$Q_{LV} = 0,19 \text{ kW}$**

▪ **Calor latente total**

Las necesidades hasta ahora calculadas se aumentarán en un 10 % debido a la necesidad de establecer un margen de seguridad:

**$Q_L = 0,46 \text{ kW}$**

### 6.3.4. Resumen de cargas sensibles y latentes

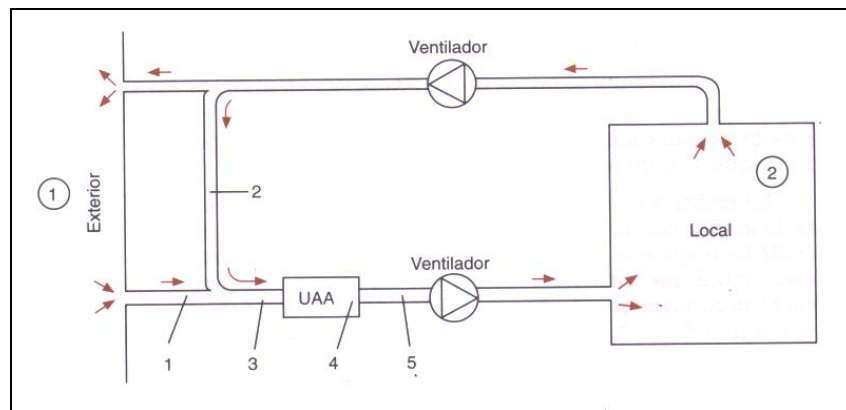
**Tabla 36.** Resumen de las cargas sensibles y latentes totales obtenidas para cada fase de maduración.

Etapa	Carga sensible (kW)	Carga latente (kW)		
		Queso	Aire ventilación	Total
<b>Secado</b>	18,2	15,86	0,16	17,62
<b>Maduración</b>	19,0	3,58	0,16	4,12
<b>Conservación</b>	20,7	0,23	0,19	0,46

## 7. PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE EN LAS CÁMARAS

Para acondicionar el aire que entra en las cámaras, tiene lugar la mezcla de aire exterior con aire procedente de dicha cámara; esta mezcla se enfría en la unidad acondicionadora de aire y se envía al interior del local.

**Figura 8.** Esquema del proceso de acondicionamiento del aire en la cámara.



Los puntos del esquema corresponden a:

- 1) Condiciones del aire en el exterior de la cámara.
- 2) Condiciones del aire en el interior de la cámara.
- 3) Condiciones del aire a la entrada de la unidad acondicionadora de aire. Es el resultado de mezclar el aire exterior con el aire procedente del local.
- 4) Representa una temperatura llamada punto de rocío de la máquina, que se puede interpretar como la temperatura media de la superficie de la batería. Representa el estado del aire que saldría de la unidad en condiciones ideales. Como el proceso no es ideal, el aire no sale en este estado, sino en el estado 5.
- 5) Condiciones del aire a la salida de la unidad acondicionadora de aire. Este aire se denomina aire de suministro.

A continuación se van a exponer los parámetros fundamentales para la unidad acondicionadora de aire, así como el procedimiento de cálculo de los mismos.

### 1) Temperatura de rocío de la unidad acondicionadora de aire

Para ello hay que hacer uso del factor de calor sensible, determinado según:

$$FCS = Q_s / (Q_s + Q_L)$$

Donde:

$Q_s$ : partida de calor sensible total

$Q_L$ : partida de calor latente total

Mediante el diagrama psicrométrico, trazando paralela por el punto de condiciones del local a la unión foco-FCS se obtiene la recta térmica efectiva del local; dando la temperatura de rocío de la batería ( $t_4$ ) en la línea de saturación.

## 2) Caudal de aire de impulsión

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$\dot{V}_3 = \frac{Q_s}{0,33 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)}$$

Siendo:

$\dot{V}_3$ : caudal de aire de impulsión ( $m^3/h$ ).

$Q_s$ : carga sensible (W).

f: factor de bypass de la batería (0,25).

$t_2$ : temperatura del aire en el interior del local.

$t_4$ : temperatura de rocío de la unidad acondicionadora de aire.

## 3) Temperatura del aire a la entrada de la unidad acondicionadora de aire

Realizando un balance de energía en el punto de mezcla de aire, justo antes de la entrada a la batería, se obtiene lo siguiente:

$$\dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2 = \dot{m}_3 \cdot h_3 \Rightarrow \dot{V}_1 \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot C_p \cdot t_1 + \dot{V}_2 \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot C_p \cdot t_2 = \dot{V}_3 \cdot \rho_{\text{aire}} \cdot C_p \cdot t_3$$

Teniendo en cuenta que:  $\dot{V}_2 = \dot{V}_3 - \dot{V}_1$

Se obtiene la siguiente expresión:

$$t_3 = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_3} \cdot (t_1 - t_2) + t_2$$

Siendo:

$t_1$ : temperatura del aire exterior.

$t_2$ : temperatura del aire interior del local.

$t_3$ : temperatura del aire a la entrada de la batería.

$\dot{V}_1$ : caudal de aire exterior de ventilación ( $m^3/h$ ).

$\dot{V}_2$ : caudal de aire de retorno ( $m^3/h$ ).

$\dot{V}_3$ : caudal de aire de impulsión ( $m^3/h$ ).

#### 4) Temperatura a la salida de la unidad acondicionadora de aire

La temperatura del aire de suministro se determina por medio de la siguiente expresión:

$$t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4$$

#### 5) Potencia frigorífica de la unidad acondicionadora de aire

Para este calculo se aplica:

$$N_R = 0,33 \cdot \dot{V}_3 \cdot (h_3 - h_5)$$

Siendo:

$N_R$ : potencia frigorífica de la unidad acondicionadora de aire (W).

$\dot{V}_3$ : caudal de aire de impulsión (m<sup>3</sup>/h).

$h_3$ : entalpía del aire en el estado (kJ/kg aire).

$h_5$ : entalpía del aire en el estado (kJ/kg aire).

### 7.1. Cálculo de los parámetros fundamentales

La determinación de los parámetros necesarios de la unidad acondicionadora de aire se basan en la etapa que exige menor temperatura, es decir, la etapa de conservación, por ser esta la etapa que requiere una potencia frigorífica debida a cargas sensibles mayor. Para asegurar el mantenimiento de las condiciones en las otras etapas del proceso de maduración, es necesario la utilización de humidificadores y deshumidificadores en las cámaras.

Condiciones exteriores:  $t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$   
% HR = 47 %

Condiciones interiores:  $t_2 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$   
% HR = 90 %

1) Temperatura de rocío de la unidad acondicionadora de aire:

Cargas sensible y latente:

$$Q_S = 23.500 \text{ W}$$

$$Q_L = 460 \text{ W}$$

Con estos datos se obtiene el factor de calor sensible: **FCS = 0,98**



El punto de temperatura de rocío vendrá dado por el corte de la recta térmica efectiva del local con la línea de saturación:

$$t_4 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2) Caudal de aire de impulsión:

$$\dot{V}_3 = 23.738 \text{ m}^3/\text{h}$$

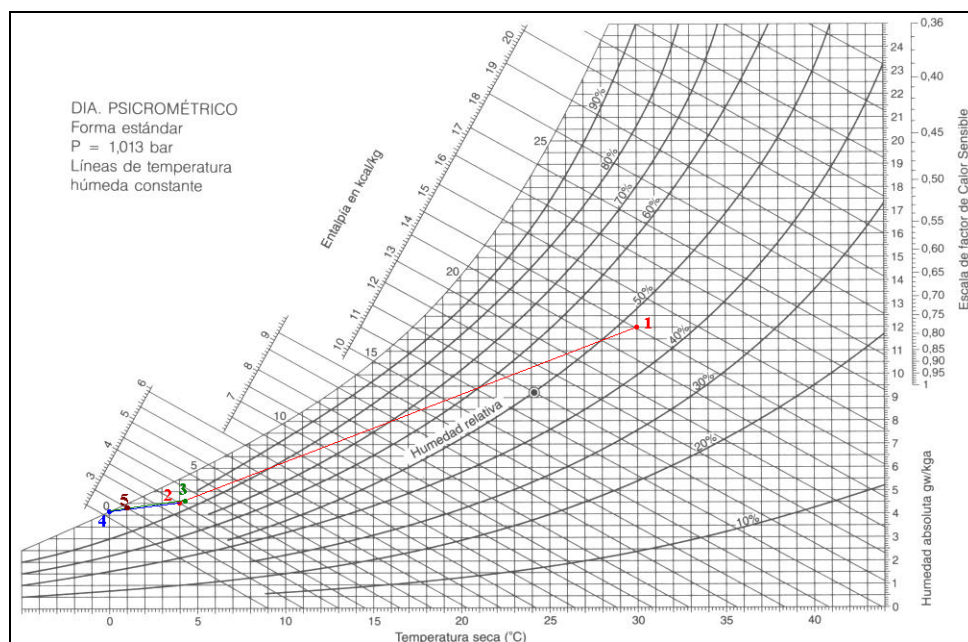
3) Temperatura del aire a la entrada de la unidad acondicionadora de aire:

$$t_3 = 4,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

4) Temperatura a la salida de la unidad acondicionadora de aire:

$$t_5 = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**Figura 9.** Representación del proceso de acondicionamiento de aire en el diagrama psicrométrico:



5) Potencia frigorífica de la unidad acondicionadora de aire:

Del diagrama psicrométrico se obtienen las entalpías:

$$h_3 = 3,7 \text{ kcal/kg aire} = 15,42 \text{ kJ/kg aire}$$

$$h_5 = 2,7 \text{ kcal/kg aire} = 11,25 \text{ kJ/kg aire}$$

Con esto se obtiene una potencia frigorífica necesaria de:

$$\mathbf{N_R = 32,66 \text{ kW}}$$

## 8. CÁLCULO DEL NÚMERO DE ELEMENTOS DE VENTILACIÓN

### 8.1. Boquillas de impulsión de aire

Se dispondrán a lo largo de 20 m de los 22,2 m de largo de la sala de maduración, boquillas de impulsión de aire de 80 mm de diámetro superior, dejando una separación entre los centros de boquillas contiguas de 210 mm. Estas boquillas se colocarán en 3 conductos, uno en cada pared lateral y otro al techo, justo en el centro de la cámara. Esto supone tener que disponer de 95 boquillas en cada uno de los conductos de impulsión de aire de la cámara.

$$\text{Nº de boquillas de impulsión/cámara} = 95 \text{ boquillas} \times 3 \text{ conductos} = \mathbf{285 \text{ boquillas/cámara}}$$

Por tanto, se harán 95 agujeros de 80 mm de diámetro en cada uno de los conductos de impulsión de aire, y las boquillas estarán remachadas o atornilladas con rosca a la chapa de los mismos.

Para más detalle, ver el documento de Planos del presente Proyecto Fin de Carrera.

### 8.2. Bocas de aspiración del aire

A lo largo de 20 m del largo de la sala de maduración se dispondrán bocas de aspiración en 2 conductos, cada uno situado encima de cada bloque de palets. Se harán agujeros de 150 mm de diámetro, pero las bocas tienen un diámetro de 160 mm. La distancia entre los centros bocas contiguas será de 400 mm, de manera que se necesitarán 50 bocas de aspiración. Pero en cada uno de los conductos de aspiración hay dos filas de bocas, de modo que:

$$\text{Nº de bocas de aspiración en cada conducto} = 50 \text{ bocas} \times 2 \text{ filas} = 100 \text{ bocas}$$

$$\text{Nº total de bocas de aspiración/cámara} = 100 \text{ bocas} \times 2 \text{ conductos} = \mathbf{200 \text{ bocas/cámara}}$$

Estos elementos de aspiración irán remachados o atornillados a la chapa de los conductos.

Para más detalle, ver el documento de Planos del presente Proyecto Fin de Carrera.

### 8.3. Soportes de los conductos de impulsión

Los soportes de los conductos de impulsión que están colocados en las paredes laterales son de chapa galvanizada y tienen 1,5 cm de espesor, e irán atornillados a las paredes laterales del secadero.

Tienen forma de triángulo isósceles con 350 mm de lado x 200 mm de lado, y se distribuirán a lo largo de los conductos de impulsión cada 2 m aproximadamente. Por tanto, se necesitarán unos 10 soportes en cada conducto.

$$\text{Nº de soportes/cámara} = 10 \text{ soportes} \times 2 \text{ conductos de impulsión} = \mathbf{20 \text{ soportes/cámara}}$$

Para más detalle, ver el documento de Planos del presente Proyecto Fin de Carrera.

### 8.4. Deflectores del aire

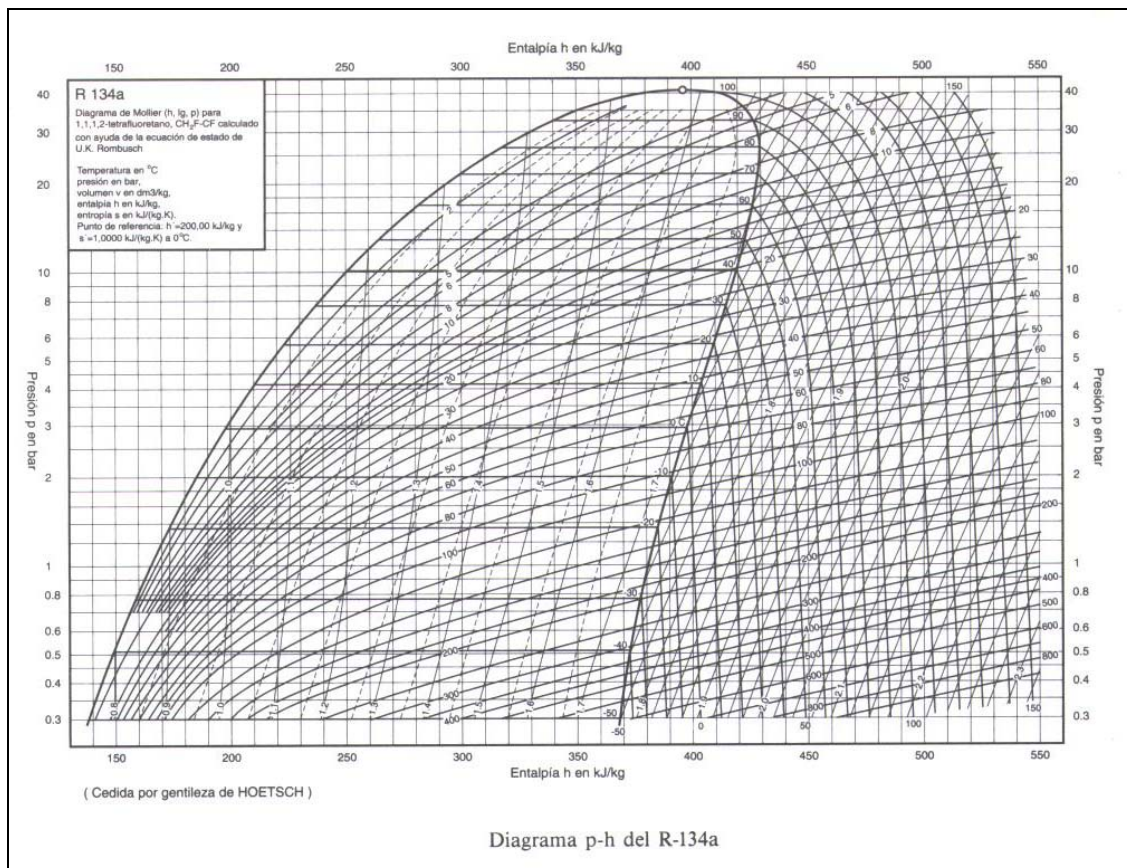
Las piezas deflectoras se distribuyen por todo el perímetro de la cámara. Así, teniendo que las dimensiones de la cámara son: la. 22,20 x an.11,34 m; y que el largo de los deflectores es 50 cm, se establece que se necesitarán:

$$\text{Nº de deflectores} = 2 \cdot (22,20 \text{ m} + 11,34 \text{ m}) / 0,50 \text{ m} = \mathbf{316 \text{ deflectores/cámara}}$$

## 9. CICLOS FRIGORÍFICOS

Para llevar a cabo el cálculo del ciclo frigorífico es necesario disponer de una gráfica P-h correspondiente al refrigerante utilizado.

**Figura 10.** Gráfica P-h del refrigerante R-134A.

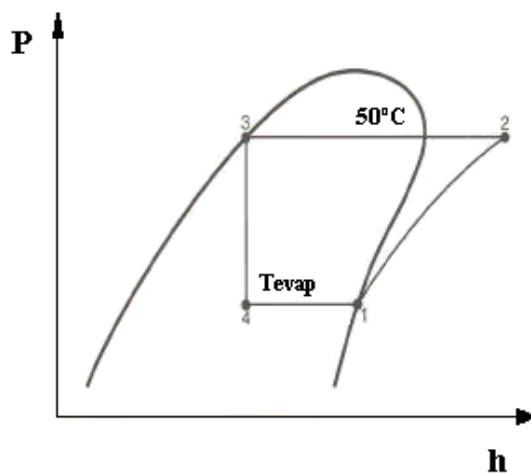


El fluido refrigerante elegido es el R-134A (1,1,1,2 tetrafluoroetano), que pertenece al grupo de refrigerantes HFC (R-134A, R-22, R-404A, R-507 y R-407), y por tanto, cumple el Reglamento Europeo 2037/2000 de 29 de Septiembre para las nuevas instalaciones de refrigeración y aire acondicionado.

El R-134A tiene unas características físicas muy similares a las del R-12, refrigerante habitualmente muy utilizado en las instalaciones frigoríficas de factorías alimentarias, pero el refrigerante elegido no perjudica la capa de ozono por tener un potencial de efecto invernadero 90 % inferior al del R-12. Además, está catalogado como refrigerante de alta seguridad por el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Para simplificar los cálculos, vamos a considerar que todos los ciclos de refrigeración son ideales.

**Figura 11.** Representación de un ciclo frigorífico ideal sobre la gráfica P-h.



El área del ciclo representa el trabajo que se suministra, resultando evidente que el ciclo real requiere de mayor trabajo que el ciclo ideal para realizar la misma cantidad de refrigeración. La diferencia entre ellos se debe a las irreversibilidades.

Para establecer una aproximación al rendimiento de la instalación, se establece el coeficiente de operación (COP), parámetro que evalúa el comportamiento de los sistemas de refrigeración desde el punto de vista del comportamiento energético, y relaciona la potencia frigorífica suministrada y la potencia absorbida por el condensador.

Este coeficiente de operación suele oscilar entre 2 y 4, aunque en los casos en los que la diferencia entre la temperatura de evaporación y condensación es considerable, el COP es inferior a 1.

La temperatura de evaporación es el parámetro que más influye sobre la humedad relativa del recinto refrigerado, y presenta las siguientes diferencias con respecto a la temperatura deseada en el interior de la cámara:

**Tabla 37.**

Humedad relativa (%)	$\Delta T$ (°C)
85 – 100	6,5 a 4
80 – 85	9 a 6,5
< 80	12 a 9

La temperatura de condensación será de 50 °C.

A continuación se detalla el cálculo del trabajo que realiza el compresor de la instalación frigorífica y el rendimiento del ciclo frigorífico.

## 9.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero

Características:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= 12 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{H. R.} &= 70 \% \\ \Delta T &= 12 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{\text{evaporación}} &= 0 \text{ }^\circ\text{C} \\ Q_0 &= 3,9 \text{ kW} \end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} h_1 &= 400 \text{ kJ/kg} \\ h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\ h_3 = h_4 &= 270 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = \mathbf{130 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,030 \text{ kg/s} = \mathbf{108,0 \text{ kg/h}}$

- Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = \mathbf{30 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = \mathbf{160 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $\mathbf{COP} = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = \mathbf{4,33}$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $\mathbf{CEE}_{\text{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = \mathbf{5,46}$

Rendimiento de referencia:  $\mathbf{\eta} = \text{COP} / \text{CEE}_{\text{inv}} = \mathbf{0,79}$

## 9.2. Cámaras de maduración

### ➤ Fase de secado

Características:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= 8 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{H. R.} &= 80 \% \\ \Delta T &= 9 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{evaporación}} &= -1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &= 17,4 \text{ KW} \end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} h_1 &= 395 \text{ kJ/kg} \\ h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\ h_3 = h_4 &= 270 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

#### ▪ Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = 125 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,139 \text{ kg/s} = 500,4 \text{ kg/h}$

#### ▪ Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = 35 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

#### ▪ Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = 160 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

#### ▪ Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $\text{COP} = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = 3,57$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $\text{CEE}_{\text{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = 5,33$

Rendimiento de referencia:  $\eta = \text{COP} / \text{CEE}_{\text{inv}} = 0,67$



➤ Fase de maduración

Características:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= 6 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{H. R.} &= 90 \% \\ \Delta T &= 5 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{evaporación}} &= 1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &= 21,9 \text{ kW} \end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} h_1 &= 405 \text{ kJ/kg} \\ h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\ h_3 &= h_4 = 270 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

▪ Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = 135 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,162 \text{ kg/s} = 584,0 \text{ kg/h}$

▪ Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = 25 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

▪ Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = 160 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

▪ Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $\text{COP} = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = 5,4$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $\text{CEE}_{\text{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = 5,59$

Rendimiento de referencia:  $\eta = \text{COP} / \text{CEE}_{\text{inv}} = 0,97$

➤ Fase de conservación

Características:

$$\begin{aligned}T_{\text{régimen}} &= 4 \text{ }^\circ\text{C} \\H. R. &= 90 \% \\ \Delta T &= 5 \text{ }^\circ\text{C} \\T_{\text{evaporación}} &= -1 \text{ }^\circ\text{C} \\Q_0 &= 23,5 \text{ kW}\end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}h_1 &= 395 \text{ kJ/kg} \\h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\h_3 &= h_4 = 270 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

▪ Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = 125 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,188 \text{ kg/s} = 676,8 \text{ kg/h}$

▪ Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = 35 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

▪ Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = 160 \text{ kJ/kg}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

▪ Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $COP = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = 3,57$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $CEE_{\text{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = 5,33$

Rendimiento de referencia:  $\eta = COP / CEE_{\text{inv}} = 0,67$

### 9.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado

Características:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{H. R.} &= 70 \% \\ \Delta T &= 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{evaporación}} &= 0 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &= 8,2 \text{ kW} \end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} h_1 &= 400 \text{ kJ/kg} \\ h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\ h_3 = h_4 &= 270 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = \mathbf{130 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,063 \text{ kg/s} = \mathbf{226,8 \text{ kg/h}}$

- Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = \mathbf{30 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = \mathbf{160 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $\mathbf{COP} = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = \mathbf{4,33}$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $\mathbf{CEE_{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = \mathbf{5,46}$

Rendimiento de referencia:  $\mathbf{\eta} = COP / CEE_{inv} = \mathbf{0,79}$

## 9.4. Cámara de expedición

Características:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= 4 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{H. R.} &= 90 \% \\ \Delta T &= 5 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{evaporación}} &= -1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &= 30,2 \text{ kW} \end{aligned}$$

A partir del diagrama presión-entalpía se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} h_1 &= 395 \text{ kJ/kg} \\ h_2 &= 430 \text{ kJ/kg} \\ h_3 = h_4 &= 270 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- Evaporación

Producción frigorífica específica:  $q = h_1 - h_4 = h_1 - h_3 = \mathbf{125 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el evaporador:  $G = Q_0/q = 0,242 \text{ kg/s} = \mathbf{869,8 \text{ kg/h}}$

- Compresión

Trabajo específico ejercido por el compresor:  $W_E = h_2 - h_1 = \mathbf{35 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Condensación

Disipación específica de calor en condensador:  $Q_C = h_3 - h_2 = \mathbf{160 \text{ kJ/kg}}$

Caudal circulante en el condensador: El mismo del evaporador.

- Rendimiento del ciclo

Coefficiente de operación:  $\mathbf{COP} = q / W_E = (h_1 - h_4) / (h_2 - h_1) = \mathbf{3,57}$

Rendimiento del ciclo invertido de Carnot:  $\mathbf{CEE}_{\text{inv}} = T_e / (T_c - T_e) = \mathbf{5,33}$

Rendimiento de referencia:  $\mathbf{\eta} = \text{COP} / \text{CEE}_{\text{inv}} = \mathbf{0,67}$

## 10. SUPERFICIES ALETEADAS PARA EVAPORADORES

El uso de superficies aleteadas es otra de las características que hay que considerar a la hora de elegir los evaporadores, debiéndose conocer los siguientes datos para dicha elección:

- Producción frigorífica necesaria.
- Refrigerante utilizado.
- Temperatura deseada en la cámara.
- Temperatura de evaporación.

El evaporador es un intercambiador de calor en el que el refrigerante recibe calor del medio a enfriar.

En la planta proyectada los evaporadores utilizados serán de aire forzado por ventiladores, y el intercambio de calor en su interior tendrá lugar gracias a tubos lisos de cobre con aletas.

La expresión utilizada para determinar la superficie aleteada en cada caso será:

$$Q_0 = U \cdot S \cdot \Delta T_{ml}$$

Siendo:

$Q_0$ : potencia frigorífica requerida (kcal/h).

$U$ : coeficiente global de transmisión de calor. Se estima en 20 kcal/m<sup>2</sup>·h·°C.

$S$ : superficie de intercambio de calor (m<sup>2</sup>).

$\Delta T_{ml}$ : incremento de temperatura media logarítmica.

El valor del incremento de temperatura media logarítmica se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta T = \frac{(T_{ee} - T_e) - (T_{se} - T_e)}{\ln \frac{(T_{ee} - T_e)}{(T_{se} - T_e)}}$$

Donde:

$T_e$ : temperatura de evaporación

$T_{ee}$ : temperatura a la entrada del evaporador

$T_{se}$ : temperatura a la salida del evaporador

Para determinar dicho incremento es necesario saber que:

$$T_{ee} = T_{\text{régimen}}$$

$$T_{se} = T_{\text{régimen}} - 3 \text{ °C}$$

## 10.1. Sala de tratamiento a la salida del saladero

Características de la sala:

$$\begin{aligned}T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ee}} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \\T_{\text{se}} &: 9 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Hr &: 70 \text{ \%} \\T_{\text{e}} &: 0 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Q_0 &: 3,9 \text{ kW} = 3.419 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 16,4 m<sup>2</sup>**

## 10.2. Cámara de maduración

### ➤ Fase de secado

Características de la sala:

$$\begin{aligned}T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ee}} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C} \\T_{\text{se}} &: 5 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Hr &: 80 \text{ \%} \\T_{\text{e}} &: -1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Q_0 &: 18,2 \text{ kW} = 15.759,8 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 7,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 101,4 m<sup>2</sup>**

### ➤ Fase de maduración

Características de la sala:

$$\begin{aligned}T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ee}} = 6 \text{ }^{\circ}\text{C} \\T_{\text{se}} &: 3 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Hr &: 90 \text{ \%} \\T_{\text{e}} &: 1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Q_0 &: 19,0 \text{ kW} = 16.403,9 \text{ kcal/h}\end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 9,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 95,7 m<sup>2</sup>**

➤ Fase de conservación

Características de la sala:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ce}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{se}} &: 1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Hr} &: 90 \% \\ T_{\text{e}} &: -1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &: 20,7 \text{ kW} = 17.866,7 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 3,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 306,9 m<sup>2</sup>**

### 10.3. Sala de tratamientos intermedios y acabado

Características de la sala:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ce}} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{se}} &: 9 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Hr} &: 70 \% \\ T_{\text{e}} &: 0 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &: 8,2 \text{ kW} = 7.124,6 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 10,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 34,3 m<sup>2</sup>**

### 10.4. Cámara de expedición

Características de la sala:

$$\begin{aligned} T_{\text{régimen}} &= T_{\text{ce}} = 4 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_{\text{se}} &: 1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Hr} &: 90 \% \\ T_{\text{e}} &: -1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q_0 &: 30,2 \text{ kW} = 26.120,2 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

El incremento de temperatura media logarítmica será:  $\Delta T_{\text{ml}} = 3,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

La superficie aleteada mínima necesaria será: **S = 395,8 m<sup>2</sup>**

## 11. SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Según el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 786/2001 de 6 de julio), en el que se indican las posibles configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales; la configuración que más se asemeja a la del establecimiento industrial de este Proyecto Fin de Carrera es tipo B. En este tipo de configuración el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s edificio/s, ya sean de uso industrial o bien de otros usos. Así la Planta de maduración ocupa totalmente un edificio, anexo al edificio en el cual se llevan a cabo las etapas previas de elaboración de queso.

### 8.7. Nivel de riesgo intrínseco

La planta se constituirá en varias zonas llamadas sectores o áreas de incendio. Se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

De esta forma la Planta de maduración de queso se va a dividir en los siguientes 12 sectores de incendio:

- Un sector de incendio lo componen la sala de salida del saladero, sala de lavado, almacén, laboratorio de control de calidad, sala de control y oficina y pasillos. Este conjunto de salas se agrupa en un único sector de incendio dado que no aseguran la no propagación del incendio, en caso de que se origine en alguna de ellas; debido a que las puertas de estos locales no poseen una estabilidad al fuego adecuada.
- Ocho sectores corresponden con cada una de las cámaras de maduración, ya que cumplen la condición de ser espacios cerrados por elementos resistentes al fuego, debido además de estar dotadas de puertas estables al fuego según la normativa NBE-CPI/96.
- Sala de tratamientos intermedios y acabado.
- Cámara de expedición.
- Muelle de carga.

Para evaluar el nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendio es necesario determinar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de cada sector de incendio. Para ello se emplea la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum G_i q_i C_i}{A} \cdot R_a \quad (\text{MJ/m}^2) \text{ o } (\text{Mcal/m}^2)$$

Donde:

$Q_s$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .

$G_i$ : masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).



- $q_i$ : poder calorífico de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $C_i$ : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_a$ : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio. Según el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, el coeficiente para fabricación de queso es medio, lo que supone un valor de 1,5.
- $A$ : superficie construida del sector de incendio, en m<sup>2</sup>.

Los materiales combustibles presentes en la Planta vienen descritos en la siguiente tabla, en la que muestra su correspondiente poder calorífico:

Material combustible	$q_i$ (MJ/kg)
Polietileno	42,0
Papel y cartón	16,7
Aceite fungicida	42,0
Productos químicos	40,0
Poliuretano	25,1
PVC	21,0

Por otro lado, para evaluar el coeficiente adimensional  $C_i$ , es necesario saber la temperatura de ignición de los materiales combustibles, en base a la cual se clasificarán:

Material combustible	Temperatura ignición
Polietileno	488 °C
Papel y cartón	230 °C
Poliuretano	300-370 °C
PVC	390 °C

Según el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, los sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C, presentan un grado de peligrosidad bajo, evaluándose el coeficiente de peligrosidad en 1,00.

En cuanto a los productos líquidos (aceite fungicida y productos químicos) se encuentran clasificados como clase D, según el Reglamento de almacenamiento de productos químicos (R.D. 379/2001, de 6 de abril), con lo que presentan un grado de peligrosidad bajo y, por tanto, un coeficiente de peligrosidad de 1,00.

El nivel de riesgo intrínseco de la Planta de maduración de queso, se evalúa calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida  $Q_e$ , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum Q_{si} A_i}{\sum A_i} \quad (\text{MJ/m}^2) \text{ o } (\text{Mcal/m}^2)$$

Donde:

- $Q_e$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $Q_{si}$ : densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores de incendio (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $A_i$ : superficie construida de cada uno de los sectores de incendio (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

Evaluada la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada sector de incendio ( $Q_s$ ) y de la Planta de maduración completa ( $Q_e$ ), el nivel de riesgo intrínseco de cada uno se deduce de la siguiente tabla del Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

### 8.8. Requisitos constructivos de los sectores de incendio

Para comprobar que cada uno de los sectores de incendio no supera la máxima superficie construida admisible, dependiendo de su nivel de riesgo intrínseco, se debe utilizar la siguiente tabla del Reglamento:

Riesgo intrínseco del sector de incendio		Configuración del establecimiento		
		Tipo B - m <sup>2</sup>	Tipo B - m <sup>2</sup>	Tipo C - m <sup>2</sup>
BAJO	1	1.000	4.000	6.000
	2	1.000	4.000	6.000
MEDIO	3	500	3.500	5.000
	4	400	3.000	4.000
	5	300	2.500	3.500
ALTO	6	No admitido	2.000	3.000
	7		1.500	2.500
	8		No admitido	2.000

## 8.9. Cálculo del riesgo intrínseco de cada sector de incendio

- *Sala de salida del saladero, sala de lavado, almacén, laboratorio de control de calida, sala de control y oficina y pasillos.*

Considerando el peor de los casos, en el que las instalaciones estarán al máximo de su capacidad de los materiales combustibles se obtienen los siguientes resultados:

- En la sala de salida del saladero se puede encontrar como material combustible polietileno procedente de las cestas y paletas que se emplean para el paletizado de los quesos una vez que han sido tratados en esta sala. La cantidad máxima de cestas se estima en dos filas, cada una con 9 bloques de cestas y de una altura de 12 cajas apiladas (1,72 m), lo que supone un número de cestas de 216. Por otro lado la cantidad de paletas se distribuye en dos bloques de 10 paletas de alto (1,72 m), que implica una cantidad de 20 paletas.

$$\text{Masa polietileno} = (216 \text{ cestas} \cdot 3,5 \text{ kg /1 cesta}) + (20 \text{ paletas} \cdot 9,65 \text{ kg/1paleta}) = 950 \text{ kg}$$

La máquina aceitadora posee un depósito para el aceite (cuya densidad es 0,91 g/cm<sup>3</sup>) de 25 L de capacidad y suponiendo que en el caso más desfavorable el calderín está totalmente lleno se considera una cantidad de unos 23 kg de aceite en esta sala.

A esto hay que incluir también los materiales constructivos presentes en la sala. Estos materiales son la puerta batiente doble que comunica con el pasillo, que es de PVC y pesa unos 40 kg y también el material aislante, poliuretano. La cantidad de poliuretano viene dada por la superficie de aislante necesaria y por su espesor, el cual se determinó en un apartado anterior y por su densidad (40 kg/m<sup>3</sup>):

$$\text{Masa de poliuretano} = [(0,015 \text{ m} \cdot 141,5 \text{ m}^2) + (0,03 \text{ m} \cdot 68 \text{ m}^2)] \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 166,4 \text{ kg}$$

- En la sala de lavado se encontrarán fundamentalmente las cestas destinadas a la operación de lavado. Considerando una cantidad máxima de 3 filas de 15 cestas cada una de altura 12 cestas, se tiene una cantidad de 540 cestas.

$$\text{Masa polietileno} = (540 \text{ cestas} \cdot 3,5 \text{ kg /1 cesta}) = 1.890 \text{ kg}$$

La puerta batiente doble de PVC supone una masa de 40 kg.

- En el almacén se encontrarán las cestas y paletas que no se estén utilizando. La cantidad máxima de cestas y paletas que se pueden encontrar en el almacén son 2 filas con 3 bloques de paletas cada una y una altura de 8 paletas. Esto implica una cantidad de 48 paletas. La cantidad máxima de cestas se dispone en 3 bloques cada uno con 8 pilas de 12 cestas cada una.

$$\text{Masa polietileno} = (288 \text{ cestas} \cdot 3,5 \text{ kg /1 cesta}) \cdot (48 \text{ paletas} \cdot 9,65 \text{ kg /1 paleta}) = 1.471,2 \text{ kg}$$

También habrá productos químicos para la limpieza y desinfección, cuyo peso puede estimarse en 10 kg albergados en un armario. El aceite fungicida destinado a la recarga de los calderones de las máquinas aceitadoras se estima en unos 100 kg. El papel y cartón procedente de las planchas de cartón troquelado para el empaquetado de los quesos supone unos 100 kg aproximadamente. Este local también dispone de una puerta batiente doble de PVC (40 kg).

- En el laboratorio existen productos químicos, cuya cantidad se puede estimar en unos 10 kg como máximo y también existe papel, procedente de los archivos de los análisis y demás información, cuantificando éste en 15 kg. También existe PVC procedente de la puerta batiente simple, cuantificándose en unos 20 kg de este material.
- En la sala de control y oficina habrá papel, libros de los registros de información, lo que se estima en unos 50 kg de este material.

El resumen de las cantidades de materiales combustibles de cada sala de este sector de incendio se muestra en la siguiente tabla:

Material combustible	Masa de material combustible en cada sala del sector de incendio (kg)					
	Polietileno	Papel y cartón	Aceite fungicida	Productos químicos	Poliuretano	PVC
Sala de salida de saladero	950	-	23	-	166,4	40
Sala de lavado	1.890	-	-	-	-	40
Almacén	1.587	100	100	10	-	40
Laboratorio	-	15	-	10	-	20
Sala de control y oficina	-	50	-	-	-	20
<b>TOTAL</b>	<b>4.427</b>	<b>165</b>	<b>123</b>	<b>20</b>	<b>166,4</b>	<b>160</b>

El área de los pasillos no se ha contabilizado para el cálculo ya que no suponen un riesgo de incendio y podría falsear el dato de la densidad de carga de fuego reduciéndolo considerablemente.

Con todos los datos anteriores la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida para este sector de incendio es:

$$Q_s = \left[ \left[ (4.427 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (165 \text{ kg} \cdot 16,7 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (123 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (20 \text{ kg} \cdot 40 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (166,4 \text{ kg} \cdot 25,1 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (160 \text{ kg} \cdot 21 \text{ MJ/kg} \cdot 1) \right] / 243 \text{ m}^2 \right] \cdot 1,5 = \mathbf{1.248,0 \text{ MJ/m}^2} < 1.700 \text{ MJ/m}^2$$

→ Nivel de riesgo intrínseco **medio**, de nivel **3**.

La máxima superficie construida admisible es 3.500 m<sup>2</sup>, muy superior a la que presenta este sector.

- **Cámaras de maduración**

El material combustible en cada una de las cámaras de maduración es el formado por las cestas y paletas, que son de polietileno. Considerando el caso más desfavorable, que sería tener la cámara totalmente llena, se tendría la siguiente masa de polietileno:

$$\text{Masa polietileno} = (7.667 \text{ cestas} \cdot 3,5 \text{ kg} / 1 \text{ cesta}) + (384 \text{ paletas} \cdot 9,65 \text{ kg} / 1 \text{ paleta}) = 30.540,1 \text{ kg}$$

A esto hay que incluir también el material aislante, poliuretano, determinándose considerando la cámara que necesita más cantidad de aislante:

$$\text{Masa de poliuretano} = [(0,015 \text{ m} \cdot 192 \text{ m}^2) + (0,03 \text{ m} \cdot 443 \text{ m}^2) + (0,05 \text{ m} \cdot 252)] \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 1.150,8 \text{ kg}$$

Con todo lo anterior, la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de este sector de incendio es la siguiente:

$$Q_s = [(30.540,1 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (1.150,8 \text{ kg} \cdot 25,1 \text{ MJ/kg} \cdot 1)] / 251,7 \text{ m}^2 \cdot 1,5 = 7.816,3 \text{ MJ/m}^2 < 13.600 \text{ MJ/m}^2$$

→ Nivel de riesgo intrínseco **alto**, de nivel 7.

La máxima superficie construida admisible es 1.500 m<sup>2</sup>, muy superior a la que presenta este sector.

- **Sala de tratamientos intermedios y acabado**

En esta sala habrá polietileno debido a los palets de quesos. Considerando el peor de los casos, se deduce que en la sala pueden coincidir 3 palets queseros, el que se esté despaletizando y paletizando la máquina, el próximo palet a despaletizar y el palet al que ya se le han tratado todos los quesos y va a ser recogido por la carretilla elevadora para ser devuelto a la cámara de maduración:

$$\text{Masa polietileno} = (20 \text{ cestas} / 1 \text{ palet} \cdot 3 \text{ palets} \cdot 3,5 \text{ kg} / 1 \text{ cesta}) + (3 \text{ paletas} \cdot 9,65 \text{ kg} / 1 \text{ paleta}) = 239 \text{ kg}$$

Por otro lado el aceite fungicida del calderín de máquina aceitadora supone una cantidad de 23 kg.

También hay que considerar las planchas de cartón para empaquetar los quesos para su expedición y se puede establecer que en la sala se albergará una cantidad máxima de 50 kg de cartón.

La masa de poliuretano que sirve de aislante es:

$$\text{Masa de poliuretano} = [(0,015 \text{ m} \cdot 337,5 \text{ m}^2) + (0,03 \text{ m} \cdot 175 \text{ m}^2)] \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 412,5 \text{ kg}$$

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de este sector de incendio es:

$$Q_s = [[(239 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (23 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (50 \cdot 16,7 \cdot 1) + (412,5 \text{ kg} \cdot 25,1 \text{ MJ/kg} \cdot 1)] / 524,7 \text{ m}^2] \cdot 1,5 = \mathbf{63,4 \text{ MJ/m}^2} < 425 \text{ MJ/m}^2$$

→ Nivel de riesgo intrínseco **bajo**, de nivel **1**.

La máxima superficie construida admisible será de 4.000 m<sup>2</sup>, muy superior a la que presenta este sector.

### ▪ *Cámara de expedición*

Suponiendo que la cámara está completa y estimando la masa del cartón de una caja en 100 g, se tiene:

$$\text{Masa de cartón} = 15.000 \text{ cajas} \cdot 0,1 \text{ kg} / 1 \text{ caja} = 1.500 \text{ kg}$$

Otro material combustible lo constituye el polietileno procedente de las paletas de paletizado de las cajas:

$$\text{Masa de polietileno} = 500 \text{ paletas} \cdot 9,65 \text{ kg/paleta} = 4.825 \text{ kg}$$

Considerando el material aislante presente en la sala, se considera la siguiente masa de poliuretano:

$$\text{Masa de poliuretano} = [(0,015 \text{ m} \cdot 220 \text{ m}^2) + (0,03 \text{ m} \cdot 620 \text{ m}^2) + (0,05 \text{ m} \cdot 400 \text{ m}^2)] \cdot 40 \text{ kg/m}^3 = 1.676 \text{ kg}$$

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de este sector de incendio es:

$$Q_s = [[(1.500 \text{ kg} \cdot 16,7 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (4.825 \text{ kg} \cdot 42 \text{ MJ/kg} \cdot 1) + (1.676 \cdot 25,1 \cdot 1)] / 399,8 \text{ m}^2] \cdot 1,5 = \mathbf{1.012,1 \text{ MJ/m}^2} < 1.700 \text{ MJ/m}^2$$

→ Nivel de riesgo intrínseco **medio**, de nivel **3**.

La máxima superficie construida admisible será de 3.500 m<sup>2</sup>, muy superior a la que presenta este sector.

### ▪ *Muelle de carga*

Este es un local destinado al tránsito exclusivamente, en el que el operario se dispone a cargar el camión con los palets de cajas. La situación más desfavorable sería aquella en la que el operario está circulando con la carretilla cargada de cajas, pero aún así el riesgo sería muy pequeño. De este modo el nivel de riesgo intrínseco de este sector de incendio será **bajo** de nivel **1**, siendo la superficie máxima permitida para este sector muy superior a la que tiene.

## 8.10. Cálculo del riesgo intrínseco de la Planta de maduración

Determinados los niveles de riesgo intrínseco de los sectores, se obtendrá el nivel de riesgo intrínseco de la Planta de maduración de queso mediante la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida de dicho edificio industrial:

$$Q_e = (1.248 \text{ MJ/m}^2 \cdot 243 \text{ m}^2) + (8 \cdot 7.816,3 \text{ MJ/m}^2 \cdot 251,7 \text{ m}^2) + (63,4 \text{ MJ/m}^2 \cdot 524,7 \text{ m}^2) + (1.012,1 \text{ MJ/m}^2 \cdot 399,8 \text{ m}^2) / 3.673,5 \text{ m}^2 = 4.486,2 \text{ MJ/m}^2 < 6.800 \text{ MJ/m}^2$$

→ Nivel de riesgo intrínseco **alto**, de nivel **6**.





---

---

**SISTEMA**

**APPCC**

---

---

# ÍNDICE SISTEMA APPCC

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>277</b>
<b>2. PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA APPCC .....</b>	<b>278</b>
<b>3. DIRECTRICES GENERALES DE APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC.....</b>	<b>279</b>
<b>4. FORMACIÓN.....</b>	<b>284</b>
<b>5. DEFINICIONES.....</b>	<b>285</b>
<b>6. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC.....</b>	<b>286</b>
6.1. DEFINICIÓN Y DIAGRAMA DE FLUJO .....	286
6.2. CUADRO RESUMEN.....	287
6.3. GUÍA PRÁCTICA DE APLICACIÓN PARA PLANTA DE MADURACIÓN DE QUESO DE OVEJA .....	289
6.3.1. Recepción y almacenamiento de materias y materiales de maduración .....	289
6.3.2. Adición de materias y materiales de maduración.....	291
6.3.3. Maduración .....	292
6.3.4. Recepción y almacenamiento de material de acondicionamiento.....	293
6.3.5. Acabado .....	295
6.3.6. Almacenamiento industrial .....	297
6.3.7. Distribución industrial.....	298
<b>7. VERIFICACIÓN.....</b>	<b>300</b>
 <b>ANEXOS</b>	
ANEXO 1. BUENAS PRÁCTICAS HIGIÉNICAS .....	302
ANEXO 2. PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN .....	306
ANEXO 3. CONTROL DEL AGUA POTABLE.....	308
ANEXO 4. LUCHA CONTRA PLAGAS .....	309
ANEXO 5. MODELOS DE “HOJA-CONTROL” .....	311





# 1. INTRODUCCIÓN

El sistema de mercado actual, donde la competitividad es máxima, exige un adecuado control de calidad mediante un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que proporcionen la confianza de que el producto satisfará los requisitos de calidad nutritiva, sensorial y, sobre todo, sanitaria.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos, APPCC, está caracterizado por un enfoque preventivo de los riesgos sanitarios vinculados a los alimentos. De esta manera, implica la identificación, valoración y control de los riesgos, centrando su interés en aquellos factores que influyen directamente en la inocuidad pública y en la calidad del alimento.

En este sentido, el Comité del Codex Alimentarius, desde 1.986, recomienda a las empresas alimentarias la aplicación de sistemas de autocontrol basados en estos principios. La Unión Europea, ante la llegada del Mercado Único, el 1 de enero de 1.993, con la libre circulación de mercancías, hizo preceptiva la implantación y mantenimiento por parte de los establecimientos de un sistema continuado de control basado en la metodología APPCC, comenzando por exigirlo sectorialmente en sus Directivas verticales y, más tarde, en todas las empresas del sector alimentario, mediante la Directiva 93/43/CEE, de 13 de junio, traspuesta por el Real Decreto 2207/95, de 28 de diciembre, relativos a la higiene de los productos alimenticios, de carácter horizontal.

Como resultado de la incorporación de la Directiva 92/46/CEE, de 16 de junio, el Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio, por el que se establecen las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos, establece en su artículo 14 la obligación de aplicar los sistemas de autocontrol en los establecimientos por éste regulados. De su contenido se concluye que la aplicación del sistema APPCC ayuda al cumplimiento de las normas sanitarias específicas.

El Sistema APPCC no es un mero requisito legislativo o una simple imposición normativa, sino que bien gestionado, implantado y mantenido aporta una serie de beneficios netos a la industria:

- Objetividad en la consecución de productos de calidad. El Sistema APPCC va a facilitar enormemente las tareas de control oficial, proporcionando una visión mucho más completa y objetiva de lo que ocurre en la planta; de esta forma, se puede conseguir una racionalización de los recursos económicos y humanos que deben dedicarse para velar por la inocuidad y salubridad de los alimentos.
- Prevención de problemas sanitarios. Como sistema preventivo va a facilitar un mejor conocimiento de las diferentes etapas de que consta el proceso de maduración de queso, un control más preciso de aquellas en que puede aparecer algún riesgo, fundamentalmente microbiológico, y la respuesta más eficaz y rápida ante cualquier posible eventualidad.
- Aportación de beneficios netos económicos, ya que se controlan las producciones en todo momento, evitando las pérdidas por alteraciones, defectos, etc.

El Sistema APPCC desarrollado para la Planta de maduración de queso está destinado a ser usado por los técnicos responsables del autocontrol y por la autoridad sanitaria competente. Asimismo, se detallan todos los posibles riesgos por diseño o mantenimiento deficiente de locales, equipos o prácticas de manipulación, junto con las medidas preventivas, de vigilancia y correctoras.

Este Sistema APPCC se basa en la bibliografía adjunta en la Memoria de este Proyecto Fin de Carrera.

## 2. PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA APPCC

Los principios generales en los que está basado cualquier sistema APPCC son los siguientes:

- 1) **Identificar los riesgos específicos** asociados con la producción de quesos, evaluando la posibilidad de que se produzca este hecho e **identificar las medidas preventivas** para su control.
- 2) **Determinar las fases, procedimientos y puntos operacionales** que pueden controlarse para eliminar riesgos o reducir al mínimo la probabilidad de que se produzcan (Punto de Control Crítico).
- 3) **Establecer el límite crítico** para un parámetro dado en un punto en concreto y en un alimento en concreto, que no deberá sobrepasarse para asegurar que el Punto de Control Crítico (PCC) está bajo control.
- 4) **Establecer un sistema de vigilancia** para asegurar el control de los PCC mediante el programa adecuado.
- 5) **Establecer las medidas correctoras** adecuadas que habrán de adoptarse cuando un PCC no esté bajo control, es decir, cuando se sobrepase el límite crítico.
- 6) **Establecer los procedimientos de verificación** para comprobar que el sistema APPCC funciona correctamente.
- 7) **Establecer el sistema de documentación** de todos los procedimientos y los registros apropiados a estos principios y a su aplicación.

### 3. DIRECTRICES GENERALES DE APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC

La finalidad del sistema APPCC es lograr que el control y el esfuerzo se centren en los Puntos de Control Crítico, de tal forma que si llegara el caso en el que se identifique un riesgo y, evaluada la posibilidad de su aparición, no se lograra encontrar ningún PCC, deberá considerarse la posibilidad de modificar el proceso.

Para la correcta aplicación de los principios del sistema APPCC es necesario ejecutar las tareas que se indican en la secuencia lógica detallada a continuación:

- 1.- **Formación de un equipo de APPCC.** Se deberá formar un equipo multidisciplinario que tenga los conocimientos específicos y la competencia técnica adecuada tanto del proceso como del producto (personal de la empresa de las áreas de producción, envasado, personal de almacén, ingeniería, aseguramiento de calidad y laboratorio y, si fuera necesario, inspectores de las administraciones).
- 2.- **Descripción del producto.** Se deberá preparar una descripción completa del producto, que incluya información sobre la composición, las materias primas, el método de elaboración, el sistema de distribución etc.
- 3.- **Determinar el presunto uso.** Se estudiará la utilización prevista por parte de los consumidores o de los transformadores, incluyendo detallistas, tiendas de gourmets, catering o restauración colectiva, y se tendrá en cuenta el grupo de población al que va dirigido, determinando incluso si entre los consumidores existen grupos de población sensibles.
- 4.- **Elaboración de un diagrama de flujo.** Se trata de describir el proceso desde los ingredientes, pasando por la transformación y, si fuera el caso, la distribución, la venta detallista hasta el manejo por el consumidor, de acuerdo con el ámbito de estudio.

En cada etapa del proceso los datos técnicos deben ser suficientes y apropiados. El siguiente listado no exhaustivo incluye ejemplos de los datos que pueden incluirse:

- Todas las materias primas, ingredientes y materiales de envasado utilizados (datos microbiológicos, químicos o físicos).
- Planos de la planta y de distribución de los equipos.
- Secuencia de todas las fases del proceso (detallando los momentos de adición de las materias primas).
- Historial del tiempo y la temperatura de todas las materias primas, productos intermedios y productos finales, incluyendo las posibilidades de retrasos y mantenimientos indebidos.
- Flujos de circulación para productos sólidos y líquidos.
- Bucles de reciclado o reprocesamiento del producto.
- Características del diseño de los equipos, incluyendo la presencia de espacios vacíos.
- Procedimientos de limpieza y desinfección.

- Higiene medioambiental.
  - Identificación de rutas para evitar la contaminación cruzada.
  - Separación de áreas de alto y bajo riesgo.
  - Prácticas de higiene del personal.
  - Condiciones de almacenamiento y distribución.
  - Instrucciones de utilización por los consumidores.
- 5.- Verificación práctica del diagrama de flujo.** Hay que revisar el proceso varias veces a lo largo del desarrollo del sistema, asegurándose de que el diagrama de flujo es válido para todos los períodos de actividad. Todos los miembros del grupo interdisciplinario deben involucrarse en la confirmación del diagrama de flujo. El diagrama debe modificarse cuando sea necesario.
- 6.- Enumeración de todos los riesgos identificados asociados en cada fase operacional.** El equipo de APPCC deberá enumerar todos los riesgos biológicos, químicos o físicos que sean razonables prever en cada fase, basándose en la composición del producto, el proceso, las instrucciones para el consumidor, etc.

En cada fase del proceso hay que considerar la posibilidad de introducción, de aumento o de supervivencia de los riesgos o peligros considerados en el producto. Tener en cuenta los equipos que intervienen en el proceso, el entorno, el personal, etc.

Se analizarán cada uno de los riesgos independientemente y por separado. El riesgo contemplado en el estudio tendrá que ser de tal índole que su eliminación o reducción hasta niveles tolerables sea esencial para la producción de un alimento inocuo.

- 7.- Estudio de medidas preventivas para controlar los riesgos.** Las medidas preventivas son las acciones y actividades que se requieren para eliminar los riesgos o reducir su presentación a unos niveles aceptables.

Un riesgo puede necesitar más de una medida preventiva o más de un PCC y, por contra, puede ocurrir que una medida preventiva controle eficazmente más de un riesgo.

En el supuesto que se detecte un riesgo en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad y no exista una medida preventiva que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, deberá modificarse el producto o el proceso de modo que se permita la introducción de la medida preventiva adecuada para la eliminación o reducción al mínimo del riesgo.

- 8.- Determinación de los PCC.** La finalidad de este principio del sistema APPCC es determinar el punto, la etapa o procedimiento del proceso considerado en el que puede ejercerse control y prevenirse un peligro relacionado con la inocuidad del producto, eliminarse o reducirse a niveles aceptables.

El tipo y número de PCC es muy variable y aquellos factores de diseño de locales, equipos o utensilios que impidan alcanzar las máximas condiciones higiénico-sanitarias en la línea de producción supondrán la existencia de PCC que, de lo contrario, resultarían innecesarios. Por ello, no podrán olvidarse los aspectos higiénico-sanitarios de locales y equipos



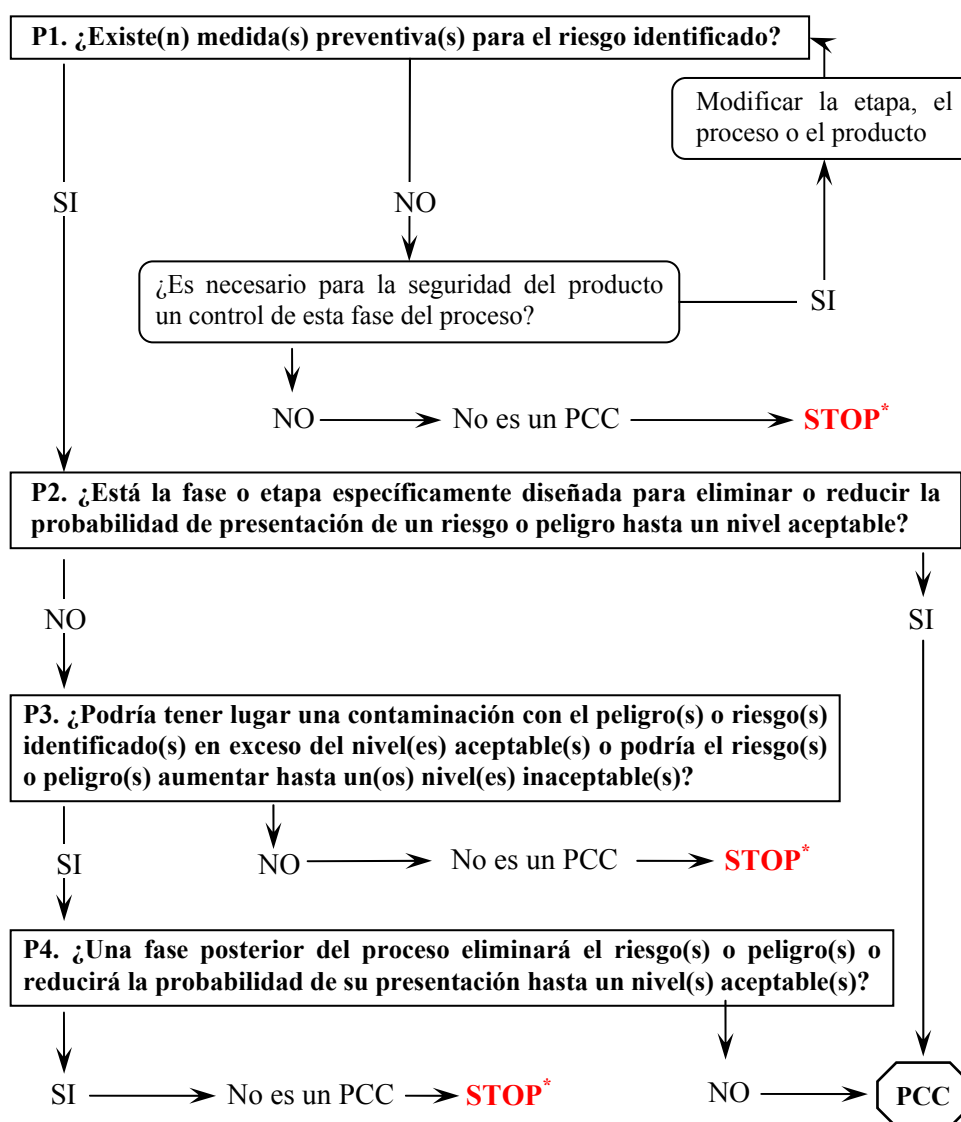
durante el diseño de una línea de elaboración, para lograr en ella el menor número de riesgos (y sus consiguientes PCC).

Tras la puesta en marcha de la línea, incluso partiendo de las mejores condiciones que permitieran garantizar la inocuidad de los productos, deberá llevarse a cabo un adecuado mantenimiento para asegurar que, con el tiempo, esos riesgos (y sus consiguientes PCC) no se presentan.

Por otra parte, unas buenas prácticas de fabricación unidas a unas prácticas correctas de higiene eliminarán PCC innecesarios en aquellos puntos de la línea de elaboración donde los microorganismos pueden multiplicarse.

La utilización de un árbol de decisión, como el siguiente, evita la duplicación innecesaria de PCC, y deberá asegurar un producto inocuo.

**Figura 1.** Árbol de decisión para determinar los Puntos de Control Crítico.



\*Continuar con el siguiente riesgo o peligro identificado en el proceso descrito.

- 9.- Establecimiento de límites críticos para cada PCC.** Se especificará el límite crítico para cada medida preventiva (temperatura, pH, actividad de agua a 20 °C, tiempo, humedad total del producto, cloro activo, parámetros organolépticos, aspecto, textura, etc.). Se establecerá un valor correcto, uno de tolerancia y otro como límite crítico a partir del cual la materia prima se considerará no adecuada.

Puede ocurrir que para el control de una fase del proceso sea necesario establecer varios límites críticos de medidas preventivas diferentes como por ejemplo el pH y la temperatura de recepción. En este caso se tendrá que especificar si con el incumplimiento de uno solo basta para considerar que existe riesgo en esa fase o es necesario que se sobrepasen ambos parámetros a la vez.

Los límites críticos de las medidas preventivas valoradas subjetivamente, como puede ser el caso de la inspección visual, deben acompañarse de especificaciones claras, referidas a lo que es aceptable y lo que no es aceptable.

- 10.- Establecimiento de un sistema de vigilancia para los PCC.** La vigilancia es una secuencia planificada de medidas u observaciones para demostrar que un PCC está bajo control, es decir, no son superados los límites críticos, y lleva consigo un registro fiel para su uso futuro en la verificación.

El sistema de vigilancia deberá ser capaz de detectar una pérdida de control en el PCC y deberá proporcionar la información a tiempo para que se adopten medidas correctoras con el objeto de recuperar el control del proceso antes de que sea necesario rechazar el producto.

Los datos obtenidos de la vigilancia deben ser evaluados por la persona designada a tal efecto, que deberá poseer los conocimientos suficientes para aplicar las medidas correctoras si son necesarias. Se realizarán pruebas u observaciones programadas para asegurar que se cumplen los parámetros establecidos y que las medidas preventivas en cada fase están funcionando.

En muchos casos, la vigilancia de un punto crítico puede ser realizada mediante test químicos o físicos (tiempo, temperatura, pH, actividad del agua, etc.). Cuando esto no sea posible se realizará mediante observaciones visuales. Los criterios microbiológicos pueden, en todo caso, jugar un papel más importante en la verificación de todo el sistema.

La alta fiabilidad del control continuo es siempre preferible cuando sea factible. Esto requiere la esmerada calibración del equipo. En el caso que la vigilancia no se realice de modo continuo, su periodicidad será tal que permita mantener el PCC bajo control permanentemente y su frecuencia estará especificada.

- 11.- Establecimiento de medidas correctoras.** Para subsanar las desviaciones que pudieran producirse por encima o por debajo de los límites críticos marcados, se deberán formular todas las acciones correctoras específicas para cada PCC del sistema de APPCC.

Estas medidas deberán asegurar que el PCC vuelva a estar bajo control. Asimismo, se tomarán medidas correctoras cuando los resultados de la vigilancia indiquen una tendencia hacia la pérdida de control de un PCC.

- 12.- Establecimiento de un procedimiento de verificación.** Se establecerán procedimientos para verificar que el sistema APPCC funciona correctamente. Para ello se pueden utilizar métodos, procedimientos, ensayos de observación y comprobación, incluidos el muestreo aleatorio y el análisis.

**13.- Establecimiento de un sistema de registro y documentación** en todos los puntos de control crítico. Deberán existir pruebas documentadas de todas y cada una de las fases del sistema aplicado. Ejemplos de ello son la redacción por escrito del diseño del programa APPCC específico, los resultados de las medidas de vigilancia, las desviaciones ocurridas, las medidas correctoras aplicadas, las modificaciones realizadas en el sistema, los resultados de la verificación, así como los programas de limpieza, desinfección y mantenimiento de equipos y locales y los manuales de buenas prácticas de manipulación. En la práctica, para establecer el sistema de registros se tiene en cuenta el sistema de verificación.

El responsable del mantenimiento del sistema en el establecimiento deberá disponer de la suficiente documentación en cada PCC para garantizar que el proceso está controlado y que le será facilitada a la autoridad competente cuando ésta lo requiera.

El tipo de registro o documentación necesaria será proporcional a la gravedad del riesgo encontrado en el producto, modo de preparación y tipo de operación involucrada en el PCC concreto. Existen muchos casos donde los puntos críticos son vigilados mediante dispositivos de control permanente, recogidos en gráficos. Cuando no sea posible mediante estos sistemas, y se realice mediante observación visual, los resultados deberán ser anotados sistemáticamente.

## 4. FORMACIÓN

La formación de todas las personas que dispongan, manejen, participen o se relacionen de algún modo con la aplicación de un sistema APPCC es esencial si se quieren lograr todos los beneficios del mismo.

La puesta en práctica del APPCC no es un trabajo sencillo, realizable en "pocas horas", sino que requiere el estudio técnico detallado del proceso. Para ello se necesita contar con expertos que tengan los conocimientos técnicos y científicos necesarios para identificar los riesgos y establecer las medidas de control y vigilancia. Asimismo, también se requiere el convencimiento y la actitud de las personas implicadas en su aplicación.

Tanto las autoridades sanitarias con responsabilidad en la salubridad de los alimentos, como la dirección de las empresas alimentarias, el personal responsable de poner en marcha el sistema y el personal responsable de aplicarlo en la práctica deberán formarse en la materia. Unos necesitarán mayor énfasis en las tareas prácticas de aplicación y otros deberán centrarse en los principios y sus beneficios.

Es muy importante la cooperación entre los productores primarios, la industria, grupos comerciales, organizaciones de consumidores y autoridades competentes, debiéndose ofrecer oportunidades de capacitación conjunta del personal relacionado con el sistema APPCC.

En concreto, el personal que trabaja en la línea de producción deberá estar adecuadamente formado en cuanto al riesgo, las medidas de vigilancia y las medidas correctoras aplicables en el punto crítico de control que ocupa a cada uno, aparte de los conocimientos generales sobre los principios del sistema.

## 5. DEFINICIONES

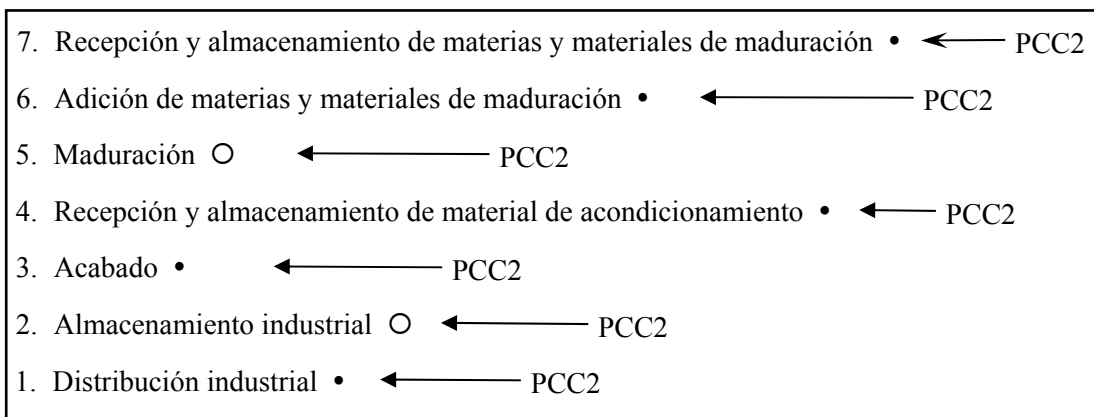
- **Análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC):** Sistema preventivo que controla de forma lógica, objetiva, metódica y sistemática la producción de una industria agroalimentaria, con el objetivo de producir alimentos sanos e inocuos para el consumidor, evitando a su vez lanzar al mercado productos con alteraciones y defectos indeseables.
- **Árbol de decisiones:** secuencia lógica de preguntas formuladas en relación con peligros identificados en cada etapa del proceso, cuyas respuestas ayudan en la determinación de los PCC.
- **Fase operacional:** cualquier etapa de la fabricación de alimentos incluidas la recepción o producción de materias primas, su recolección, transporte, formulación, elaboración, etc.
- **Peligro:** eventualidad capaz de producir u originar un daño, alteración o enfermedad, es decir, que pone en peligro la seguridad del producto. El agente causante puede ser biológico, químico o físico.
- **Riesgo:** posibilidad de que un peligro ocurra de hecho.
- **Límite crítico:** valor a partir del cual se considera que no es aceptable el riesgo que se corre.
- **Punto de control crítico (PCC):** punto, fase operacional o procedimiento en el que puede aplicarse un control para eliminar o reducir a niveles aceptables un peligro que puede afectar a la salubridad de un alimento. Se distinguen:
  - **PCC 1:** es un punto de control crítico en el que el control es totalmente eficaz.
  - **PCC 2:** es un punto de control crítico en el que el control es parcialmente eficaz.

## 6. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC

### 6.2. Definición y diagrama de flujo

**Queso madurado de oveja:** producto sólido elaborado a partir de leche de oveja mediante la coagulación previa de esta y, sometiéndolo tras el proceso de elaboración a un período de maduración mediante el cual se mantiene durante cierto tiempo a una temperatura y humedad tales que les confiera unas características organolépticas propias.

**Figura 2.** Diagrama de flujo



- Mayor contaminación
- Menor contaminación

FASE	RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC	LIMITE CRITICO	VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTROS
<b>Recepción y almacenamiento de materias y materiales de maduración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materias y materiales recibidos fuera de especificaciones.</li> <li>Contaminación microbiológica por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación y transporte incorrectos.</li> <li>- Locales y equipos deficientemente mantenidos.</li> <li>- Desarrollo microbiano por Tª inadecuada.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedor (garantía sanitaria).</li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Mantenimiento locales (almacén) y equipos en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones Técnico-Sanitarias de materias y materiales.</li> <li>Condiciones higiénicas del almacén.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual y perceptivo de materias y materiales.</li> <li>- Especificaciones compra.</li> <li>- Analítico.</li> <li>- Proveedor.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Condiciones locales y equipos.</li> <li>- Condiciones almacenamiento.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazo materias y materiales recibidos fuera de especificaciones.</li> <li>Restablecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas y ambientales almacén.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Certificados / albaranes.</li> <li>Resultados análisis.</li> <li>Condiciones ambientales almacén.</li> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Adición de materias y materiales y tratamientos de maduración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación microbiológica por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación incorrecta.</li> <li>- Locales o equipos deficientemente mantenidos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Tª adecuada.</li> <li>Mantenimiento locales y equipos en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	B.P.M	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual periódico.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Tª local.</li> <li>- Limpieza equipos y locales.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restablecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>- Condiciones higiénicas del equipo.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incidencias.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Maduración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación microbiológica por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Locales deficientemente mantenidos.</li> <li>- Manipulación incorrecta.</li> </ul> </li> <li>Desarrollo microbiano por Tª/humedad inadecuadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones de Tª humedad, circulación de aire, tiempo adecuadas.</li> <li>- Locales en condiciones higiénicas.</li> </ul> </li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª, humedad, tiempo.</li> <li>Condiciones higiénicas de locales de maduración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª y humedad.</li> <li>- Organoléptico y fisico-químico.</li> <li>- Prácticas de manipulación.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> <li>- Condiciones locales.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restablecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª y/o humedad.</li> <li>- Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>- Condiciones higiénicas locales.</li> </ul> </li> <li>Rechazo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª, humedad y tiempo.</li> <li>Incidencias.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Recepción y almacenamiento de material de acondicionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material recibido fuera de especificaciones.</li> <li>Contaminación microbiológica por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación y transporte incorrectos.</li> <li>- Locales o equipos deficientemente mantenidos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedor (garantía sanitaria).</li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Mantenimiento locales (almacén) en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones Técnico-Sanitarias de materias y materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual y perceptivo de material.</li> <li>- Especificaciones compra.</li> <li>- Proveedor.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Condiciones almacenamiento.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazo materiales recibidos fuera de especificaciones.</li> <li>Restablecimiento de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas y ambientales almacén.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Certificados / albaranes.</li> <li>Condiciones ambientales almacén.</li> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>

FASE	RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC	LIMITE CRITICO	VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTROS
<b>Recepción y almacenamiento de material de acondicionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material recibido fuera de especificaciones.</li> <li>Contaminación microbiológica por:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación y transporte incorrectos.</li> <li>- Locales o equipos deficientemente mantenidos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedor (garantía sanitaria).</li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Mantenimiento locales (almacén) en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones Técnico-Sanitarias de materias y materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual y perceptivo de material.</li> <li>- Especificaciones compra.</li> <li>- Proveedor.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Condiciones almacenamiento.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazo materiales recibidos fuera de especificaciones.</li> <li>Restablecimiento de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas y ambientales almacén.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Certificados / albaranes.</li> <li>Condiciones ambientales almacén.</li> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Acabado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación microbiológica por:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación incorrecta.</li> <li>- Locales o equipos deficientemente mantenidos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Tª adecuada.</li> <li>Mantenimiento locales y equipos en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>B.P.M.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visual periódico.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Tª local.</li> <li>- Limpieza equipos y locales.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechazo.</li> <li>Restablecimiento de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas de equipos.</li> <li>- Condiciones higiénicas y ambientales de locales.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Almacenamiento industrial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo microbiano por Tª inadecuada.</li> <li>Contaminación microbiológica por:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Locales deficientemente mantenidos.</li> <li>- Manipulación incorrecta.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª adecuada.</li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> <li>Mantenimiento local en condiciones higiénicas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª local.</li> <li>Condiciones higiénicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª local.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restablecimiento de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª.</li> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas de equipos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª.</li> <li>Parte salida cámara expedición.</li> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>
<b>Distribución industrial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación microbiológica por:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª inadecuada.</li> <li>- Manipulación incorrecta.</li> <li>- Medios de distribución deficientemente mantenidos.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de la Tª adecuada.</li> <li>Sistema de distribución adecuado.</li> <li>Prácticas de manipulación adecuadas.</li> </ul>	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª local.</li> <li>B.P.M.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª vehículo.</li> <li>- Prácticas manipulación.</li> <li>- Condiciones distribución higiénicas.</li> <li>- Programa L.D.M.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devolución partida al establecimiento.</li> <li>Restablecimiento de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tª.</li> <li>- Prácticas de manipulación correctas.</li> <li>- Condiciones higiénicas de distribución.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tª.</li> <li>Incidencias generales.</li> <li>Medidas correctoras.</li> </ul>

B.P.M.: Buenas prácticas de manipulación  
 L.D.M.: Limpieza, desinfección y mantenimiento  
 Incidencias: Comprende todas las incidencias que hayan podido producirse respecto a actuaciones de manipulación incorrectas, locales, equipos y programa de limpieza y desinfección.  
 En las fases en las que esté implicado un transporte exterior, también comprende las incidencias respecto al mismo.



## 6.3. Guía práctica de aplicación para Planta de Maduración de queso de oveja

### 6.3.1. Recepción y almacenamiento de materias y materiales de maduración

Esta fase comprende la recepción de las materias y materiales que se van a utilizar para llevar a cabo un proceso de maduración correcto.

#### Riesgos

- El riesgo fundamental de esta fase es la aceptación de las materias y materiales que, por no estar en las debidas condiciones, supongan un peligro para la salubridad del producto. No tiene por qué ser no aceptable únicamente la calidad intrínseca de las materias y materiales, sino que también puede que hayan sido transportadas y manejadas en condiciones inadecuadas.
- En cuanto a su almacenamiento, el riesgo más común es el inadecuado almacenamiento de las materias y materiales que produce la alteración o contaminación microbiana de los mismos, ya sea por su almacenamiento en un lugar indebido o por las condiciones de los locales deficientemente mantenidos.

#### Medidas preventivas

- 1) Las materias y materiales deberán cumplir las especificaciones que el fabricante exige y las normas sanitarias establecidas.
- 2) La provisión de los productos debe asegurarse que se hace en unas condiciones higiénico-sanitarias satisfactorias y de ello debe asegurarse la industria receptora. Esto comprende el transporte de las materias y materiales, su estiba, así como su manipulación para su almacenamiento.
- 3) Deberán existir locales destinados exclusivamente al almacenamiento de las materias y materiales, a fin de garantizar su correcto estado de conservación, mantenerse limpios y en buen estado, según procedimiento y periodicidad establecidos. Así se aplicará un programa de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización que permita mantener dichos locales en condiciones higiénicas y cuyas instrucciones se encuentran en el Anexo.

#### Límites críticos

- Serán los establecidos por la calidad concertada y las normas sanitarias de cada material. Los resultados analíticos deberán estar dentro de los límites permitidos para asegurar su inocuidad.
- Condiciones de almacenamiento según indicaciones técnicas.
- Se mantendrán las medidas generales de higiene, así como de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización.

### **Vigilancia**

- En el momento de la recepción de las materias y materiales se verificarán mediante inspección visual que las condiciones higiénicas han sido las adecuadas. Cuando la mercancía vaya en envases y en embalajes, se comprobará el buen estado de los mismos y su correcto etiquetado. Además, se comprobará el cumplimiento de las especificaciones de las materias y los materiales y en concreto de las normas sanitarias vigentes, mediante la documentación que acompañe; certificados de lote, albaranes, resultados analíticos, muestras, etc. Es conveniente visitar los establecimientos proveedores.
- Análisis de los materiales en laboratorios públicos o privados mediante sistemas rápidos o pruebas orientativas.
- Se supervisarán las prácticas de manipulación que se lleven a cabo y las condiciones en que se almacenan los productos.
- Control de las condiciones de temperatura de los locales de almacenamiento y si fuese necesario, control de la temperatura del producto en el momento de la llegada.
- Comprobación del cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección de los locales y de las instrucciones de mantenimiento.

### **Medidas correctoras**

- 1) Se rechazarán las partidas que no cumplan las especificaciones a la llegada a la industria. Si el incumplimiento se refiere únicamente a especificaciones de compra que no afectan a la seguridad ni salubridad, se pondrá en conocimiento de la empresa proveedora.
- 2) En caso de que la mercancía no sea manipulada adecuadamente, se restablecerán las buenas prácticas de manipulación.
- 3) Si las condiciones ambientales de almacenamiento no son las adecuadas, se procederá al restablecimiento de las mismas en el almacén. Asimismo, si no se lleva a cabo correctamente el programa de limpieza, desinfección y mantenimiento de los locales, se procederá al restablecimiento de las pautas correctas de dicho programa.

### **Registros**

- Se conservarán los certificados o albaranes de la mercancía, así como los informes de resultados de los análisis efectuados y las cartas de garantía.
- Se anotarán de las condiciones del almacén y si se trata de productos que se conservan a temperatura ambiente, se anotará cualquier incidencia en las condiciones de ventilación y temperatura del local de almacenamiento.
- Se anotarán las incorrectas prácticas de manipulación, así como cualquier incidencia observada en los locales o en el programa de limpieza y desinfección.
- También quedarán registradas las medidas correctoras adoptadas.

### **6.3.2. Adición de materias y materiales y tratamientos de maduración**

En esta fase se contempla la adición de ciertas materias y materiales para la correcta maduración del queso. Así, esta fase se refiere al tratamiento a la salida del saladero y los posteriores tratamientos superficiales efectuados al queso durante el proceso de maduración: aceitado, cepillado y volteo.

#### **Riesgos**

En esta fase el riesgo fundamental a evitar es que pueda producirse una contaminación microbiana, ya sea por unos locales y equipos deficientemente mantenidos o por la realización de unas prácticas de manipulación incorrectas.

#### **Medidas Preventivas**

- 1) Para minimizar el riesgo derivado de las malas prácticas higiénicas, se deben realizar unas correctas prácticas de manipulación en cada proceso. Esto depende mayoritariamente de la formación del personal, siendo muy importante recordar de vez en cuando los conocimientos adquiridos en charlas, cursillos, etc.
- 2) La temperatura del producto durante el proceso será adecuada a la técnica empleada; lo más baja posible cuando la fabricación lo permita.
- 3) Se deben mantener los locales y equipos limpios y en buen estado, según procedimiento y periodicidad establecidos en el programa de limpieza, desinfección y mantenimiento.

#### **Límites críticos**

La actuación del personal debe ajustarse a las buenas prácticas de manipulación en la línea (Anexo).

#### **Vigilancia**

- Se realizará llevando a cabo la inspección visual periódica del estado de equipos, útiles e instalaciones al inicio de funcionamiento y previo al mismo.
- También se minimizará la contaminación con la supervisión de las prácticas de manipulación.
- Comprobación del cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección y de las instrucciones de mantenimiento de los equipos.

#### **Medidas correctoras**

- 1) Si se observan unas condiciones de trabajo incorrectas, bien por el estado de los equipos, bien por las prácticas de manipulación de los operarios, se procederá al correcto restablecimiento de las mismas y al adecuado mantenimiento del equipo.

- 2) Si las condiciones de trabajo incorrectas son ocasionadas al mal estado higiénico de los equipos, se procederá al restablecimiento de las pautas del programa de limpieza y desinfección del equipo o de sus correctas condiciones de funcionalidad.

### **Registros**

- Se anotarán las incorrectas prácticas de manipulación, así como las incidencias observadas en el equipo o en el programa de limpieza y desinfección.
- También se anotará cualquier medida correctora adoptada.

### **6.3.3. Maduración**

La maduración del queso es un conjunto de procesos químicos que tienen un origen físico, microbiológico y enzimático, y que ocurre en una serie de fases: secado, maduración propiamente dicha y conservación. Durante este período se forma la corteza, se desarrolla el aroma, la pasta se vuelve más homogénea y elástica, y se produce la aparición de ojos, fisuras o grietas.

### **Riesgos**

El riesgo fundamental es de tipo microbiológico:

- Proliferación microbiana a causa de condiciones de temperatura y humedad de las cámaras incorrectas.
- Contaminación microbiana como consecuencia de unas prácticas de manipulación incorrectas, o bien de unos locales deficientemente mantenidos.

### **Medidas Preventivas**

- 1) Un adecuado manejo de los factores climáticos que definen el proceso; temperatura, humedad relativa, circulación del aire y tiempo; resulta determinante para la obtención de productos seguros.
- 2) Por otro lado es esencial efectuar unas correctas prácticas de manipulación durante el proceso.
- 3) Los locales de maduración se mantendrán limpios y en buen estado, según procedimiento y periodicidad establecidos.

### **Límites críticos**

- Según las especificaciones definidas para el correcto desarrollo del proceso: temperatura, grado de humedad, tiempo.
- Condiciones de almacenamiento en los locales de maduración higiénicas satisfactorias.

### **Vigilancia**

- Se controlarán las condiciones de temperatura y humedad relativa, así como el tiempo de maduración de los quesos.
- La supervisión continuada a lo largo de todo el proceso de maduración es un elemento clave para asegurar la calidad del producto. Debe llevarse a cabo periódicamente un examen organoléptico por el que se aprecie la evolución del sabor, olor y textura; y también se realizarán análisis físico-químicos en su caso.
- Se supervisarán las prácticas de manipulación.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección de los locales de maduración y de las instrucciones de mantenimiento.

### **Medidas Correctoras**

- 1) Se corregirá cualquier anomalía que se produzca en las condiciones de temperatura y humedad óptimas de almacenamiento, restableciéndose las mismas. Además, el producto alterado será rechazado salvo que el posible aprovechamiento del mismo no suponga ningún riesgo sanitario.
- 2) Se deberán restablecer las buenas prácticas de manipulación.
- 3) Se restablecerán las pautas concretas de limpieza, desinfección y mantenimiento de los locales.

### **Registros**

- Se registrarán las condiciones de temperatura, humedad relativa y tiempo de maduración.
- Se anotará cualquier incidencia observada en los locales de maduración o en el programa de limpieza y desinfección, al igual que cualquier medida correctora adoptada.

#### ***6.3.4. Recepción y almacenamiento del material de acondicionamiento***

Esta fase comprende la recepción y almacenamiento del material de acondicionamiento. Su control tiene por objeto detectar cualquier deficiencia que pueda presentar de origen dicho material y evitar su deterioro o contaminación antes de ser utilizado.

Los materiales para envoltura interna comprenden desde celofán, parafina o aluminio, hasta plástico o papel pergamino. Para el embalaje externo se utilizan cajas o jaulas de madera, madera contrachapada, cartón, etc.

### **Riesgos**

- Presencia en el material de una carga microbiana no deseable, ya sea por defectos en su fabricación o por una deficiente manipulación antes de su recepción.
- Contaminación microbiana por almacenamiento inadecuado en el establecimiento, bien sea por las condiciones de manejo en si o por no encontrarse los locales en las condiciones requeridas.

### **Medidas Preventivas**

- 1) La provisión del material se hará en condiciones higiénico-sanitarias satisfactorias, cumpliendo las especificaciones que el fabricante exige y las normas sanitarias establecidas. Solamente serán utilizados materiales fabricados en establecimientos con número de registro sanitario.
- 2) Se llevarán a cabo unas correctas prácticas de manipulación. Debido a la importancia que los envases tienen para el mantenimiento de la inocuidad de los productos, se deberá mover el material con equipos adecuados y limpios; y mantener, en todo momento, los envases en sus embalajes y protecciones originales, cuidando éstas. Asimismo, se realizará una rotación correcta del material y se envolverá el material sobrante.
- 3) Se contará con un emplazamiento destinado al almacenamiento del material de acondicionamiento, se mantendrá limpio y en buen estado, según periodicidad y procedimientos establecidos.

### **Límites críticos**

En esta fase el límite crítico se refiere a la calidad concertada y normas sanitarias de los materiales. En concreto, los materiales destinados al envase y embalaje de los quesos deberán cumplir las especificaciones que el fabricante exige y las normas sanitarias establecidas en el Real Decreto 1679/94 a este respecto y, muy especialmente, lo dispuesto en el Real Decreto 397/1990. Los resultados analíticos deberán estar dentro de los límites permitidos para asegurar su inocuidad.

### **Vigilancia**

- Se comprobará, mediante los certificados que presenten los proveedores o pruebas rápidas físico-químicas, que las especificaciones técnicas de los envases y demás materiales se cumplen.
- Se inspeccionarán las condiciones del entorno: condiciones de transporte, limpieza del vehículo, envoltura y embalaje del material y condiciones de almacenamiento.
- También se supervisarán las prácticas de manipulación.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección de los locales.

### **Medidas correctoras**

- 1) Se rechazará el material que no cumpla las especificaciones requeridas relativas a seguridad a su llegada a la planta. Si el incumplimiento se refiere únicamente a especificaciones de compra que no afectan a la seguridad ni salubridad, se pondrá en conocimiento de la empresa proveedora
- 2) En caso de que la mercancía no sea manipulada adecuadamente, se restablecerán las buenas prácticas de manipulación, así como las pautas de almacenamiento de los envases.
- 3) Asimismo, si no se lleva a cabo correctamente el programa de limpieza, desinfección y mantenimiento de los locales, se procederá al restablecimiento de las pautas correctas de dicho programa.

### **Registros**

- Se conservarán los certificados y albaranes de los materiales suministrados.
- Se anotará cualquier fallo en la manipulación del material, así como cualquier incidencia en las condiciones de los locales o en el programa de limpieza y desinfección.
- Se registrará cualquier medida correctora que haya de ser adoptada.

### **6.3.5. Acabado**

Existe una gran variedad de formatos en la preparación y presentación del queso para su distribución comercial y entrega al consumidor, que van desde la modalidad tradicional sin ninguna clase de envoltura y con la etiqueta colocada directamente sobre la corteza, hasta sofisticados sistemas de envasado, pasando por la aplicación sobre la corteza de diversos materiales protectores.

En esta fase, por tanto, está comprendida cualquier tipo de operación destinada al acondicionamiento de los quesos mediante su tratamiento superficial, etiquetado, envasado y embalaje de transporte, de especial importancia en los quesos no envasados.

El mantenimiento de unas prácticas de manipulación correctas durante estas operaciones, así como de las correspondientes condiciones higiénicas, son necesarias para el logro de la salubridad del producto final.

### **Riesgos**

El riesgo fundamental en esta fase es que pueda producirse una contaminación microbiana debido a una manipulación incorrecta o a equipos o locales deficientemente mantenidos.

### **Medidas Preventivas**

- 1) Se deben realizar unas correctas prácticas de manipulación y el tratamiento superficial, etiquetado, envasado y embalado se efectuarán en locales previstos a tal fin, suficientemente amplios y acondicionados de forma que garanticen la higiene de las operaciones. La temperatura del producto durante el proceso será adecuada a la técnica empleada.
- 2) Es fundamental el mantenimiento del equipo de envasado y superficies limpias y en buen estado según procedimiento y periodicidad determinados, dedicando especial atención al sistema que garantiza la hermeticidad del envase, en su caso.
- 4) Se deben mantener los locales y equipos limpios y en buen estado higiénico, según procedimiento y periodicidad establecidos en el programa de limpieza, desinfección y mantenimiento.

### **Límites críticos**

La actuación del personal debe ajustarse a las buenas prácticas de manipulación en la línea (Anexo).

### **Vigilancia**

- Se supervisarán las prácticas de manipulación.
- Se llevará a cabo la inspección visual periódica del estado de equipos, útiles e instalaciones al inicio de funcionamiento y previo al mismo. También se comprobará que la temperatura del local es la adecuada.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección del local.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección y de las instrucciones de mantenimiento de los equipos.

### **Medidas correctoras**

- 1) Se rechazarán y eliminarán los envases en mal estado después del acondicionamiento.
- 2) Se procederá al bloqueo del lote de productos envasados contaminados.
- 3) Se restablecerán las correctas prácticas de manipulación, cuando sea necesario.
- 4) Se restablecerán las pautas del programa de limpieza y desinfección del equipo o de sus correctas condiciones de funcionalidad, cuando éstas no hayan sido las adecuadas.
- 5) Asimismo, se restablecerán las pautas del programa de limpieza y desinfección del local y sus condiciones ambientales, siempre y cuando no hayan sido las adecuadas.



### **Registros**

- Se anotará cualquier fallo que ocurra en la manipulación, así como las incidencias observadas en el equipo y en los locales o en el programa de limpieza y desinfección.
- Se anotarán todas las medidas correctoras adoptadas.

### ***6.3.6. Almacenamiento industrial***

Esta fase corresponde al período de tiempo que transcurre desde que el producto ha finalizado el proceso de maduración hasta que el mismo va a ser expedido desde el almacén (cámara de expedición) para ser distribuido. Es conveniente mantener los quesos a una temperatura adecuada para evitar el desarrollo de microorganismos.

### **Riesgos**

El riesgo fundamental en esta etapa es de tipo microbiológico:

- Desarrollo microbiano a causa de temperatura inadecuada.
- Contaminación microbiana como consecuencia de unas prácticas de manipulación incorrectas, o bien de unos locales deficientemente mantenidos.

### **Medidas Preventivas**

- 1) Se mantendrá en la cámara de expedición una temperatura adecuada.
- 2) Es esencial efectuar unas correctas prácticas de manipulación de la mercancía.
- 3) Es importante el mantenimiento del local, limpio y en buen estado, según procedimiento y periodicidad establecidos.

### **Límites críticos**

Se evitarán temperaturas extremas que puedan alterar el producto y las condiciones de almacenamiento serán las establecidas, siendo higiénicas satisfactorias.

### **Vigilancia**

- Se controlarán las condiciones de temperatura de la cámara de expedición.
- Se supervisarán las prácticas de manipulación de la mercancía.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza y desinfección del local.

### **Medidas Correctoras**

- 1) En caso de que la temperatura del local no sea la adecuada, se restablecerá a los límites fijados.
- 2) Se restablecerán las buenas prácticas de manipulación, cuando sea necesario; así como las pautas concretas de limpieza, desinfección y mantenimiento de la cámara de expedición.

### **Registros**

- Se registrará periódicamente la temperatura de la cámara de expedición.
- Se mantendrá un registro de la rotación de los lotes.
- Se anotará cualquier incidencia observada en la manipulación de los productos, en el local o en el programa de limpieza y desinfección, al igual que cualquier medida correctora adoptada.

### ***6.3.7. Distribución industrial***

Esta fase corresponde a la expedición del producto desde su almacenamiento hasta la llegada al punto de venta.

### **Riesgos**

El riesgo fundamental es de tipo microbiológico:

- Desarrollo microbiano por temperatura elevada debido a unas condiciones del vehículo isotérmicas o de refrigeración inadecuadas.
- Contaminación microbiana como consecuencia de unas prácticas de manipulación incorrectas o de unos medios de distribución no higiénicos.

### **Medidas Preventivas**

- 1) Los quesos serán transportados a los establecimientos de venta en vehículos (isotermo o frigorífico) que permitan el mantenimiento del frío.
- 2) El interior de los medios de transporte responderá a todas las normas higiénicas, siguiendo los programas de limpieza y desinfección establecidos.
- 3) Las prácticas de manipulación durante la carga serán las adecuadas.

### **Límites críticos**

- Temperatura de transporte adecuada.
- La actuación del personal debe ajustarse a las buenas prácticas de manipulación.

### **Vigilancia**

- Se controlará la temperatura del vehículo en el momento de la salida del establecimiento y durante el transporte, si el vehículo estuviera equipado de los medios para ello.
- Se supervisarán las prácticas de manipulación durante la carga.
- Se comprobará el cumplimiento exhaustivo del programa de limpieza, desinfección y mantenimiento de los vehículos.

### **Medidas Correctoras**

- 1) Se devolverá la partida al establecimiento en caso que no sea apta.
- 2) En caso que la temperatura de transporte no sea la adecuada, se restablecerá, si es posible.
- 3) Se restablecerán las buenas prácticas de manipulación, si es necesario.
- 4) Se restablecerán las pautas del programa de limpieza, desinfección y mantenimiento, en el caso que estas no se hayan seguido correctamente.

### **Registros**

- Se tendrá un registro gráfico de temperatura durante el reparto, si el vehículo está equipado.
- Se anotarán las incidencias observadas en los vehículos o en el programa de limpieza y desinfección; así como cualquier fallo en la manipulación
- También se anotará cualquier medida correctora adoptada.

## 7. VERIFICACIÓN

Una vez que el sistema APPCC ha pasado de la fase de diseño a la aplicación, necesita una verificación periódica en todo su conjunto (de fases, de actividades preventivas, etc...), para comprobar su efectividad.

Dicha verificación se realizará, en principio, por personal de la industria con suficiente responsabilidad y conocimiento dentro de la empresa; o por una empresa de servicios que conozca la aplicación del APPCC. En el caso de personal del establecimiento, sus funciones no deberán depender de la producción. Por otro lado, las autoridades competentes podrán verificar el alcance y la efectividad del autocontrol aplicado por la industria.

El resultado puede ser la ratificación del diseño programado o la modificación del mismo al comprobar que algunos criterios tenidos en cuenta no son adecuados.

La primera verificación después de la implantación del sistema APPCC es la más importante, y las demás se realizarán con una periodicidad establecida.

El sistema APPCC se basa en tres elementos fundamentales: el control eficaz de los puntos críticos, la veracidad de los registros y la eficacia de las medidas correctoras; estos tres elementos serán los que se verán sometidos a valoración. Así, la verificación comprende:

- La observación in situ de las operaciones realizadas en los puntos críticos seleccionados.
- Entrevista a los responsables sobre el modo en que ellos controlan los puntos críticos.
- Muestreo y análisis de productos intermedios o finales.
- Muestreo y análisis de niveles de contaminación en superficies y ambiental.
- Supervisión y registro de las anotaciones realizadas en todas las fases de producción, entre ellas:
  - Revisión de todos los certificados y albaranes de los productos empleados en la producción.
  - Registros de temperaturas y humedades relativas.
  - Medidas correctoras aplicadas.
  - Resultados controles analíticos.
- Comprobación del calibrado de los instrumentos de medida.
- Revisión del sistema en el caso de que se realicen cambios en:
  - Materia prima, ingredientes o aditivos.
  - Condiciones de fabricación.
  - Condiciones de almacenamiento.
  - Condiciones de envasado.
  - Condiciones de distribución.
  - Condiciones de venta.
  - Condiciones de uso y consumo del producto.
  - Cuando se conozca alguna información sobre un nuevo peligro asociado al producto.
  - Sistema de autocontrol.

Para realizar una buena verificación es conveniente llevar a cabo otras acciones que corroboren el funcionamiento del sistema implantado, tales como:

- Mantener reuniones periódicas entre los responsables del control de calidad, control de producción y directivos, con el fin de evaluar la efectividad del APPCC.
- Contar con impresos normalizados para hacer más fácil esta actuación.
- El intercambio de información entre las autoridades competentes, que verifiquen el funcionamiento del sistema y los técnicos que han realizado la verificación de la propia empresa.

## ANEXO 1

### **BUENAS PRÁCTICAS HIGIÉNICAS**

En cualquier sistema de control alimentario, el seguimiento de unas correctas prácticas de higiene supone un requisito imprescindible. Los aspectos básicos para la realización de unas buenas prácticas higiénicas están vinculados a tres elementos:

- Salud e higiene del personal.
- Higiene de equipos y utensilios.
- Higiene de locales y almacenes.

#### ➤ **Salud e higiene del personal**

El personal que trabaja en la planta y que manipula alimentos debe tomar conciencia de la importancia y repercusión social que tiene el correcto desempeño de su labor, así como de su influencia en la calidad sanitaria y comercial del producto final.

Los manipuladores pueden suponer un riesgo de transmisión de microorganismos patógenos a los alimentos y, por tanto, de producir infecciones e intoxicaciones en los consumidores. Por ello deben mantener la máxima higiene, en su doble vertiente de higiene personal y de las operaciones y manipulaciones; al igual que velar por su propia salud.

La dirección del establecimiento deberá tomar medidas para que todas las personas que manipulen alimentos reciban una instrucción adecuada y continuada en materia de manipulación higiénica de los alimentos e higiene personal, con el fin de que sepan adoptar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los productos alimenticios.

Los hábitos higiénicos de los propios manipuladores serán los siguientes:

- Empleo de ropa de trabajo adecuada distinta de la de calle, limpia y, preferentemente, de colores claros. Debe llevar prenda de cabeza para evitar que el pelo contamine los alimentos. La ropa de trabajo se lavará con la periodicidad suficiente para mantenerla limpia.
- Cuando se utilicen guantes, éstos se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza e higiene. Se desecharán aquellos que estén rotos o pinchados.
- Está prohibido comer, beber o fumar mientras se elaboran alimentos; estas acciones pueden realizarse en las zonas de descanso. Estos hábitos son doblemente peligrosos, ya que aparte del peligro de la caída de objetos extraños al alimento, aumentan la secreción salivar y la expectoración, con lo que el riesgo de transmitir microorganismos del sistema respiratorio se ve muy aumentado.
- No tocarse nariz, boca, oídos, etc., ya que son zonas donde pueden existir gérmenes.
- Limpieza de manos con jabón y agua caliente. La posibilidad de contaminación a través de las manos durante la transformación de alimentos es muy elevada. Su limpieza sistemática reduce considerablemente los riesgos de contaminación. Así, antes de empezar la jornada de trabajo, deben lavarse los brazos, antebrazos y manos, y durante la jornada se lavarán las manos:

- Después de los descansos.
- Cada vez que se incorporen a la cadena de producción y siempre después de utilizar los servicios.
- En cualquier momento en que se considere que se han contaminado las manos, sobre todo inmediatamente después de haber manipulado material contaminado.
- El uso de guantes no exime al operario de la obligación de lavarse las manos en los casos anteriormente citados.

Las uñas se mantendrán cortas, sin barniz y escrupulosamente limpias.

- Las heridas en las manos deberán estar cubiertas con un vendaje impermeable estanco y de color bien visible, cambiando el vendaje plástico tantas veces como sea necesario. No deberá permitirse la manipulación de productos a aquellos operarios que tengan heridas o lesiones sin protección. Tales personas podrán usar guantes para asegurar una protección eficaz.

Para que la higiene de los operarios sea la adecuada es necesario que la planta reúna una serie de condiciones:

- Habrá un número de lavabos suficientes para lavarse y desinfectarse las manos y dispondrán de toallas de un solo uso. Deberán disponer, permanentemente, de dispensadores de jabón y de sustancias desinfectantes.
- Existirá un número suficiente de vestuarios, lavabos y retretes con cisterna, que no deberán estar comunicados directamente con los locales de trabajo.
- Se podrán colocar avisos en lugares bien visibles sobre la obligación de lavarse las manos.
- Se evitará el uso de paños y toallas de limpieza. En el caso de que sea necesario su uso, se recomienda que los paños y toallas utilizados se destinen a un sólo uso y no se compartan con otras utilidades. En cualquier caso, dichos paños se lavarán, hervirán y secarán cuando se considere conveniente y siempre después de la jornada de trabajo. Nunca se deben mantener húmedos, ya que puede suponer un crecimiento bacteriano.

En relación a la salud de los manipuladores son necesarias las siguientes medidas:

- Todo manipulador de alimentos tiene la obligación de contar con un Carnet de Manipulador expedido por la Administración competente.
- Todo manipulador tiene la obligación de contar con un certificado médico que acredite, en el momento del inicio de la relación laboral, que no existe ningún impedimento sanitario para la realización de su trabajo.
- Todo manipulador de alimentos está obligado a comunicar de forma inmediata cualquier patología que sufra y que pueda representar un riesgo de transmisión de agentes patógenos a los alimentos. Se le realizarán los exámenes médicos necesarios para detectar la posible patología, separándolo provisionalmente de las fases de contacto con los productos alimenticios.
- Se deberán evitar toses y estornudos en los locales de trabajo y en zonas cercanas a la manipulación de alimentos.

La responsabilidad del control de manipuladores recaerá sobre una persona, que preferentemente será personal del establecimiento y cuyas funciones estén separadas, en lo posible, de las de producción. Esta persona deberá tener pleno conocimiento de la importancia de la contaminación debida a los manipuladores.

Se vigilarán especialmente aquellos operarios que hayan demostrado el incumplimiento de las normas de higiene, los cuales habrán sido informados previamente de la obligatoriedad y necesidad de su cumplimiento. Si persisten en el incumplimiento de dichas prácticas serán retirados de la cadena de producción.

### ➤ **Higiene de equipos y utensilios**

Cuando se realiza la selección del equipo para el procesado de los alimentos deberán considerarse diversos factores. El primero es la perfección con que el equipo realiza la función para la que se destina y a continuación otros como el tamaño en relación con el volumen de producción, fiabilidad, facilidad de funcionamiento y mantenimiento o la seguridad para los operarios.

El equipo seleccionado para la línea de procesado supone un componente importante sobre la capacidad para producir y preparar alimentos inocuos con una calidad microbiológica aceptable. Esta capacidad deriva predominantemente de la facilidad de limpieza y mantenimiento, protección del alimento de la contaminación externa o derivada del propio equipo, realización del proceso idóneo y de los medios para controlar y comprobar el funcionamiento del equipo. Es claro que resulta esencial disponer de personal bien preparado y motivado para realizar una operación totalmente higiénica incluso con el equipo seleccionado de la forma más cuidadosa.

Un componente de un equipo cuyo mantenimiento resulta difícil o no alcanza el rendimiento previsto puede originar problemas microbiológicos importantes o, también, una superficie con grietas y fisuras y materiales absorbentes de difícil limpieza favorece los riesgos sanitarios. Es por ello que deben hacerse una serie de consideraciones:

- Los equipos y utensilios destinados a la elaboración de productos lácteos han de mantenerse en buen estado de conservación, y se deben limpiar y desinfectar de acuerdo con lo establecido en el programa correspondiente. Cuando empiecen a presentar signos de deterioro o corrosión deberán sustituirse por nuevos. Estos utensilios deberán utilizarse únicamente para la manipulación de los productos alimenticios. Se podrán utilizar para otros usos, si lo autoriza la autoridad competente.
- Los utensilios usados para la manipulación de materias primas no podrán entrar en contacto con los productos finales, a no ser que hayan sido limpiados y desinfectados previamente.
- Todas las superficies donde se manipulen materias primas y demás productos, así como las estructuras de apoyo (mesas, bandejas, carretillas, etc.) se conservarán en perfecto estado y se limpiarán periódicamente, además de ser fáciles de limpiar. Deberán ser de un material que no transmita sustancias tóxicas, olores, ni sabores, impermeables, resistentes a la corrosión y capaces de resistir repetidas operaciones de limpieza y desinfección. Las superficies deberán ser lisas y carentes de agujeros y grietas. Entre los materiales apropiados figura el acero inoxidable y el polietileno. Deberá evitarse el uso de madera y otros materiales que no puedan limpiarse y desinfectarse adecuadamente, a menos que se tenga la certeza de que su empleo no será una fuente de contaminación.



- El equipo para manipular, preparar y almacenar alimentos debe diseñarse y utilizarse de forma que se garantice la protección de los productos contra la posible contaminación exterior o interior por el mismo. Como ejemplos de contaminación ambiental se incluye la caída de agua condensada desde tuberías elevadas o desde el techo, el aire contaminado y las salpicaduras de agua desde el suelo hacia las superficies que contactan con los alimentos.

### ➤ Higiene de locales y almacenes

El diseño higiénico de las zonas donde se manipulan alimentos, así como de los equipos y utensilios, está contemplado en el Real Decreto 1679/94 y en cualquier código de prácticas de higiene. Así, se pueden hacer unas consideraciones, necesarias para la correcta higiene de locales:

- Los locales deberán ser de construcción sólida y habrán de mantenerse en buen estado. Todos los materiales de construcción deberán ser tales que no transmitan ninguna sustancia indeseable a los alimentos. Deberá disponerse de suficiente espacio de trabajo para realizar de manera satisfactoria todas las operaciones.
- Deberán proyectarse de forma que permitan una limpieza fácil y adecuada, un buen control de la higiene de los alimentos y la eliminación, en la mayor medida, de los contaminantes ambientales, como humo, polvo, etc. La higiene de locales se asegura mediante la correcta aplicación del programa de limpieza y desinfección descrito en el Anexo 2. Asimismo, se dispondrá de un sistema adecuado de protección contra insectos y roedores, descrito en el Anexo 4.
- En el caso de los almacenes de materiales auxiliares deben realizarse visitas periódicas de control en las que se compruebe la estiba adecuada de los productos y/o materiales, así como las condiciones generales del local, que deben ser adecuadas para permitir el correcto acondicionamiento de los productos en ellos almacenados.
- Las materias primas, productos auxiliares y otros materiales no pueden estar en contacto directo con el suelo, debiendo separarse del mismo mediante palets u otros dispositivos, que no deberán ser de madera.
- Los condimentos y aditivos deben conservarse en locales limpios y secos, debidamente acondicionados, procurando conservar los envases cerrados para evitar la pérdida de sus propiedades organolépticas.

## ANEXO 2

### PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Además de comprobar que en el establecimiento se llevan a cabo unas buenas prácticas de manipulación, debe asegurarse que se realiza una correcta limpieza y desinfección de aquellos elementos, máquinas y útiles que intervienen en el proceso de fabricación.

La limpieza y desinfección es uno de los pilares básicos del sistema APPCC, y por supuesto, en el trabajo y en la consecución de productos de calidad en una industria agroalimentaria. Su objetivo básico es el mantenimiento del control microbiológico en la planta. Realizada en adecuadas condiciones eliminará, o al menos reducirá a niveles aceptables, la carga microbiana alterante y reducirá al máximo posible la presencia de microorganismos patógenos.

El establecimiento de un programa de limpieza y desinfección debe contemplar aquellos locales donde se manipulan los quesos, las cámaras de maduración y de expedición y los equipos y útiles allí empleados. El programa se determina evaluando las necesidades higiénicas en función del riesgo sanitario, del tipo de operación que se realice y del producto alimenticio de que se trate.

El programa de limpieza se redactará por escrito y contemplará de manera detallada:

- Tipo y dosis de los productos utilizados.
- Método y frecuencia con que se realizan estas operaciones.
- Personal que se ha encargado de estas actividades (personal propio o contratado).

La responsabilidad de limpieza del establecimiento recaerá sobre una persona, que preferentemente será personal del establecimiento y cuyas funciones estén separadas, en lo posible, de la producción. Esta persona deberá tener pleno conocimiento de la importancia de los riesgos que entraña la contaminación debida a unos locales o equipos deficientemente mantenidos.

En este Plan se tendrán en cuenta los siguientes principios:

- Las condiciones de humedad y temperaturas medias o altas favorecen el crecimiento bacteriano. Si a ello se le suma la permanencia en las superficies de residuos y acumulación de polvo, se facilita un crecimiento bacteriano que puede repercutir en la inocuidad de los productos. Por ello deben mantenerse locales, equipos y utensilios limpios y secos.
- El equipo y los utensilios deberán utilizarse limpios y desinfectados con anterioridad a su uso y mantenerse, igualmente, durante los períodos en los que no sean utilizados. No se deben compartir utensilios y equipos para distintos usos, con el fin de prevenir contaminaciones cruzadas. En el caso de que se utilicen en distintas fases de la cadena de producción, se lavarán y desinfectarán con anterioridad a su nueva utilización.
- La zona de almacenamiento de los contenedores de desechos deberá limpiarse y desinfectarse cada vez que se vacíen.
- Los productos utilizados deberán garantizar una limpieza y desinfección adecuada y se usarán de forma que no puedan transmitir sustancias contaminantes a los quesos. Dichos productos deberán cumplir los requisitos establecidos por la legislación vigente (R.D. 2816/1983, de 13 de octubre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de detergentes), estar autorizados para uso en industrias alimentarias, etiquetarse adecuadamente con un

rótulo que informe sobre su toxicidad y empleo, y deberán almacenarse en zonas o locales separados de los productos alimenticios y materias primas, preferiblemente cerrados con llave.

- Los materiales utilizados para el lavado (cepillos, esponjas, etc.) deberán mantenerse limpios y secos.
- Los vestuarios, lavabos y retretes deberán mantenerse limpios en todo momento.
- El personal de limpieza deberá estar bien capacitado en técnicas de limpieza.
- La temperatura de lavado tiene una influencia decisiva en el grado de limpieza y el nivel de contaminación bacteriológica de una instalación. Temperaturas inferiores a 40° C son insuficientes ya que la grasa debe ser fundida para realizar una limpieza eficiente. Sin tener en cuenta el ahorro energético, la temperatura óptima oscila entre los 60 y 70 ° C.

Normalmente se realiza una limpieza diaria, aunque en plantas de elevada producción y en las zonas de almacenamiento puede realizarse cada varios días. La limpieza debe iniciarse sin demora una vez terminados los procesos de fabricación para evitar que los restos orgánicos se sequen y adhieran a las superficies, lo cual dificultará su posterior eliminación, evitando también que tenga lugar una multiplicación microbiana excesiva.

A continuación debe aplicarse un detergente que facilita la eliminación y disolución de las partículas y restos de menor tamaño. Hay que tener presente todos estos restos orgánicos dificultan y reducen la acción posterior de los desinfectantes. Para que sea completamente eficaz es necesario que el detergente actúe durante un cierto tiempo sobre las superficies a limpiar, tiempo que puede aprovecharse para potenciar su actuación mediante una acción mecánica, bien manual o con sistemas automatizados. Terminada esta fase debe procederse a un aclarado en profundidad que arrastre tanto los residuos existentes como los restos de detergente.

Una vez que las superficies se hallen visualmente limpias, debe procederse a la desinfección. Resulta muy importante para la correcta actuación del desinfectante, respetar las instrucciones de utilización (concentración, tiempo y temperatura). La operación concluye con un aclarado completo que elimina cualquier resto de desinfectante.

El programa de limpieza y desinfección será determinado teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante de los equipos y maquinaria a la hora de la limpieza de éstos.

La vigilancia de la correcta aplicación del programa de limpieza y desinfección debe hacerse en primer lugar mediante la inspección visual, comprobando la ausencia de suciedad y el adecuado estado de limpieza de locales y equipos. También juega un papel importante la verificación de la eficacia de la desinfección en las superficies que puedan comprometer la higiene del producto, tales como mesas de trabajo, carros donde se transporten los quesos, bandejas transportadoras y maquinaria mediante la toma periódica de muestras de superficies.

## ANEXO 3

### CONTROL DE AGUA POTABLE

El empleo de agua potable, tal como se define en la Reglamentación Técnico-Sanitaria aprobada por el R. D. 1138/1990, de 14 de septiembre; es obligatorio para todos los usos en las industrias de alimentación. Únicamente se contempla el empleo de agua no potable de forma excepcional para la producción de vapor, la extinción de incendios o la refrigeración, siempre que las tuberías instaladas para ello imposibiliten que esa agua pueda ser utilizada para otros fines o suponga un riesgo de contaminación para los productos. Las tuberías de agua no potable deben diferenciarse claramente de las de agua potable.

La industria debe informar del origen del abastecimiento (red municipal, pozo o agua superficial) y poder mostrar, mediante un plano o croquis, el sistema de distribución de agua dentro del establecimiento. Deberá identificar las conducciones de agua no potable, si las hubiera, así como de las diferentes tomas existentes. Es conveniente también diferenciar las tuberías de los circuitos de agua fría y caliente.

El agua se utiliza en la limpieza, desinfección y en la higiene general de los trabajadores y del establecimiento. De aquí la importancia de que el agua sea bacteriológicamente aceptable y con parámetros físico-químicos adecuados. Así, la empresa deberá realizar análisis físico-químicos y microbiológicos del agua que utiliza, para asegurarse de la idoneidad de la misma, con la siguiente frecuencia:

<b>Análisis</b>	<b>Red pública</b>	<b>Agua de pozo</b>	<b>Aguas superficiales</b>
<b>Físico-químico</b>	Anual	Anual	Anual
<b>Microbiológico</b>	Anual	Mensual	Semanal

Estos análisis pueden complementarse y contrastarse con los procedentes de los boletines periódicos de análisis realizados por las empresas o entidades responsables del suministro de agua potable.

Si hubiera desviaciones respecto de los valores de referencia establecidos en la legislación, se tomarán las medidas correctoras oportunas y se repetirán los análisis para confirmar la corrección del defecto detectado. Los valores tanto microbiológicos como físico-químicos del agua están recogidos en el R. D. 1138/1990.

En caso de utilizar agua de pozo, agua superficial o agua de red municipal con depósito intermedio, que tiene función de almacén del agua, es necesario disponer de un equipo de cloración de agua. Se controlará el buen funcionamiento del dispositivo de cloración con el control diario del nivel residual de cloro en el agua, anotándose los resultados de dichos controles.

Los depósitos intermedios deben estar totalmente cerrados sin comunicación con el exterior para evitar que se contaminen con sustancias extrañas. Es conveniente conseguir en el interior la agitación del agua antes de su utilización, para facilitar la renovación uniforme y evitar que queden zonas donde el agua se remanse.

## ANEXO 4

### LUCHA CONTRA PLAGAS

Los insectos y roedores constituyen un peligro grave de alteración y contaminación de los alimentos, por lo que deberán realizarse medidas preventivas para impedir su presencia en los establecimientos y medidas urgentes de erradicación en el caso de que se detecten estos animales en el interior de la industria.

Por ello, se aplicará un Programa de Desinsectación y Desratización establecido por el personal competente en la materia. El programa de lucha contra las plagas ha de ser eficaz y continuo, estará redactado por escrito y tendrá en cuenta los siguientes principios:

- Se deberán inspeccionar aquellos rincones en los locales e instalaciones que puedan ser posible foco de estos animales.
- Las medidas de lucha que comprendan el tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos sólo deberán aplicarse bajo la supervisión directa del personal experto y cualificado de una empresa especializada o por personal de la industria que conozca la utilización de plaguicidas y sus peligros potenciales al hombre y a los productos alimenticios.
- Insecticidas y raticidas se utilizarán de forma que no puedan transmitir sustancias contaminantes a los alimentos. Deberán cumplir los requisitos establecidos por la legislación vigente (R.D. 3349/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la fabricación, comercialización y utilización de Plaguicidas), etiquetarse adecuadamente con un rótulo en el que se informe sobre su toxicidad y empleo, y almacenarse en zonas o locales separados de los productos alimenticios y materias primas, y preferiblemente cerrados con llave.
- Deberán adoptarse todas las medidas preventivas generales relativas al diseño y mantenimiento de los locales de forma que se evite la entrada de animales indeseables en las mismas:
  - Proteger desagües, agujeros y grietas por donde pasan las tuberías o cualquier zona susceptible de entrada de estos animales mediante materiales que eviten su presencia en el establecimiento. Los paneles de madera, los falsos techos y las tuberías empotradas en los locales donde se preparan alimentos pueden favorecer posibles entradas de roedores.
  - Seguimiento de unas prácticas correctas de almacenamiento. Los métodos de almacenamiento defectuosos, el apilamiento inadecuado y la falta de limpieza de los mismos favorecen la infestación de un edificio realmente protegido hacia el exterior.
  - Evitar grifos que gotean, desagües defectuosos, etc.
  - Arreglar aquellas ventanas cuyos cristales se hayan roto o que presenten signos de deterioro.
  - Los locales donde se depositen los desechos, así como los contenedores de desechos, deberán ser de fácil limpieza y mantenerse limpios. Estos contenedores deberán mantenerse cerrados hasta el momento de la evacuación.
  - Los alrededores del establecimiento se mantendrán limpios y libres de cualquier material que pudiera constituir un criadero de animales indeseables. Es conveniente eliminar la maleza y acúmulo de objetos o basura en el perímetro de la industria que puedan servir de cobijo o lugar de cría tanto de insectos como de roedores.

## ➤ **Desinsectación**

Entre las medidas preventivas específicas para evitar su penetración en los locales destaca la utilización de telas mosquiteras y mallas finas en las ventanas y otras aberturas al exterior, como puertas, ventiladores, extractores o zonas de los locales en donde se considere conveniente. Las telas mosquiteras serán de fácil limpieza y se limpiarán periódicamente.

Entre los métodos de eliminación de insectos se pueden aplicar:

- Insecticidas, teniendo presente la toxicidad que representan para el hombre y el peligro de aplicación sobre alimentos o en los locales donde se estén manipulando o se encuentren almacenados. Por ello, únicamente se aplicarán en locales vacíos, bien al término de la jornada de trabajo o cuando quedan vacíos al finalizar los períodos de curación de los productos.

Será necesario un período de ventilación de los locales previo a su reutilización tras el empleo de insecticidas, cuya duración dependerá del tipo de compuesto elegido.

Dada la peligrosidad de la aplicación de estos productos, se recomienda su empleo por personas con preparación para ello o empresas habilitadas al efecto. Los productos empleados deben siempre estar autorizados para su uso en la industria alimentaria.

- Dispositivos con tubos fluorescentes que atraen a los insectos voladores hacia una rejilla electrificada. La luz atrae a los insectos, y éstos, mueren al contactar con la rejilla eléctrica y caen en una bandeja colectora.

## ➤ **Desratización**

Como métodos comunes de eliminación de roedores se encuentran:

- Métodos físicos, como el empleo de trampas colocadas en lugares estratégicos donde pueda presumirse el paso o presencia de estos animales. No son eficaces contra las infestaciones más intensas, pero pueden ser útiles como medida preventiva.
- Métodos químicos, basados en el empleo de cebos con venenos agudos o crónicos.

Las empresas deben establecer un programa de prevención y eliminación sistemática de roedores para lo que deben contar con un plano de sus instalaciones en las que se indique la ubicación de los cebos y una memoria en la que se haga constar el nombre del producto o productos empleados, composición, modo de empleo y su frecuencia de reposición, así como otros datos que se consideren de interés. Dicha memoria se cambiará al cambiar de productos, método de conservación, etc.

También es necesario revisar periódicamente los cebos, anotando el resultado de la revisión y las incidencias detectadas. La frecuencia de estas revisiones será determinada por la empresa.

Se puede encomendar a una contrata externa la realización del programa de desratización, y solicitar de la misma la memoria antes indicada.

**ANEXO 5****MODELOS DE “HOJA-CONTROL”****HOJA-CONTROL DE CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO <sup>1</sup>**

Persona que realiza el control: \_\_\_\_\_

Periodicidad <sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

Fecha	Cámara N°	Condiciones de estiba <sup>3</sup>	Firma

**Observaciones:**

- <sup>1</sup> Modelo-ejemplo. Pueden existir otras muchas formas de registro de esta información. Este modelo sirve tanto para el control de cámaras de maduración como de productos terminados.
- <sup>2</sup> La periodicidad del control la establecerá la empresa en función del tipo de producto almacenado y riesgo que presente.
- <sup>3</sup> Puede indicarse, por ejemplo, si las condiciones son adecuadas, con ligeras deficiencias o inadecuadas, y cuantas observaciones se considere necesario. En el caso de ligeras deficiencias, se indicará cuáles y deberá notificarse a la persona o departamento responsable para su corrección. Si la estiba es inadecuada se corregirán inmediatamente el problema, revisando el estado de las materias primas almacenadas. Debe registrarse el resultado de la inspección y la corrección del defecto.

**HOJA-CONTROL DE PRODUCCIÓN <sup>4</sup>**

Cámara n°:	Fecha de fabricación:
N° de partida o lote:	N° de piezas o kg:
Observaciones <sup>5</sup> :	
Firma:	

---

**Observaciones:**

<sup>4</sup> Modelo-ejemplo de hoja de control de producción para productos curados. Pueden existir otras muchas formas de registro de esta información. No todos los datos que se indican en este modelo deben figurar necesariamente.

<sup>5</sup> Indíquense cuantas observaciones o datos se consideren oportunos o relevantes sobre la partida, como por ejemplo tiempo de maduración, mermas, alteraciones detectadas durante el proceso, etc.



<b>HOJA-CONTROL DE CLORO <sup>6</sup></b>
---

Mes y año: \_\_\_\_\_

<b>DÍA Y HORA <sup>7</sup></b>	<b>PUNTO DE MUESTRA <sup>8</sup></b>	<b>RESULTADO DEL CLORO <sup>9</sup></b>	<b>CAUSA DE INCORRECCIÓN</b>	<b>MEDIDA ADOPTADA</b>	<b>FIRMA <sup>10</sup></b>

---

**Observaciones:**

- <sup>6</sup> Modelo-ejemplo. Pueden existir otras muchas formas de registro de esta información. Esta ficha se realizará para controlar si la cantidad de cloro en los grifos de la planta es la adecuada.
- <sup>7</sup> La periodicidad del control de cloro será diaria en las fases primeras de implantación del sistema y se irá distanciando su frecuencia en el tiempo si no aparecen incidencias. Con el paso del tiempo se realizará dos veces por semana, siendo esta frecuencia meramente orientativa.
- <sup>8</sup> Debe indicarse el lugar de donde se ha tomado la muestra para el análisis.
- <sup>9</sup> Se indicará la concentración de cloro obtenida en el test, que en caso de no ser la establecida se indicará el motivo y la medida a adoptar.
- <sup>10</sup> Debe indicarse la persona que realiza el control.

**HOJA-CONTROL DE DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN <sup>11</sup>**

Fecha: \_\_\_\_\_

Persona que realiza el control: \_\_\_\_\_

<b>LÁMPARAS ELECTROCUTORAS</b>					
Nº	FUNCIONA	NO FUNCIONA	LIMPIA		OBSERVACIONES <sup>12</sup>
			SI	NO	

<b>CEBOS</b>				
Nº	CORRECTO	INCORRECTO	CANTIDAD CONSUMIDA	OBSERVACIONES <sup>12</sup>

<b>TRAMPAS (cepos, pegamentos, etc.)</b>			
Nº	CAPTURA	NO CAPTURA	OBSERVACIONES <sup>12</sup>

**Observaciones:**

<sup>11</sup> Modelo-ejemplo. Pueden existir otras muchas formas de registro de esta información.

<sup>12</sup> Si las hay.

<sup>13</sup> Este control se realizará con una periodicidad de 15 días.

<b>HOJA-CONTROL DE MANTENIMIENTO HIGIÉNICO DE LA PLANTA <sup>14</sup></b>
---

Fecha: \_\_\_\_\_

Persona que realiza el control: \_\_\_\_\_

SUELO	CORRECTO	INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN	<sup>15</sup> MEDIDAS ADOPTADAS
En las salas, el suelo es de baldosas, resina epoxi, o de un material impermeable.			
El suelo es liso, sin grietas, agujeros y fácilmente limpiable.			
El suelo tiene una pendiente tal, que no produzca charcos o acumulación de agua.			
En el suelo de baldosas, las juntas están desgastadas y hay baldosas rotas o desprendidas.			

DESAGÜES	CORRECTO	INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN	<sup>15</sup> MEDIDAS ADOPTADAS
Todos los desagües están perfectamente insertados, limpios y no desprenden olores.			
Están provistos de trampillas de dimensión adecuadas.			

PAREDES	CORRECTO	INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN	<sup>15</sup> MEDIDAS ADOPTADAS
Son lisas y fácilmente limpiables.			
Están recubiertas de material de color claro, sin desconchados, libres de suciedad, sin humedades, etc.			

<b>TECHOS</b>	<b>CORRECTO</b>	<b>INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN</b>	<b>MEDIDAS ADOPTADAS</b> <sup>15</sup>
El techo es continuo, liso, sin rendijas, ni desconchados, de color claro, y fácilmente limpiable.			
Se aprecian salpicaduras de los equipos de refrigeración, telarañas, manchas de humedad, mohos, etc.			
Los elementos estructurales o tuberías están libres de polvo en sus superficies superiores.			
Los elementos de iluminación son fijos, debidamente protegidos y fácilmente limpiables.			
Si existen falsos techos están limpios en su totalidad.			

<b>ABERTURAS</b>	<b>CORRECTO</b>	<b>INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN</b>	<b>MEDIDAS ADOPTADAS</b> <sup>15</sup>
Las ventanas y los marcos están en buen estado, libres de suciedad y ajustados.			
Las telas mosquiteras están perfectamente selladas y no presentan ninguna rotura			
Las puertas se ajustan de tal forma que impiden la entrada de insectos y roedores.			
Las puertas disponen de mecanismo de cierre apropiado y no se quedan abiertas.			

<b>EXTERIORES DE LA PLANTA</b>	<b>CORRECTO</b>	<b>INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN</b>	<b>MEDIDAS ADOPTADAS</b> <sup>15</sup>
En zonas cercanas a la industria no existen focos de contaminación como basura, desperdicios, etc.			
La zona de entrada y de carga y descarga están cimentadas o asfaltadas.			
No se forman charcos, ni excesivos acúmulos de agua en el exterior de la planta.			

EQUIPOS Y ACCESORIOS	CORRECTO	INCORRECTO, INDICAR LA SALA DONDE ESTÁ LA INCORRECCIÓN	MEDIDAS ADOPTADAS <sup>15</sup>
Las superficies superiores de los equipos, máquinas y armarios están limpias y son accesibles.			
Es posible inspeccionar los equipos, máquinas y armarios por todos los lados y por debajo.			
En los equipos, depósitos e instalaciones no existen restos de producto viejo, óxido, desconchados, soldaduras, etc.			
Las instalaciones eléctricas están correctamente protegidas.			
No hay abandonadas en las esquinas cajas, sacos, cubos, material o equipos no utilizables.			
Se dispone de sistema de ventilación o eliminación de los vapores o humos, encima de los equipos que los puedan producir.			
Están limpios los ventiladores y los extractores, estando estos últimos protegidos.			
Las herramientas y equipos accesorios disponen de lugares de almacenamiento apropiados.			
No hay restos de material o repuestos tales como fusibles, tornillos, trozos de alambre y herramientas, sobre los equipos, armarios o paneles de control.			

**Observaciones:**

- <sup>5</sup> Modelo-ejemplo. Pueden existir otras muchas formas de registro de esta información. Este documento es muy general.
- <sup>5</sup> Si son necesarias.
- <sup>6</sup> Su frecuencia de realización es una vez al principio de la instauración del sistema, que sirva como diagnóstico inicial y para conocer el punto de partida de las infraestructuras de la industria. Posteriormente se verificará el mantenimiento y las mejoras con una periodicidad bimensual.



---

---

**ESTUDIO BÁSICO**  
**DE SEGURIDAD Y SALUD**  
**EN LA OBRA**

---

---

# **ÍNDICE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>323</b>
1.1. OBJETO DEL ESTUDIO .....	323
1.2. OBLIGATORIEDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA .....	323
1.3. DESIGNACIÓN DE COORDINADORES EN SEGURIDAD Y SALUD.....	324
1.4. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES AL ESTUDIO Y A LA OBRA	324
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....</b>	<b>326</b>
2.1. TIPO DE OBRA .....	326
2.2. DENOMINACIÓN DE LA OBRA .....	326
2.3. SITUACIÓN DE LA OBRA .....	326
2.4. ACCESOS Y COMUNICACIONES .....	326
2.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO .....	326
2.6. SERVICIOS AFECTADOS POR LA OBRA .....	326
2.7. FASES DE EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	327
2.8. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA .....	327
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FASES DE OBRA.....</b>	<b>328</b>
3.1. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA .....	328
3.2. RIESGOS.....	329
3.2.1. Riesgos profesionales.....	329
3.2.2. Riesgos de daños a terceros.....	334
<b>4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN.....</b>	<b>335</b>
4.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS.....	335
4.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS.....	342
4.2.1. Disposiciones mínimas específicas para interior de locales.....	342
4.2.2. Disposiciones mínimas específicas para exterior de locales.....	344
4.3. PROTECCIONES TÉCNICAS .....	350
4.3.1. Protecciones individuales (EPIS).....	350
4.3.2. Protecciones colectivas .....	351
4.3.2.1. Señalización general .....	351
4.3.2.2. Protecciones colectivas generales .....	355
4.3.2.3. Consideraciones preventivas.....	360
4.3.3. Medidas de protección a terceros.....	363
4.3.4. Mantenimiento preventivo .....	364
4.4. ACCIONES FORMATIVAS.....	365
4.4.1. Normas generales .....	365
4.4.2. Contenido de las acciones de formación.....	365
4.5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	367
4.5.1. Botiquín.....	367



4.5.2.	Asistencia a accidentados.....	367
4.5.3.	Reconocimiento médico.....	367
4.5.4.	Prevención de riesgos dorsolumbares .....	367
4.6.	INSTALACIONES PROVISIONALES .....	369
<b>5.</b>	<b>OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....</b>	<b>371</b>
<b>6.</b>	<b>OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....</b>	<b>372</b>
<b>7.</b>	<b>DERECHOS DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>373</b>
<b>8.</b>	<b>DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....</b>	<b>374</b>
8.1.	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN .....	374
8.2.	ORDENANZAS .....	375
8.3.	NORMAS UNE Y NTE .....	375
8.4.	DIRECTIVAS COMUNITARIAS .....	377



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Objeto del estudio

El presente Estudio de Seguridad y Salud en la Obra establece, durante la ejecución del presente Proyecto, las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y en este sentido:

- Precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identifica los riesgos laborales que puedan ser evitados.
- Indica las medidas técnicas necesarias para esta evicción.
- Relaciona los riesgos laborales que no puedan eliminarse.
- Especifica las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir estos riesgos.
- Valora su eficacia.
- Contiene medidas específicas.
- Contempla las previsiones e informaciones precisas para los trabajos de mantenimiento o reparación.

El Contratista, de acuerdo con este Estudio, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en la obra, donde se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de obra.

El Plan podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias que puedan surgir a lo largo del mismo, pero siempre con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa y la necesaria información y comunicación al Comité de Seguridad e Higiene o, en su defecto, a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## 1.2. Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en la Obra

Con el Estudio de Seguridad y Salud en la Obra, se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, ya que se concurre en el supuesto c) de dicho Real Decreto; es decir el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es superior a 500. Además se deben establecer las “disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”, definiéndose, entre otros conceptos, cada una de las figuras responsables que intervienen en la seguridad de una obra y sus obligaciones.

### **1.3. Designación de Coordinadores en seguridad y salud**

En la obra proyectada, el Promotor designará un Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra.

En este sentido, y en aplicación de lo dispuesto en el Art. 3 de R. D. 1627/1997, el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del presente Proyecto será el Ingeniero que lo suscribe.

Si en la ejecución de la obra interviniese más de una empresa, trabajadores autónomos o una mezcla de ambos, el Promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los Coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del Proyecto y durante la ejecución de la Obra podrá recaer en la misma persona. Dicha designación de los Coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

### **1.4. Principios generales aplicables al Estudio y a la Obra**

En la redacción del presente Estudio, y en conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se han de tomar los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en el artículo 15, en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra, y en particular:

- Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultáneamente o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Asimismo, los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

## **2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

### **2.1. Tipo de obra**

La obra, objeto del presente Proyecto Fin de Carrera, consiste en la creación de distintas instalaciones para, a posteriori, llevar a cabo la actividad propia de una Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego.

### **2.2. Denominación de la obra**

Adecuación de una Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego.

### **2.3. Situación de la obra**

Ciudad: Villalón de Campos  
Provincia: Valladolid  
Dirección: No disponible

### **2.4. Accesos y comunicaciones**

No disponible.

### **2.5. Características del terreno**

No disponible.

### **2.6. Servicios afectados por la obra**

- Red sanitaria.
- Red eléctrica y de agua potable.
- Conducciones de gas.
- Red telefónica y de transmisión de datos.

## 2.7. Fases de ejecución de la obra

La descripción de la obra y sus fases contenida en el presente Estudio es indicativa, debiendo el Plan de Seguridad y Salud que redacte el Contratista proponer las medidas y métodos más seguros y adecuados para la obra en relación a su propia organización y medios materiales disponibles.

- **Movimiento de tierras.** La excavación se realizará hasta formar una terraza al nivel necesario para la configuración de la planta baja según los niveles expresados en el proyecto.
- **Cimentaciones y estructuras.** Para la seguridad en el proceso se colocarán barandillas de protección en los bordes de forjado y huecos de escaleras.
- **Cerramientos y albañilería.** Los cierres de fachada se ejecutarán desde andamios, debiendo cumplir éstos todas las condiciones exigibles por la ordenanza correspondiente.
- **Instalación eléctrica.** Para los trabajos de rápida ejecución, se usará una escalera de tijera, y para aquellos de más envergadura, andamio de borriquetas:
  - La conducción eléctrica debe estar protegida del paso de máquinas y personas en previsión de deterioro de los cables, realizándose instalaciones aéreas.
  - Las tomas de corriente, conexiones, etc. para máquinas estarán protegidas, ya que generalmente corren el peligro de sufrir golpes o aplastamientos.
  - La maquinaria empleada estará protegida contra contactos eléctricos indirectos por medio de doble aislamiento.
  - Se deberá impedir que personas ajenas al trabajo que se está realizando den tensión a las instalaciones eléctricas sobre las que se está operando, para lo cual se colocarán carteles de señalización y aviso a la entrada de la instalación y bloquearla si es preciso.
- **Fontanería.** Como en el resto de actividades, los operarios llevarán los elementos de protección necesarios, teniéndose en cuenta todo lo señalado en el apartado anterior.

## 2.8. Plazo de ejecución de la obra

Plazo de ejecución de los trabajos: no disponible.  
Volumen total de mano de obra (días/hombre): no disponible.  
Personal máximo previsto: no disponible.

### **3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FASES DE OBRA**

#### **3.1. Unidades constructivas que componen la obra**

Las unidades constructivas para llevar a cabo la ejecución de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego son las siguientes:

- Medios y maquinaria.
- Trabajos previos.
- Derribos.
- Movimiento de tierras y excavaciones.
- Saneamiento.
- Cimentaciones.
- Estructura.
- Albañilería y carpintería.
- Fontanería.
- Cubierta.
- Instalación eléctrica.
- Instalación frigorífica.
- Instalación de protección contra incendios.
- Revestimientos y acabados.



## 3.2. Riesgos

### 3.2.1. Riesgos profesionales

#### ▪ Medios y maquinaria

- Atropellos, choques con otros vehículos.
- Interferencias con instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...).
- Desplome y/o caída de maquinaria de obra (silos, grúas...).
- Riesgos derivados del funcionamiento de grúas.
- Caída de la carga transportada.
- Generación excesiva de polvo.
- Emanación de gases tóxicos.
- Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas).
- Golpes y tropiezos.
- Caída de materiales, rebotes.
- Ambiente excesivamente ruidoso.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Accidentes derivados de condiciones atmosféricas.

#### ▪ Trabajos previos

- Interferencias con instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...).
- Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas...).
- Golpes y tropiezos.
- Caída de materiales, rebotes.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Vuelco de pilas de material.
- Riesgos derivados del almacenaje de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas...).

#### ▪ Derribos

- Interferencias con instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...).
- Generación excesiva de polvo.
- Emanación de gases tóxicos.
- Proyección de partículas durante los trabajos.
- Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas...).
- Contactos con materiales agresivos.
- Cortes y pinchazos, golpes y tropiezos.
- Caída de materiales, rebotes.
- Ambiente excesivamente ruidoso.
- Fallos de la estructura.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Acumulación y bajada de escombros.

- **Movimientos de tierras y excavaciones**
  - Atropellos y colisiones.
  - Vuelcos de vehículos y máquinas.
  - Desprendimientos.
  - Caídas de personas al mismo nivel.
  - Caídas de personas a distinto nivel.
  - Golpes y tropiezos.
  - Generación excesiva de polvo.
  - Emanación de gases tóxicos.
  - Ruidos.
  - Aplastamientos.
  - Accidentes derivados de condiciones atmosféricas.
  - Interferencias con instalaciones de suministro público (agua, luz, gas...).
  - Desplome y/o caída de las edificaciones vecinas.
  - Desplome y/o caída de las paredes de contención, pozos y zanjas.
  
- **Saneamientos**
  - Aplastamientos.
  - Atrapamientos.
  - Derrumbamientos.
  - Hundimientos.
  - Atropellos y/o colisiones.
  - Caídas de personas al mismo nivel.
  - Caídas de personas a distinto nivel.
  - Caída de objetos y/o máquinas.
  - Caída o colapso de andamios.
  - Proyección de cuerpos extraños a los ojos.
  - Golpe por rotura de cable.
  - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
  - Electrocutaciones.
  - Ruido.
  - Sobreesfuerzos.
  - Vuelco de máquinas y camiones.
  
- **Cimentaciones**
  - Aplastamientos.
  - Atrapamientos.
  - Derrumbamientos.
  - Desplome y/o caída de las paredes de contención, pozos y zanjas.
  - Desplome y/o caída de las edificaciones vecinas.
  - Desprendimiento y/o corrimiento de tierras y/o rocas.
  - Hundimientos.
  - Atropellos y/o colisiones.
  - Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas...).
  - Caída de objetos y/o máquinas.
  - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Contactos con materiales agresivos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Emanación de gases tóxicos.
- Golpe por rotura de cable.
- Cortes, pinchazos, golpes y tropiezos con máquinas, herramientas y materiales.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y camiones.
- Ambiente excesivamente ruidoso.

▪ **Estructura**

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Derrumbamientos.
- Hundimientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de personas desde altura.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Afecciones en la piel.
- Golpe por rotura de cable.
- Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Electrocutaciones.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y camiones.

▪ **Albañilería y carpintería**

- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Hundimientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de personas desde altura.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de objetos y/o máquinas.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Afecciones en la piel.
- Atmósferas tóxicas e irritantes.
- Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Electrocutaciones.
- Ruido.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y camiones.

▪ **Fontanería**

- Caídas de personas desde altura.
- Caídas de personas a mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

▪ **Cubierta**

- Proyección de partículas durante los trabajos.
- Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas...).
- Contactos con materiales agresivos.
- Cortes y pinchazos.
- Golpes y tropiezos.
- Caída de materiales, rebotes.
- Ambiente excesivamente ruidoso.
- Sobreesfuerzos por posturas incorrectas.
- Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos.
- Caídas de mástiles y antenas.
- Vuelco de pilas de material.

▪ **Instalación eléctrica**

- Caídas de personas desde altura.
- Caídas de personas a mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Cuerpos extraños en ojos.
  - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
  - Pisada sobre objetos punzantes.
  - Sobreesfuerzos.
  - Electrocuaciones.
  - Quemaduras físicas.
- 
- **Instalación frigorífica**
    - Caídas de personas desde altura.
    - Caídas de personas a mismo nivel.
    - Caídas de personas a distinto nivel.
    - Caída o colapso de andamios.
    - Caída de objetos y/o máquinas.
    - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
    - Cuerpos extraños en ojos.
    - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
    - Pisada sobre objetos punzantes.
    - Sobreesfuerzos.
    - Electrocuaciones.
    - Afecciones respiratorias.
    - Afecciones en la piel.
- 
- **Instalación de protección contra incendios**
    - Caídas de personas desde altura.
    - Caídas de personas a mismo nivel.
    - Caídas de personas a distinto nivel.
    - Caída o colapso de andamios.
    - Caída de objetos y/o máquinas.
    - Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
    - Cuerpos extraños en ojos.
    - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
    - Pisada sobre objetos punzantes.
    - Sobreesfuerzos.
    - Electrocuaciones.
    - Afecciones en la piel.
- 
- **Revestimientos y acabados**
    - Generación excesiva de polvo o emanación de gases tóxicos.
    - Proyección de partículas durante los trabajos.
    - Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso (escaleras, plataformas...).
    - Contactos con materiales agresivos.
    - Cortes y pinchazos.
    - Golpes y tropiezos.
    - Caída de materiales, rebotes.
    - Sobreesfuerzos.

- Vuelco de pilas de material.
- Riesgos derivados del almacenaje de materiales (temperatura, humedad, reacciones químicas...).

### ***3.2.2. Riesgos de daños a terceros***

La presencia de personas ajenas a la obra en el interior de la parcela de la propiedad ocasiona que puedan sufrir, principalmente:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atropellos.

Por otra parte, la salida a la vía pública del personal y la maquinaria perteneciente a la obra pueden ocasionar al personal ajeno:

- Caídas.
- Atropellos.
- Colisiones de vehículos.

## 4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN

### 4.1. Disposiciones mínimas generales de seguridad y salud en las obras

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en el interior y en el exterior de dicha obra.

#### *Estabilidad y solidez*

- Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

#### *Instalaciones de suministro y reparto de energía*

- La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión, y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de instalación.

#### *Instalaciones, máquinas y equipos*

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
  - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
  - Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
  - Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

### ***Vías y salidas de emergencia***

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto, se mantendrán libres de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.
- Las vías y salidas específicas de emergencia deberán estar señalizadas conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
- En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

### ***Detección y lucha contra incendios***

- Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha



contra incendios y, si fuese necesario de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

- Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad mediante pruebas y ejercicios adecuados.
- Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

### ***Ventilación***

- Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.
- En caso de utilizar una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

### ***Exposición a riesgos particulares***

- Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo: gases, vapores, polvo).
- En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.
- En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las precauciones necesarias para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

### ***Temperatura***

- La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

### ***Iluminación***

- Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color empleado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.
- Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.
- Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

### ***Puertas y portones***

- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los railes y caerse.
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.
- En las proximidades inmediatas de los portones destinadas sobre todo a la circulación de vehículos, deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también podrán abrirse manualmente, excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

### ***Vías de circulación y zonas peligrosas***

- Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga, deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado, y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán

de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

- Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.
- Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.
- Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.
- Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, éstas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan acceder. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro.

#### ***Muelles y rampas de carga***

- Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuadas a las dimensiones de las cargas transportadas.
- Los muelles deberán tener al menos una salida y las rampas ofrecer seguridad para evitar caídas de trabajadores.

#### ***Espacio de trabajo***

- Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

#### ***Primeros auxilios***

- Será responsabilidad del Contratista o Subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

- Estos locales estarán dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensable y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso.

### *Servicios higiénicos*

- Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
  - Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo: sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.
  - Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas, con dimensiones y en número suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.
  - Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuera necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.
  - Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.
- Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.
- Alternativamente a la ubicación en la obra de los servicios higiénicos a que se refieren los apartados anteriores, los Contratistas y Subcontratistas podrán suscribir contratos de arrendamiento de los locales ubicados en las naves colindantes para uso por parte de los trabajadores de la obra, en los casos anteriormente mencionados.

### ***Locales de descanso o de alojamiento***

- Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.
- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.
- Estos locales deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.
- Cuando no existan estos locales, se pondrá a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta la presencia de trabajadores de ambos sexos para su asignación.
- En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

### ***Mujeres embarazadas y madres lactantes***

- Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

### ***Trabajadores minusválidos***

- Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos. Esta disposición se aplicará, en particular, a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.

### ***Disposiciones varias***

- Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.
- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## **4.2. Disposiciones mínimas específicas**

Las obligaciones previstas se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

### ***4.2.1. Disposiciones mínimas específicas para interior de locales***

A continuación se describen las disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

#### ***Estabilidad y solidez***

- Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

#### ***Puertas de emergencia***

- Deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.
- Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y giratorias.

#### ***Ventilación***

- En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas funcionarán de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.
- Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

### ***Temperatura***

- La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso de dichos locales.
- Las ventanas y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el uso del local.

### ***Suelos, paredes y techos de los locales***

- Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos y ser fijos, estables y no resbaladizos.
- Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.
- Los tabiques transparentes o translúcidos y en especial los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, deberán estar claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien, estar separados de dichos puestos y vías, para evitar que los trabajadores puedan golpearse con los mismos, o lesionarse en caso de rotura de dichos tabiques.

### ***Ventanas y vanos de iluminación cenital***

- Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse por los trabajadores, de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.
- Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

### ***Puertas y portones***

- La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinan según el carácter y el uso de los locales.
- Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- Las puertas y los portones que se cierran solos, deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros, deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

#### ***Vías de circulación***

- Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

#### ***Escaleras mecánicas y cintas rodantes***

- Las escaleras mecánicas y las cintas rodantes deberán funcionar de manera segura y disponer de todos los dispositivos de seguridad necesarios. En particular, deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso.

#### ***Dimensiones y volúmenes de aire de los locales***

- Los locales deberán tener una superficie y una altura que permitan que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar.

### ***4.2.2. Disposiciones mínimas específicas para exterior de locales***

A continuación se establecen las disposiciones mínimas específicas a puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

#### ***Estabilidad y solidez***

- Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:
  - El número de trabajadores que los ocupen.
  - Las cargas máximas que puedan tener que soportar, así como su distribución.
  - Los factores externos que pudieran afectarles.
- En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante



elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

- Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y, especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

#### ***Caídas de objetos***

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales. Para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

#### ***Caídas de altura***

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a dos metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

#### ***Factores atmosféricos***

- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

### *Andamios y escaleras*

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:
  - Antes de su puesta en servicio.
  - A intervalos regulares en lo sucesivo.
  - Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

### *Aparatos elevadores*

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. Si no se dispusiera de esta normativa se deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos.
- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes deberán:
  - Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
  - Instalarse y utilizarse correctamente.
  - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
- En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

- Los aparatos elevadores, al igual que sus accesorios, no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

#### ***Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales***

- Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
  - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta en la medida de lo posible los principios de la ergonomía.
  - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales.
- Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en el caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

#### ***Instalaciones, máquinas y equipos***

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor deberán:
  - Estar bien proyectadas y contruidas, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - Utilizarse exclusivamente para los trabajos para los que hayan sido diseñadas.
  - Ser manejadas por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Las instalaciones y los aparatos de presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

***Movimiento de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles***

- Antes de comenzar los trabajos de movimiento de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debido a cables subterráneos y sistemas de distribución.
- En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:
- Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caída de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.
  - Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.
  - Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.
  - Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.
- Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de las excavaciones.
- Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas mediante la construcción de barreras para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

***Instalaciones de distribución de energía***

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular, las que estén sometidas a factores externos.

- Las instalaciones existentes antes del comienzo de las obras deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad de la obra, será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra, o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido, se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

#### ***Estructuras metálicas o de hormigón y piezas prefabricadas pesadas***

- Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, así como las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos, sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- Deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.
- Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o la inestabilidad temporal de la obra.

#### ***Otros trabajos específicos***

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores, deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptándose las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.
- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectivas que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo, cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.
- La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente y ser inspeccionadas regularmente.

### 4.3. Protecciones técnicas

Como criterio general primarán las protecciones colectivas frente a las individuales. Además, tendrán que mantenerse en buen estado de conservación los medios auxiliares, la maquinaria y las herramientas de trabajo. Por otro lado, los medios de protección deberán estar homologados según la normativa vigente.

Las medidas relacionadas también deberán tenerse en cuenta para los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

#### 4.3.1. Protecciones individuales (EPIS)

Los Contratistas y subcontratistas, deberán atenerse a lo dispuesto en el R.D. 773/1997 de 30 de mayo sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”, en lo que se refiere a la elección, disposición y mantenimiento de los equipos de protección individual de que deberán estar provistos los trabajadores, cuando existan riesgos que no puedan evitarse o limitarse suficientemente por los medios de protección colectiva o mediante los métodos y procedimientos de organización de trabajo señalados en el apartado 4 del presente Estudio de Seguridad y Salud en la Obra. Los equipos de protección individual deberán estar debidamente homologados para que puedan ser empleados por los trabajadores en la ejecución de los trabajos de la obra.

En la presente obra, se atenderá especialmente a:

- **Protección de cabezas:**

- Cascos (incluido visitantes).
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras...)
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Gafas de oxígeno.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra protección de partículas.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

- **Protección del cuerpo:**

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
- Trajes de agua.
- Mandil de cuero.

▪ **Protección de extremidades superiores:**

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo de soldador (guantes y manguitos).

▪ **Protección de extremidades inferiores:**

- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad clase III (lona y cuero).
- Polainas de soldador.
- Botas dieléctricas.

### **4.3.2. Protecciones colectivas**

#### **4.3.2.1. Señalización general**

La señalización de seguridad y salud en el trabajo se ajustará a lo dispuesto en el R.D. 485/1997 de 14 de abril, indica que deberá utilizarse dicha señalización para conseguir:

- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Orientar o guiar a aquellos trabajadores que vayan a realizar determinadas maniobras peligrosas.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación de emergencia o primeros auxilios.

## **Tipos de señales**

### ➤ **De panel**

- **Prohibición:**

Geometría: redonda  
Color símbolo: negro  
Color fondo: blanco  
Color contraste: rojo

- **Advertencia:**

Geometría: triangular  
Color símbolo: negro  
Color fondo: amarillo  
Color contraste: negro

- **Obligación:**

Geometría: redonda  
Color símbolo: blanco  
Color fondo: azul

### ➤ **Lucha contra incendios:**

Geometría: rectangular o cuadrada  
Color símbolo: blanco  
Color fondo: rojo

### ➤ **Salvamento:**

Geometría: rectangular o cuadrada  
Color símbolo: blanco  
Color fondo: verde

### ➤ **Cintas**

- **Cintas de señalización:** cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternas de color amarillo y negro, e inclinadas 45°. Señalizan obstáculos, zonas de caída de objetos, zonas de caídas de personas a distinto nivel, golpes, etc.



- Cintas de delimitación: las zonas de trabajo se acordonan con cintas de franjas verticales que alternan los colores rojo y blanco.

➤ **Iluminación**

La iluminación queda regulada por el anexo IV del R.D. 486/1997 de 14 de abril, y establece los siguientes niveles de iluminación para cada determinada zona de trabajo:

<u>Zona de trabajo</u>	<u>Nivel mínimo de iluminación (lux)</u>
1º Baja exigencia visual	100
2º Exigencia visual media	200
3º Exigencia visual alta	500
4º Exigencia visual muy alta	1000
Áreas o locales de uso ocasional	25
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos se duplican cuando se den algunas de las siguientes circunstancias:

- Si un error de visualización en la zona donde se efectúen los trabajos puede acarrear alguna situación de peligro para el ejecutor de la acción o de un tercero.
- Si existen riesgos de caídas u otros accidentes, en el área de trabajo o en las vías de circulación, debido a las características del propio entorno de trabajo.

La iluminación por llama quedará totalmente prohibida, por lo que se usarán lámparas portátiles de 24 V y luminarias estancas de humedad para zonas externas.

La instalación eléctrica que abastecerá a las luminarias no portátiles estará de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión, así como a las hojas de interpretación del instalador autorizado. Las condiciones a cumplir en normativa de uso de luminarias son las siguientes:

- Los equipos de iluminación se proyectan, realizan y utilizan para que no exista peligro de incendio o explosión; asimismo, los equipos estarán provistos del material aislante necesario para proteger de posibles electrocuciones.

- El proyecto, la realización y la elección del material y de los medios de protección deberán apreciar la potencia energética suministrada, posibles factores externos y las personas que tienen acceso a las obras.
- Los cables se conectarán gracias al uso de clavijas normalizadas, blindadas e interconexionadas con dispositivos antihumedad y antichoque. Los fusibles serán los adecuados según las cargas de trabajo.
- El valor máximo de resistencia de las tomas de tierra continuas de la línea de suministro interno alcanza un valor de 80  $\Omega$ . Las tomas de tierra independiente quedarán para las máquinas fijas.
- Los circuitos de suministro e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales.
- La distancia de seguridad para las líneas de alta tensión será de 5 metros si se desconoce el voltaje de la línea. En caso de conocer el voltaje de la línea de alta tensión, la distancia será de  $(3,3 + \text{Tensión (kV)}) / 100$ .
- Si las zonas de trabajo presentan una elevada humedad habrá que acogerse a la MIBT-028, además de utilizar, en la medida que sea posible, equipos portátiles o proteger mediante transformadores de separación de circuitos.

### ➤ De vehículos

Los vehículos pesados que trabajen en la obra han de llevar las siguientes señales:

- Focos de posición y cruce en la zona delantera, y de color rojo en la trasera.
- Luz ámbar destellante y rotativa sobre la cabina del conductor.
- Balizas de posición y preseñalización (mallas, conos, cintas, etc.).
- Las señales luminosas para situaciones excepcionales sufrirán las revisiones pertinentes e ir provistos de recambios.
- Señales luminosas y sonoras de marcha atrás recogidas en el Anexo I del R.D. 1215/1997 de 18 de julio.
- Señalización sonora recogidas en el Anexo IV del R.D. 485/1997 de 14 de abril.

#### 4.3.2.2. Protecciones colectivas generales

- ***Circulación y accesos a obra.***

La circulación y los accesos a la obra estarán de acuerdo a lo expuesto en el artículo 11.a del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24 de Noviembre.

Los accesos para vehículos han de ser distintos a los del personal, pero de ser los mismos se deberá dejar un pasillo con un adecuado vallado. Los pasos han de ser de superficie regular, compactados y nivelados, y con un desnivel máximo, en caso de ser necesario el uso de pendientes, de un 11 %. La señalización, control y mantenimiento de estas vías han de estar a la orden del día.

La entrada de los vehículos al recinto de obra se hará a una velocidad máxima de 20 Km/h, teniendo en cuenta los cedas el paso. Para la salida habrá de habilitarse una señal de STOP, que habrá de respetarse. Un operario competente deberá dirigir las operaciones de los camiones; además de esto habrá que colocar topes para maniobras de aproximación y vaciado.

Las zonas susceptibles de sufrir caídas de personas o vehículos deben ser balizadas y protegidas de acuerdo a su peligrosidad y las zonas de acceso limitado han de estar debidamente señalizadas.

La iluminación natural ha de ser suficiente y, en caso de ser necesaria luz artificial, porque la natural no sea suficiente o sea de noche, la intensidad será la adecuada y coherente con lo tratado en apartados anteriores de este estudio.

Las luminarias irán protegidas frente a posibles choques y se colocarán de tal forma que no ponga en riesgo la salud y seguridad de los trabajadores. En los casos en los que un corte de suministro suponga un grave riesgo para los trabajadores, se habilitarán luminarias de seguridad de intensidad suficiente.

- ***Accesos y zonas de paso de personal.***

El paso de peatones sobre desniveles, obstáculos o zanjas se realizarán mediante pasarelas. Los huecos horizontales sobre los forjados deben acompañarse de tableros de madera, redes o mallazo electrosoldado, cuando no se esté trabajando en esas zonas.

Las zonas que sobresalen de armaduras o conectores metálicos han de resguardarse con cubiertas de tipo “seta” o cualquier dispositivo análogo, para evitar riesgos de punciones o choques del personal.

- ***Vehículos de maquinaria para movimientos de tierra y manipulación de materiales.***

Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

Siempre que la cabina de la maquinaria de trabajo esté protegida, los conductores, cuando salgan de la misma, estarán obligados al uso del casco protector.

- ***Protección frente a caídas de altura de personas u objetos.*** (Anexo II del R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre).

- ***Barandillas de protección:*** utilizadas en zonas con peligro de caída desde una altura superior a 2 m, y que sirven como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de las plataformas de trabajo. Están formadas de balaustre, rodapiés de 20 cm de alzada, pasamanos de 90 cm de altura, barra horizontal o listón intermedio (barrotes verticales o mallazo de una separación máxima de 15 cm); todos ellos fuertemente interconectados y muy resistentes.

Los taludes de más de 1,5 m estarán acompañados de escaleras construidas sobre el terreno o prefabricadas.

Las bocas de pozos o arquetas deben cubrirse con tablón, red o equivalentes para cuando no se esté trabajando en la zona, independientemente del valor de su profundidad.

- ***Pasarelas:*** habilitan el paso de peatones entre desniveles, obstáculos o zanjas. El material será, si es posible, prefabricado y metálico. Deberá estar acompañada de barandillas de seguridad e iluminación nocturna (si afectase a la vía pública), ha de resistir un mínimo de 300 kg y poseer una anchura mínima de 1 m.
- ***Redes de seguridad:*** deben tener el suficiente tamaño para cubrir el hueco a proteger. La luz de la red será de 7,5 x 7,5 cm, con hilo de 4 mm de diámetro y cuerda perimetral de 12 mm, de acuerdo con la UNE 81-650-80.
- ***Pescantes de redes para fachadas:*** poseen un mástil de 8 m de longitud, grosor de 3 mm y de 5 x 10 cm, en cuya parte más alta existe un brazo amartelado de 2 m de voladizo. El material metálico ha de estar normalizado y certificado.

El sistema en su conjunto, según la UNE 81-650-80, queda formando paños de red colocados por su lado menor de 7 metros de manera vertical, cubriendo la previsible parábola de caída de una persona u objeto.

Para llevar a cabo el montaje del sistema es necesaria la existencia de al menos la solera de la planta baja y un forjado. Es necesaria la inclusión de un pasador en el extremo inferior de la horca para que el brazo no gire en sentido horizontal. Para efectuar el desmontaje de la instalación se procederá de manera inversa al montaje, y al igual que en la operación anterior, los operarios deberán ir debidamente protegidos.

- Sirgas: Se utilizan para desplazar y anclar los cinturones de seguridad.
- Mallazos: Fabricados de material electrosoldado de diámetro mínimo de 3 mm, luz de 10 x 10 cm, rodeado y sustentado perimetralmente por hormigón. Su resistencia es de 150 kg/m<sup>2</sup>.
- Marquesinas rígidas: Se trata de una estructura metálica con forma de ménsula o pies derechos, acompañada de tablonces de reparto capaces de retener un objeto de 100 kg caído desde una altura de 20m.
- Toldos: Fabricados con lona de polietileno, con malla reticular de refuerzo hecha en poliamida y hollados metálicos perimetrales para amarre de 12 mm de diámetro.

▪ **Andamiajes y escaleras.**

Para la seguridad de los andamios se colocarán barandillas de seguridad a la altura de la andamiada sujetas a las caras posteriores, de una altura mínima de 90 cm y rodapiés de 20 cm de altura.

Cuando se utilicen andamios móviles, se utilizarán frenos de seguridad en las ruedas o en la estructura, pero nunca amarrando a tubos de gas o zonas de carácter peligroso.

Las escaleras portátiles deben tener estructura y apoyos resistentes, además de evitar los deslizamientos con un dispositivo antideslizante. Los materiales empleados serán aluminio o hierro, e incluso madera siempre y cuando los peldaños estén empalmados. Si las escaleras son de tijera estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura.

▪ **Plataformas de carga y descarga.**

El muelle de descarga ha de ser metálico y emplazable en voladizo, sobresaliente de los huecos verticales de la fachada y de unos 2,5 m<sup>2</sup>. La chapa industrial lagrimeada de 3 mm de espesor, estará al mismo nivel del forjado de trabajo, sin rampas ni escalones. La plataforma irá acompañada de dos barandillas de seguridad de 90 cm de altura en sus laterales, cadena de acceso y tope de retención para medios auxiliares desplazables.

La capacidad de carga será de 2.000 kg/m<sup>2</sup>, además de ser estables y poseer un hueco para el paso de cable para la grúa torre, en caso de querer situar varias plataformas bajo la misma vertical.

▪ ***Cuerda de retenida.***

Su función es posicionar y dirigir de manera manual los derrames de hormigón. El material será poliamida de alta tenacidad y con un diámetro mínimo de 12 mm.

▪ ***Eslinga de cable.***

Su tamaño y diámetro deben ser apropiados al tipo de maniobras a realizar. Las gazas estarán protegidas de guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos también serán de alta seguridad.

La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad de la eslinga.

▪ ***Eslinga de cadena.***

Los ganchos han de ser de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar la carga). El alargamiento de un 5 % del eslabón es síntoma de caducidad de la eslinga.

▪ ***Protección eléctrica.***

Se cumplirá lo recogido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Los contactos directos se pueden evitar con buenos recubrimientos de aislantes de los cables eléctricos, con clavijas en perfecto estado y alimentando los vibradores con una tensión de 24 V, por transformadores o por grupos convertidores de separación de circuitos (doble aislamiento). Siempre que sea posible se colocarán los cables aéreos, y en todo caso se evitará que vayan por zonas de paso. Todas las uniones o empalmes se realizarán con cinta autovulcanizante o similar.
- Los contactos indirectos se pueden evitar conectando a tierra las masas de la maquinaria (asociando a dispositivo diferencial) y bajando en la medida que sea posible la resistencia a tierra (tensión de seguridad/amperios del diferencial).
- Las reparaciones se realizarán desconectando la fuente de alimentación y colocando el cartel de “No conectar”.

▪ ***Protecciones de máquinas.***

Se dispondrán de carcasas de protección sobre partes móviles, sobre todo en las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos.

- ***Sierra circular.***

Su disco ha de poseer un triscado adecuado para facilitar la apertura del corte de la madera. En la parte posterior del disco y alineado al mismo plano vertical con él, debe situarse un cuchillo divisor, que impida la tendencia al cierre del corte de la madera, es decir que se gripe el disco.

El protector sobre el disco ha de ser basculante y adaptable al espesor de la tabla a cortar, permitiendo ver el corte de manera frontal y lateral. La inaccesibilidad de la parte inferior del disco se consigue gracias a una carcasa envolvente.

- ***Ataluzado natural de las paredes de excavación.***

Se instalarán bermas horizontales de 50-80 cm de ancho por cada 1,5 m de profundidad y una inclinación de 80° para roca dura, y de 20° para arena y arcillas.

Se debe evitar amontonar productos procedentes de la excavación, en el borde de los taludes ya que, además de la sobrecarga, puede embalsar agua que produzca infiltraciones y destruya el talud. La corona del talud ha de dejarse lo más expedita al paso que sea posible.

Para taludes de gran volumen, se rellenará la base de grava para retención de rebotes de materiales desprendidos.

- ***Entibación.***

Se entiban los laterales de la excavación de profundidad mayor a 1,30 m según indique el Coordinador de seguridad y salud. Los métodos a elegir van desde la tradicional madera hasta la blanda geotextil, pasando por la máquina de entibación por presión hidráulica y el tablestacado.

La máxima altura sin entibar será mayor de 0,70 m, o en caso contrario, se bajaría el paramento del entibado y contención de tierras hasta clavarse en el fondo de la zanja, utilizando pequeñas correas auxiliares con sus codales correspondientes. Para zonas de gran profundidad y con terrenos débiles, se forrará en sentido vertical y en pases de tabla no superiores a 1 m.

En todo caso, los codales de madera pueden ser sustituidos ventajosamente por metálicos provistos de extensores que se adapten a diversas anchuras de zanja y permitan una mayor seguridad. Para el entibado blando con poliamida de alta tenacidad para zanjas de canalización, los largueros serán los de aluminio, emplazados con la cadencia prevista por el fabricante en función del terreno y profundidad del zanjado.

- ***Orden, limpieza y protección contra de incendios.***

La evacuación rápida del personal en el interior de una excavación

debe quedar garantizada por la retirada de objetos que puedan interrumpir el paso.

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales para la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

Se emplearán extintores portátiles y se dispondrá en todo momento de una manguera conectada a la toma de la finca.

#### 4.3.2.3. Consideraciones preventivas

- ***Entorno de trabajo.***

Se comprobará que las horcas, barandillas, redes, mallazo o ménsulas, que protegen la caída de personas, estén bien colocadas.

No ha de haber sobrecargas sobre los forjados, dejando libres las zonas de paso y acopiando en el contorno de los capiteles de obra.

Con periodicidad, comprobar el perfecto estado de las protecciones colectivas de las zonas de paso y acopio.

Los materiales pequeños se acopiarán a granel en bateas, cubas o bidones, para que no se diseminen. El apilado en altura se hará teniendo en cuenta la estabilidad del conjunto.

Se ha de disponer de un equipo para cada operario, palancas, picos, tablones, bridas, barras, cuñas, cables, ganchos y lonas.

El uso de la sierra circular para fabricar cantidades importantes de piezas pequeñas se limitará a aquellos casos donde no se puedan hacer en talleres, y siempre cumpliendo los requisitos de protección colectiva. La zona de corte y acopio dispondrá de un extintor de polvo polivalente.

Se extremarán todas las prevenciones necesarias en la zona de trabajo, después de interrupciones de trabajo de más de una jornada y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

- ***Vehículos de maquinaria para movimientos de tierra y manipulación de materiales.***

Deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente. Los conductores y personal encargado deberán recibir una formación especial. Deberán adoptarse medidas preventivas como el uso de topes en el perímetro de la excavación para que los vehículos no se precipiten al interior de las zanjas.



▪ ***Caídas de objetos.***

La caída de objetos se evitará mediante acotado del paso de personal bajo cargas suspendidas.

Las armaduras de los pilares, tolvas de hormigón, tableros, etc., se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad. El transporte se realizará sobre bateas para evitar corrimientos.

▪ ***Andamijos y escaleras.***

El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea el estrictamente necesario.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

- Antes de su puesta en servicio.
- A intervalos regulares en lo sucesivo.
- Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Las medidas de las plataformas de trabajo, pasarelas y escaleras de los andamios deberán ajustarse al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

▪ ***Instalación eléctrica.***

Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. A este respecto deberá prestarse especial atención al cuadro eléctrico provisional.

Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

▪ ***Estructura y cubiertas.***

Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos, sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente. Además, deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

▪ ***Acopio de materiales paletizados.***

La paletización reduce sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos.

Los inconvenientes de la paletización son subsanados con el acopio sobre superficies niveladas, resistentes y que no afecten al paso, y si es así se señalarán mediante cinta. La altura de pila no superará la designada por el fabricante y no se apilarán palets de geometría distinta. Por otro lado, la zona de trabajo ha de estar libre de maderas, escombros y otros obstáculos.

▪ ***Acopio de materiales sueltos.***

Acopiar materiales sueltos es un aspecto a minimizar, y solo debe acudir a ello en casos de uso discreto.

Las cerchas, máquinas, etc., se dispondrán horizontalmente, separando las piezas con tacos de madera que las aislen del suelo y de las mismas piezas.

Se hará en superficies niveladas, resistentes, que no afecten al paso, y si es así, se debe señalar con cintas.

▪ ***Acopio de botellas de propano y butano.***

Estarán en dependencias separadas, separados de otros materiales combustibles (gasolina, disolventes, madera, etc.), protegidos del sol y la humedad, y señalizados con carteles de Prohibido Fumar y de Peligro Material Inflamable. Además, se dispondrá de extintores de CO<sub>2</sub>.

▪ ***Acopio de botellas de oxígeno y acetileno.***

Estarán en dependencias separadas, separados de otros materiales combustibles, protegidos del sol, señalizados con carteles de Prohibido Fumar y de Peligro Material Inflamable y se dispondrá de extintores adecuados.

▪ ***Acopio de áridos.***

Se hará mediante tolvas que se situarán sobre terreno nivelado con el asiento o cimentación que recomiende el suministrador.

En zonas de paso, se cercará con vallado empotrado al suelo, mientras que los pequeños montículos sueltos se limitarán con tablones que impidan su mezcla o dispersión.

- ***Barnices y pinturas.***

Su acopio se realizará en sitios frescos y ventilados, visibles de su entorno y accesos, con un extintor de polvo polivalente y revisado por cada 5 m<sup>2</sup>. Los barnices y pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables, deberán almacenarse en recipientes cerrados y alejados de fuentes de calor para evitar su inflamación, de otros productos inflamables y de las zonas de evacuación. Se dispondrán señales de seguridad alertando del contenido del local o zona y prohibiciones de fumar y de encendido de llama.

En cuanto a la utilización de los productos, se evitará en lo posible el contacto directo de la pintura con la piel. Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación, se alejarán del puesto de trabajo las fuentes de calor teniendo prevista la cercanía de un extintor manual.

- ***Vidrería.***

Los vidrios de obra se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellos. Una vez colocados, se señalizarán de manera que sean visibles en toda su superficie.

### ***4.3.3. Medidas de protección a terceros***

Las medidas empleadas para proteger a toda persona ajena a la obra son las siguientes:

- Vallado, señalización y alumbrado de la obra. En el caso de que el vallado invada la calzada, debe preverse un paso protegido para la circulación de peatones. El vallado ha de impedir que personas ajenas a la obra puedan entrar en ella, además de prohibirse el paso a toda persona ajena a la misma sin la debida autorización.
- Prever el sistema de circulación de vehículos tanto en el interior de la obra como en relación a los viales exteriores.
- Inmovilización de camiones mediante cuñas y/o topes durante las tareas de carga y descarga.
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas...).
- Protección de huecos y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas...).

#### **4.3.4. Mantenimiento preventivo**

El R.D. 1215/1997 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se dispongan para los trabajadores sean adecuados al trabajo a realizar, de forma que se garantice la salud y seguridad de dichos trabajadores. De no ser posible, el empresario ha de disminuir los riesgos al mínimo.

El equipo mínimo a utilizar será aquel que esté de acuerdo con las condiciones del Anexo I del R.D. 1215/1997 y las disposiciones legales que les sean de aplicación.

El empresario será el encargado de que los equipos se mantengan en unas condiciones tales que sean útiles para todo el tiempo de utilización de los mismos. Las comprobaciones se harán necesarias antes del primer uso, las previas a cada montaje, tras mantenimientos o reparaciones y tras exposiciones adversas. Cuando el uso de un equipo requiera formación, serán utilizados solo por aquellos que hayan recibido previamente dicha formación.

El artículo 41 de la Ley 31/95 de Prevención de riesgos laborales establece que los equipos estarán acompañados de instrucciones y condiciones para los que su funcionamiento es seguro. Además, el constructor de equipos, herramientas y medios garantizará el certificado de dichos útiles.

La señalización se mantendrá visible. En ambientes con polvo, se regará si fuese necesario para mantener la visualización de las señales.

La instalación eléctrica se revisará periódicamente por personal especializado, se comprobarán diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y defectos de aislamiento.

En las luminarias portátiles se revisarán, diariamente, los cables de alimentación y conexiones, así como sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos deberán:

- Estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta ergonomía.
- Mantenerse en buen estado.
- Utilizarse solamente para aquello para lo que fue concebido.
- Manejados por personal cualificado.

Las herramientas manuales serán revisadas, diariamente, por el usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda.

## 4.4. Acciones formativas

### 4.4.1. Normas generales

El Contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

El tiempo dedicado a la formación que el empresario está obligado a posibilitar, dentro o fuera del horario laboral, será considerado como tiempo de trabajo. A las sesiones que a tal fin se establezcan deberán asistir también los trabajadores de los subcontratistas.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

### 4.4.2. Contenido de las acciones de formación

El contenido de las sesiones de formación estará en función del nivel de los mandos:

#### a) Mandos intermedios

- Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes de régimen interior.
- Normativa sobre Seguridad y Salud.
- Factores técnicos y humanos.
- Elección adecuada de métodos de trabajo para atenuar los monótonos y repetitivos.
- Protecciones colectivas e individuales.
- Salud laboral.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Organización de la Seguridad y Salud de la obra.

- Responsabilidades.
  - Obligaciones y derechos de los trabajadores.
- b) Operarios**, en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado, principalmente, por los siguientes temas:
- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud.
  - Causas y consecuencias de los accidentes.
  - Normas de Seguridad y Salud (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc.).
  - Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
  - Socorrismo y primeros auxilios.
  - Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
  - Salud laboral.
  - Obligaciones y derechos.
- c) Representantes de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud**, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- Investigación de los accidentes y partes de accidentes.
  - Estadística de la siniestralidad.
  - Inspecciones de seguridad.
  - Legislación sobre Seguridad y Salud.
  - Responsabilidades.
  - Coordinación con otros órganos especializados.

## 4.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

### 4.5.1. Botiquín

Los botiquines portátiles dispondrán, según la reglamentación (R.D. 486/1997 de 14 de abril), del siguiente material sanitario: agua oxigenada, alcohol de 96 grados, tintura de yodo, mercrominas, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielos, guantes esterilizados, jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

### 4.5.2. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.), donde trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos, direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

### 4.5.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

### 4.5.4. Prevención de riesgos dorsolumbares

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R. D. 487/97 se tendrán en cuenta métodos o criterios referidos al apartado 3 del artículo 5 del R. D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Los aspectos a tener en cuenta para llevar a cabo el análisis de la magnitud de un riesgo dorsolumbar son:

#### *Características de la carga*

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, cuando:

- La carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- Voluminosa o difícil de sujetar.

- En equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- La carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

### ***Esfuerzo físico necesario***

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, cuando:

- Es demasiado importante.
- No puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

### ***Características del medio de trabajo***

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

- El espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- El suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos; o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- La situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- El suelo o el plano de trabajo presenta desniveles que implican la manipulación de la carga a niveles diferentes.
- El suelo o el punto de apoyo son inestables.
- La temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- La iluminación no sea adecuada.



- Exista exposición a vibraciones.

#### ***Exigencias de la actividad***

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Periodo insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

#### ***Factores individuales del riesgo***

Constituyen factores individuales de riesgo los casos siguientes:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

## **4.6. Instalaciones provisionales**

Se prevé la dotación de locales provisionales para ser utilizados por el personal que dispondrán de comedor y servicios higiénicos.

Estas instalaciones se deberán realizar al inicio de las obras y se mantendrán hasta casi su terminación, evitando cualquier posible interferencia con la construcción y acabado de las obras. Para el servicio de limpieza de las instalaciones higiénicas se responsabilizará a una persona, o equipo de personas, que podrán alternar este trabajo con otros propios de la obra.

Considerando el número previsto de operarios se realizarán las siguientes instalaciones:

### ***Comedores***

El recinto destinado a comedores consistirá en una caseta prefabricada modulada, realizada con estructura de perfiles laminados, con cerramiento y cubiertas de paneles “sandwich” en chapa termolacada por ambas caras, con aislamiento de espuma de poliuretano extruido en su interior. Carpintería en ventanas de aluminio anodizado en su color, rejas de protección, suelo constituido por tablero fenólico y pavimento, todo ello previa preparación del terreno y cimentaciones.

Contará con caliente platos o comidas y fregadero, perfectamente diferenciado del resto del local mediante tabique. Dispondrá de recipientes para basuras o desperdicios, con tapa hermética, que se retirarán diariamente.

El resto del local dispondrá de mesas dobles y bancos con capacidad para 2 o 3 personas.

### ***Vestuarios y Aseos***

Para cubrir las necesidades se habilitarán dos locales de idénticas dimensiones y características que el descrito anteriormente para comedor, disponiendo cada uno de una cabina con tazas turcas de porcelana o acero esmaltado, una cabina de ducha, con agua fría y caliente, dos lavabos con idénticos servicios y un urinario, todo ello debidamente compartimentado e independizado.

Se dispondrá de un termo eléctrico, así como de taquillas metálicas dispuestas en el recinto, junto con bancos corridos. Se equiparán debidamente con perchas, papeleras, portarrollos, toalleros o secamanos automáticos.

### ***Oficina técnica***

En un local de similares características y dimensiones a los citados, se situarán los servicios de oficinas técnica y almacén de herramientas, que se dispondrá según las necesidades de la Contrata.

## **5. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

- Aplicar los principios de la acción preventiva, recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular a desarrollar las actividades indicadas en el artículo 10 del R. D. 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas de seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

## **6. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

- Aplicar los principios de la acción preventiva (Art. 15 Ley de Prevención de Riesgos Laborales) y los principios generales (Real Decreto 1627/1997).
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud (Anexo IV Real Decreto 1627/1997).
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos para los trabajadores (Art. 29 Ley de Prevención de Riesgos Laborales).
- Utilizar equipos de protección individual conformes con el Real Decreto 1215/1997 (“equipos de trabajo”).
- Utilizar equipos de protección individual conformes con el Real Decreto 773/1997 (“equipos de protección individual”).
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

## **7. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

- Seguridad y Salud.
- Información de las medidas que hayan de adoptarse (el constructor debe proporcionarles una copia del Plan de Seguridad y Salud, a efectos de su conocimiento y seguimiento).
- Consulta y participación (directamente o a través de sus representantes).

## 8. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

### 8.1. Legislación y normativa técnica de aplicación

**R.D. 286/2006 de 10 de Marzo.** *“Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido”.*

**R.D. 1311/2005 de 4 de Noviembre.** *“Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas”.*

**R.D. 2177/2004 de 12 de Noviembre.** *“Modificación del R.D. 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura”.*

**R.D. 681/2003 de 12 de junio.** *“Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.”*

**R.D. 614/2001 de 8 de Junio.** *“Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.*

**R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.*

**R.D. 1215/1997 de 18 de Julio.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo”.*

**R.D. 773/1997 de 30 de Mayo.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”.*

**R.D. 488/1997 de 14 de Abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”.*

**R.D. 487/1997 de 14 de Abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”.*

**R.D. 486/1997 de 14 de Abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.*

**R.D. 485/1997 de 14 de Abril.** *“Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”.*

**R.D. 39/1997 de 17 de Enero.** *“Reglamento de los servicios de prevención”.*

**R.D. 1495/1986 de 26 de Mayo.** *“Reglamento de seguridad en las máquinas”.*

**Ley 31/1995 de 8 de Noviembre.** *“Prevención de riesgos laborales”.*

## 8.2. Ordenanzas

**O.M. de 23 de Mayo de 1997 (Ministerio de Trabajo).** “Reglamento de aparatos elevadores para obras”.

**O.M. de 17 de Mayo de 1974 (Ministerio de Trabajo).** “Homologación de los medios de protección personal de los trabajadores”.

**O.M. de 20 de Septiembre de 1973 (Ministerio de Trabajo).** “Reglamento electrónico de baja tensión”.

**O.M. de 9 de Marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo”.

**O.M. de 28 de Agosto de 1970 (Ministerio de Trabajo).** “Ordenanza laboral de la construcción: vidrio y cerámica”.

## 8.3. Normas UNE y NTE

**Norma NTE ADG/1983.** “Galerías”.

**Norma NTE ASD/1977.** “Saneamientos”.

**Norma NTE CCP/1983.** “Pantallas”.

**Norma NTE CSZ/1986.** “Zapatatas”.

**Norma NTE EAV/1975.** “Vigas”.

**Norma NTE EAS/1987.** “Soportes”.

**Norma NTE FCA/1974.** “Acero”.

**Norma NTE FDB/1976.** “Barandillas”.

**Norma NTE FCI/1974.** “Acero inoxidable”.

**Norma NTE FDC/1974.** “Cierres”.

**Norma NTE FPC/1976.** “Muros”.

**Norma NTE ADD/1975.** “Demoliciones”.

**Norma NTE IFC/1973.** “Agua caliente”.

**Norma NTE IFC/1973.** “Agua fría”.

**Norma NTE IPF/1974.** “Contra el fuego”.

**Norma NTE ISS/1974.** “*Saneamiento*”.

**Norma NTE ISV/1975.** “*Ventilación*”.

**Norma NTE IFA/1975.** “*Abastecimiento*”.

**Norma NTE ADZ/1976.** “*Zanjas y pozos*”.

**Norma NTE ASD/1997.** “*Drenajes*”.

**Norma NTE ISA/1973.** “*Alcantarillado*”.

**Norma NTE ISH/1974.** “*Humos y gases*”.

**Norma NTE IFR/1974.** “*Riego*”.

**Norma NTE IEP/1973.** “*Puesta a tierra*”.

**Norma NTE QTZ/1975.** “*Zinc*”.

**Norma UNE 81-707-85.** “*Escaleras portátiles de aluminio, simples y de extensión*”.

**Norma UNE 81-101-85.** “*Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso*”.

**Norma UNE 81-002-85.** “*Protectores auditivos. Tipos y definiciones*”.

**Norma UNE 81-304-83.** “*Calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela*”.

**Norma UNE 81-650-80.** “*Redes de seguridad. Características y ensayos*”.

**Norma UNE 81-353-80.** “*Cinturones de seguridad. Clase A: cinturón de sujeción. Características y ensayos*”.

**Norma UNE 81-250-80.** “*Guantes de protección. Definiciones y clasificación*”.

**Norma UNE 81-208-77.** “*Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos*”.

**Norma UNE 81-200-77.** “*Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación*”.



## 8.4. Directivas comunitarias

**Directiva 2003/10 de 6 de Febrero (Comunidad Europea).** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (17ª Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CE)”.

**Directiva 2001/45 de 27 de Junio (Comunidad Europea).** “Modificación de la Directiva 89/655/CE del Consejo relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (2ª Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 80/391/CE).”

**Directiva 97/57 de 26 de Agosto (Comunidad Europea).** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en obras de construcción temporales o móviles”.

**Directiva 89/656 de 30 de Noviembre (Comunidad Europea).** “Disposiciones mínimas de seguridad para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual”.

**Directiva 89/655 de 30 de Noviembre (Comunidad Europea).** “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo”.

**Directiva 86/296 de 26 de Mayo (Comunidad Europea).** “Aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las estructuras de protección de caídas de objetos (FOPS) de determinadas máquinas para la construcción”.

**Directiva 86/295 de 26 de Mayo (Comunidad Europea).** “Aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativas a las estructuras de protección en caso de vuelco (ROPS) de determinadas máquinas para la construcción”.

**Directiva 84/537 de 17 de Septiembre (Comunidad Europea).** “Armonización de las legislaciones de los estados miembros referente al nivel de potencia acústica admisible de los grupos electrógenos de potencia”.

**Directiva 84/532 de 17 de Septiembre (Comunidad Europea).** “Aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativas a las disposiciones comunes sobre material y maquinaria para la construcción”.

**Directiva 81/1051 de 7 de Diciembre (Comunidad Europea).** “Modificación de la Directiva 79/113”.

**Directiva 79/113 de 19 de Diciembre (Comunidad Europea).** “Armonización de las legislaciones de los estados miembros sobre la determinación de la emisión sonora de la maquinaria y material de obra de la construcción”.

**Directiva 386 L. 0594 de 22 de Diciembre (Comunidad Europea).** “Emisiones sonoras de las palas hidráulicas, de las palas de cable, de las topadoras frontales y de las palas cargadoras”.



---

---

**PLIEGO DE  
CONDICIONES**

---

---

# ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....</b>	<b>383</b>
<b>CAPÍTULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES .....</b>	<b>383</b>
<b>CAPÍTULO PRIMERO: CONDICIONES FACULTATIVAS.....</b>	<b>385</b>
<i>EPÍGRAFE 1º: DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS..</i>	<i>385</i>
<i>EPÍGRAFE 2º: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA .....</i>	<i>387</i>
<i>EPÍGRAFE 3º: PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.....</i>	<i>391</i>
<i>EPÍGRAFE 4º: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES .....</i>	<i>397</i>
<b>CAPÍTULO SEGUNDO: CONDICIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>400</b>
<b>CAPÍTULO TERCERO: CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>408</b>
<i>EPÍGRAFE 1º: PRINCIPIO GENERAL.....</i>	<i>408</i>
<i>EPÍGRAFE 2º. GARANTÍAS.....</i>	<i>408</i>
<i>EPÍGRAFE 3º: FIANZAS.....</i>	<i>408</i>
<i>EPÍGRAFE 4º: DE LOS PRECIOS.....</i>	<i>409</i>
<i>EPÍGRAFE 5º: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....</i>	<i>412</i>
<i>EPÍGRAFE 6º: DE LA VALORACIÓN Y ABONOS DE LOS TRABAJOS.....</i>	<i>415</i>
<i>EPÍGRAFE 7º: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS.....</i>	<i>418</i>
<i>EPÍGRAFE 8º: VARIOS.....</i>	<i>418</i>
<b>CAPÍTULO CUARTO: CONDICIONES LEGALES.....</b>	<b>421</b>
<b>2. CONDICIONES PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES Y SISTEMAS AUXILIARES .....</b>	<b>423</b>
2.1. EDIFICACIÓN.....	423
2.2. ELECTRICIDAD .....	423
2.3. SANEAMIENTO.....	424
2.4. FONTANERÍA .....	424
2.5. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA .....	425
2.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	425
<b>3. CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE PROCESO.....</b>	<b>426</b>
<b>4. LEGISLACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN .....</b>	<b>427</b>
<b>5. LEGISLACIÓN SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL.....</b>	<b>428</b>
<b>6. LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>431</b>

# 1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

## CAPÍTULO PRELIMINAR: DISPOSICIONES GENERALES

### OBJETO DEL PLIEGO

*Artículo 1.* El presente Pliego de Condiciones tiene por finalidad regular la ejecución de las obras, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos o encargados, al Ingeniero redactor y al Director técnico, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de obra.

Este Pliego de Condiciones acapara todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en el presente Proyecto Fin de Carrera. Asimismo, se incluyen aquellas obras accesorias para finalizar las instalaciones con arreglo a los planos y documentos que en este Proyecto se adjuntan.

Las obras accesorias son aquellas que por su naturaleza no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que se vayan ejecutando los trabajos. Cuando sea necesario, dichas obras se ejecutarán en base a proyectos adicionales que se vayan redactando. En obras de pequeña envergadura, el Director de Obra formulará la propuesta a llevar a cabo.

### OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

*Artículo 2.* Si en este Pliego de Condiciones no se encontrase descrita algún tipo de obra o de instalación que fuera necesaria ejecutar, el Adjudicatario (Contratista) estará obligado a realizarlas en base a los mandatos del Director de Obra y, en cualquier caso con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tiene plena capacidad para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas parcial o totalmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello permita al Contratista cualquier tipo de reclamación.

### DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA

*Artículo 3.* Los datos incluidos en la Memoria y Anexos son meramente informativos, mientras que los Planos, Presupuestos y Pliego de Condiciones tienen carácter contractual.

La Memoria y Anexos representan únicamente una opinión fundamentada y los datos que recogen se han de considerar tan sólo como complemento de la información que el contratista ha de adquirir directamente y con sus propios medios.

Se entiende por documentos contractuales aquellos que estén incorporados en el contrato y que sean de obligado cumplimiento, excepto modificaciones debidamente autorizadas. Por tanto, el Contratista no podrá alegar modificación alguna de las condiciones del contrato en base a los datos contenidos en los documentos informativos, a menos que estos datos aparezcan en algún documento contractual.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

### **COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS**

*Artículo 4.* El contrato incluye los siguientes documentos, dados según el valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1) Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiesen.
- 2) El Pliego de Condiciones.
- 3) El resto de la documentación de Proyecto (Memoria, Planos, Cálculos y Presupuesto).

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los Planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## CAPÍTULO PRIMERO: CONDICIONES FACULTATIVAS

### EPÍGRAFE 1º: DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

#### EL DIRECTOR DE OBRA

*Artículo 5.* La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Director, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director o sus subordinados puedan llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia. El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan del Director de Obra o de las personas por él delegadas.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos Competentes en la tramitación del Proyecto. Ésta es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

Corresponde al Director de Obra:

- Comprobar que la cimentación es adecuada según las características reales del suelo.
- Redactar los complementos o rectificaciones del Proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requieran su naturaleza y complejidad, a fin de resolver cualquier contingencia que se produzca e impedir las instrucciones complementarias que sean precisas, para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de la misma.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar y disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según el plan de control; así como efectuar las demás comprobaciones necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto de la Normativa Técnica aplicable. Los resultados se comunicarán puntualmente al Constructor, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia, adoptará las medidas que corresponda.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

## **EL CONSTRUCTOR**

*Artículo 6.* Corresponde a la Contrata:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento además del de la normativa vigente de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Ingeniero el acta de replanteo de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las de la buena construcción. La jefatura de todo el personal que intervenga en la obra ostenta y coordina las intervenciones de los Subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparos de la obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con la garantía o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de Órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado y las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Ingeniero Director, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de la obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las certificaciones parciales de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidente de trabajo y de daños a terceros durante la obra.



## **EPÍGRAFE 2º: DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA**

### **REMISIÓN DE SOLICITUD DE OFERTAS**

*Artículo 7.* La Dirección Técnica solicitará ofertas a las empresas especializadas del sector para llevar a cabo la realización de las obras. Si el ofertante lo considerase oportuno, podría adjuntar soluciones con carácter de recomendación para llevar a cabo la resolución de la instalación proyectada.

El plazo máximo para la recepción de ofertas será de un mes.

### **VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

*Artículo 8.* Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### **PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

*Artículo 9.* El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución y del Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Ingeniero Director.

### **OFICINA EN LA OBRA**

*Artículo 10.* El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que pueden extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Ingeniero.
- La Licencia de obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de condiciones.
- El Plan de Seguridad y Salud.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Las pólizas de Seguros pertinentes.

El Constructor además dispondrá de una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

## **PRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA**

*Artículo 11.* El Constructor queda obligado a comunicar a la Propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata. Sus funciones serán las del Constructor, según se especifican en el Artículo 6.

Cuando se requiera, y así se consigne en el Pliego de Condiciones, el delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según el caso.

El Pliego de Condiciones determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero Director para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

## **PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA**

*Artículo 12.* El Jefe de Obra por sí mismo o por medio de sus técnicos o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de Obra, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## **TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE**

*Artículo 13.* Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspectos de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de la obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones, se entenderá que requiere reformado de Proyecto con consentimiento expreso de la propiedad toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 % o del total del presupuesto en más de un 10 %.

## **INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

*Artículo 14.* Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los Planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba el Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éste crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

*Artículo 15.* El Constructor podrá requerir del Director de Obra, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

*Artículo 16.* Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones demandadas de la Dirección Facultativa, sólo podrán presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## **RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO**

*Artículo 17.* El Constructor no podrá recusar a los ingenieros, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa pueda interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

## **DESPIDOS POR INSUBORDINACIÓN, INCAPACIDAD Y MALA FE**

*Artículo 18.* El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

## **FALTAS DEL PERSONAL**

*Artículo 19.* El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de la obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## **EPÍGRAFE 3º: PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES**

### **CAMINOS Y ACCESOS**

*Artículo 20.* El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Ingeniero Director podrá exigir su modificación o mejora.

### **REPLANTEO**

*Artículo 21.* El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Director de Obra, y una vez éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero Director, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **PLAZO DE COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

*Artículo 22.* El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que, dentro de los períodos parciales en aquel señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **ORDEN DE LOS TRABAJOS**

*Artículo 23.* En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la Contrata, salvo aquellos casos en que por circunstancias de orden técnico, se estime conveniente su variación por la Dirección Facultativa.

## **LIBRO DE ÓRDENES**

*Artículo 24.* En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

## **FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS**

*Artículo 25.* De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Esto tendrá lugar sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares, suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a expensas de lo que resuelva la Dirección Facultativa.

## **AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR**

*Artículo 26.* Cuando ocurra algún imprevisto o cualquier accidente y sea necesario ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su persona y sus materiales todo lo que la Dirección de Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra acción de carácter urgente, anticipando este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente.

## **PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR**

*Artículo 27.* Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero Director. Para ello, el Constructor expondrá en el escrito dirigido al Ingeniero la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA**

*Artículo 28.* El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a menos que se hayan solicitado por escrito y no se hubiesen proporcionado.

## **SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS**

*Artículo 29.* Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la Propiedad de acuerdo con la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o gratificaciones de toda clase que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre Propiedad y Contrata.

## **CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

*Artículo 30.* Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Ingeniero al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## **OBRAS OCULTAS**

*Artículo 31.* Las unidades de obra y trabajos que tengan que quedar ocultos a la terminación del edificio, tendrán planos precisos para que queden perfectamente definidos, y estos documentos, que se consideran indispensables, se extenderán por duplicado, entregándose las copias tanto al Ingeniero como al Contratista, que deberán firmarlas.

## **TRABAJOS DEFECTUOSOS**

*Artículo 32.* El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y parciales de índole técnica del Pliego de Condiciones, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de las obras, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pueda existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las

certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

De modo que cuando el Ingeniero Director advierta vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo acordado, y todo ello a expensas de la Contrata.

En caso de reiteración en la ejecución de obras defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

### **VICIOS OCULTOS**

**Artículo 33.** Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario, serán a cargo de la Propiedad.

### **PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS**

**Artículo 34.** El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas las clases en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del buen arte constructivo, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Ingeniero Director.

Se exceptúan los casos en los que el Pliego de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento salvo orden por escrito en contrario del Ingeniero Director.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero Director una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en los que se especifique todas las especificaciones sobre marco, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

**Artículo 35.** A petición del Director de Obra, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra, para efectuar con ellas comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.



## MATERIALES NO UTILIZABLES

*Artículo 36.* El Constructor, a su costa, transportará y colocará agrupando ordenadamente y en el lugar adecuado los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero Director, acordando previamente con el Constructor su justa tasación teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

## MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

*Artículo 37.* Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego o no tuviesen la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para sujeto, el Ingeniero Director, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones.

Si a los quince días de recibir el Constructor orden de que se retiren los materiales que no estén en condiciones ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad, cargando los gastos a la Contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquel determine, a menos que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en mejores condiciones.

## GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

*Artículo 38.* Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales que intervengan en la ejecución de la obra estarán a cargo de la Contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de la Contrata.

## LIMPIEZA DE LAS OBRAS

*Artículo 39.* Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores de escombros y materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones sobrantes que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

## **MEDIOS AUXILIARES**

*Artículo 40.* Es obligación del Contratista el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el Pliego de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director de Obra, y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos lo determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

A cuenta y riesgo del Contratista correrán los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que se necesiten para la debida marcha y ejecución de los trabajos, no cabiendo al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

También correrán a cuenta y riesgo del Contratista los medios auxiliares de protección y señalización de obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. Y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## **OBRAS SIN PRESCRIPCIONES**

*Artículo 41.* En la ejecución de trabajos que entran en la ejecución de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer lugar a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de la obra y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

## **EPIGRAFE 4º: DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANejas DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES**

*Artículo 42.* Treinta días antes de dar fin a las obras, el Ingeniero comunicará a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

La recepción provisional se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor y del Ingeniero Director. Se convocarán también a los restantes técnicos, que en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Una vez realizado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes, y firmados por todos ellos. A partir de esta fecha comenzará el plazo de garantía, siempre y cuando las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza, a no ser que se estime conveniente que se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

### **DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA**

*Artículo 43.* El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

### **MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA**

*Artículo 44.* Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por el Ingeniero Director a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por la firma del Ingeniero Director, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

## **PLAZO DE GARANTÍA**

*Artículo 45.* El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a 9 meses.

## **CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE**

*Artículo 46.* Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción provisional y la definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del Propietario, y las reparaciones por vicios de obra o por defectos de las instalaciones serán a cargo de la Contrata.

## **DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA**

*Artículo 47.* Finalizado el plazo de garantía se verificará la recepción definitiva en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarles por vicios de la construcción.

## **PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA**

*Artículo 48.* Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de ellas, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

## **DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJO CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA**

*Artículo 49.* En el caso de resolución del contrato, el Contratista se verá obligado a retirar en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares e instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertado y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

La obra y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente por los trámites establecidos en el artículo 42. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto en el artículo 47 del presente Pliego. Para las obras y

trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **LIQUIDACIÓN FINAL**

*Artículo 50.* Una vez concluidas las obras, se liquidará según lo acordado, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, que hayan sido avaladas por la Dirección Técnica.

De ninguna manera, el Contratista podrá reclamar aumentos de obra no autorizados por el Director de Obra.

## **LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN**

*Artículo 51.* La liquidación en caso de rescisión se hará por la fórmula de contrato liquidatorio, que se redactará mediante acuerdo entre ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra ejecutadas hasta el momento de la rescisión.

## CAPÍTULO SEGUNDO: CONDICIONES TÉCNICAS

### REPLANTEO

**Artículo 52.** Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director de las mismas hará las comprobaciones que crea necesarias al replanteo realizado por el Contratista. Del resultado de estas comprobaciones, se levantará acta que suscribirán el Ingeniero Director y el Contratista.

El Contratista será responsable de la conservación de los puntos de referencia, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras sufrieran deterioros o destrucciones, correrán a su cargo los gastos de reposición y comprobación. También serán a cargo del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los ocasionados al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

### ORDEN DE LOS TRABAJOS

**Artículo 53.** El Contratista deberá seguir en la ejecución de las obras, el orden de trabajos previamente aprobado por el Ingeniero Director, debiendo extremar las precauciones para causar los mínimos perjuicios a terceras personas, corriendo a su cargo cuantos gastos se originen por este concepto.

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

**Artículo 54.** Comprende todas las operaciones relacionadas con los movimientos de tierras o rocas necesarias para la ejecución de la obra. Estas operaciones son: limpieza del terreno, explanaciones, desmontes y vaciados, rellenos y terraplenes, excavación de zanjas y pozos, transporte de tierras a vertedero y replanteo definitivo.

La limpieza del terreno incluye la excavación de los materiales objeto del desbroce y la retirada de los materiales objeto del desbroce, todo ello siguiendo las normas vigentes NTE-ADV: “Vaciados”.

La explanación incluye las operaciones de desmonte o relleno necesarias para nivelar las zonas donde habrán de asentarse las construcciones, incluyendo las plataformas, taludes y cunetas provisionales o definitivas, además del transporte de los materiales removidos a los vertederos o al sitio de utilización, todo ello siguiendo la norma NTE-AD. “Explanaciones”.

Si durante las excavaciones apareciesen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se ejecutarán los trabajos que ordene la Dirección de la obra, que se considerarán incluidos en los precios de la excavación, al igual que el precio del transporte a cualquier distancia. Siguen la norma NTE-ADZ. “Zanjas y pozos”.

El terreno se preparará de forma adecuada para suprimir las superficies de discontinuidad evitable. Así los rellenos o terraplenes son las masas de tierra o de otros materiales con los que se llenan y compactan los huecos, se hacen taludes, se nivelan terrenos

o se llevan a término obras similares. El equipo necesario para efectuar la compactación se determinará por el encargado facultativo, en función de las características del material a compactar y del tipo de obra. Todo ello seguirá la norma **NTE-AD**. “*Acondicionamiento del terreno*”.

## CIMENTACIONES

**Artículo 55.** Con anterioridad a la ejecución de las obras y mediante los trabajos adecuados, se reunirá toda la información posible proveniente de la observación de las zonas vecinas, del estado de las edificaciones adyacentes, corrientes de agua, etc., y se tomarán datos en general de toda clase de circunstancias que puedan posteriormente facilitar y orientar los trabajos que habrán de realizarse en el momento del reconocimiento del terreno.

El Director de Obra, según su criterio técnico y después de los reconocimientos y ensayos del terreno que considere necesarios, escogerá en cada caso la presión admisible que crea adecuada, fijando también el asentamiento máximo tolerable.

La Dirección Facultativa comprobará que la cimentación se realice en la forma, medida y dosificación adecuada, de tal manera que las longitudes, forma, separaciones, diámetros, número de barras y secciones, coincidan con los planos. Los recubrimientos, anclajes y montajes se ajustarán a las normas vigentes:

- **NTE-CSC.** “*Cimentaciones superficiales corridas*”.
- **NTE-CSL.** “*Cimentaciones superficiales. Losas*”.
- **NTE-CSZ.** “*Cimentaciones superficiales. Zapatas*”.

Antes de hormigonar, el contratista comprobará que las capas de asentamiento de la cimentación estén perfectamente niveladas y limpias.

## FORJADOS

**Artículo 56.** Los forjados pretensados autorresistentes están armados de acero o de otro tipo de materiales con bovedillas cerámicas de hormigón, y pueden fabricarse en obra o adquirirse prefabricados.

La normativa en materia de seguridad, ejecución, control, valoración y mantenimiento es la siguiente:

- **R. D. 1630/1980 de 18 de julio.** “*Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas*”.
- **NTE-EAF.** “*Estructuras de acero forjado*”.
- **NTE-EHU.** “*Estructuras de hormigón armado forjados unidireccionales*”.
- **NTE-EHR.** “*Estructuras de hormigón armado forjados reticulares*”.

## HORMIGONES

**Artículo 57.** Los materiales y equipos industriales, junto a los criterios generales de seguridad, ejecución, control, valoración y mantenimiento para hormigones en masa, armados y pretensados, fabricados en obra o no, quedan recogidos en la siguiente normativa:

- **NTE-EH.** “Estructuras de hormigón”.
- **NTE-EME.** “Estructuras de madera encofradas”.
- **EH-80.** “Hormigón pretensado”.
- **EH-91.** “Hormigón en masa o armado”.

## ACEROS LAMINADOS

**Artículo 58.** Los materiales y equipos industriales que se utilizan de manera conjunta a los aceros laminados en las estructuras de edificación, sean netamente estructurales o de unión, junto a criterios generales de seguridad, ejecución, control, valoración y mantenimiento, quedan recogidos en la siguiente normativa:

- **NTE-EA.** “Estructuras de acero”.
- **NBE-MV-102.** “Estructuras de acero laminado en edificación”. Tipos de uniones, ejecución en taller, montaje en obra, tolerancias y protecciones.
- **NBE-MV-103.** “Acero laminado para estructuras de edificaciones”. Productos laminados actualizados en la actualidad, sus características y formas de determinar dichas características.
- **NBE-MV-105.** “Roblenes de acero”.
- **NBE-MV-106.** “Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero”.

## CUBIERTAS

**Artículo 59.** Las cubiertas son los elementos constructivos que coronan superiormente el edificio para protegerlo de precipitaciones y otras inclemencias atmosféricas. Los materiales empleados son de cemento, de tejas o plaquetas de fibrocemento.

Se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra y las normas vigentes en lo que haga referencia a anclajes y cargas de las piezas de revestimiento. Se garantizará la seguridad, ejecutarán, controlarán, valorarán y mantendrán según lo dispuesto en:



- **NTE-QTF.** “Tejados de fibrocemento”.
- **NBE-MV-301/1970.** “*Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos*”.
- **R. D. 2085/1986 de 12 de septiembre.** “*Modificación de la norma NBE-MV-301/1970*”.

## SANEAMIENTO

**Artículo 60.** Se incluyen todas las condiciones que deberán satisfacer los materiales e instalaciones necesarios para la construcción de la red de saneamiento la obra civil. Se distingue entre redes de saneamiento horizontal y vertical.

### RED DE SANEAMIENTO HORIZONTAL

**Artículo 61.** Comprende las conducciones que recorren las aguas pluviales, negras o fecales, con grasa o jabonosas, para conducir las a la red general de alcantarillado del término municipal de Villalón de Campos (Valladolid).

Los materiales a emplear en la tubería podrán ser hormigón, cemento, gres, fundición, fibrocemento o cloruro de polivinilo, al igual que los equipos de origen industrial, todos ellos de una calidad mínima exigida en las normativas. Asimismo, las normas recogen exigencias en materia de seguridad, ejecución, control, valoración y mantenimiento.

La normativa a aplicar es la siguiente:

- **O. M. de 15 de septiembre de 1986 (Ministerio de Obras Públicas).** “*Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento*”.
- **NTE-ASD.** “*Saneamientos, drenajes y avenamientos*”.

### RED DE SANEAMIENTO VERTICAL

**Artículo 62.** La red de saneamiento vertical o de bajantes de desagües comprende los siguientes elementos:

- Red horizontal de desagües de aparatos.
- Bajantes fluviales, fecales y de aguas de limpieza.

Los materiales y equipos industriales, la seguridad de los trabajos, la forma de ejecutar, controlar, valorar y mantener quedan establecidas en base a:

- **NTE-ISS.** “*Instalaciones de salubridad y saneamiento*”.
- **NTE-ISA.** “*Alcantarillado*”.
- **NTE-ISD.** “*Depuración y vertido*”.

## **FONTANERÍA**

**Artículo 63.** Las condiciones en las que han de realizarse los trabajos para abastecimiento y distribución de agua, los materiales y equipos empleados, el control de la obra, la seguridad de los trabajos, su medición, valoración y mantenimiento, se realizarán en base a:

- **NTE-IFA.** “*Instalaciones de fontanería*”.
- **NTE-IFF.** “*Instalaciones de fontanería. Agua fría*”.
- **NTE-IFC.** “*Instalaciones de fontanería. Agua caliente*”.
- **IT. IC. 02.** “*Exigencias ambientales y de confortabilidad*”.

## **ELECTRICIDAD**

**Artículo 64.** Los materiales y equipos empleados, la ejecución, el control de ésta, la seguridad del trabajo, su medición, valoración y mantenimiento, se realizarán teniendo en cuenta:

- **R. D. 842/2002 de 2 de agosto.** “*Reglamento electrotécnico de baja tensión*”.
- **Normas MBT.**
- **NTE-IEB.** “*Instalación eléctrica de baja tensión*”.
- **NTE-IER.** “*Instalación eléctrica de red exterior*”.
- **NTE-IEE.** “*Alumbrado exterior*”.
- **NTE-IEI.** “*Alumbrado interior*”.
- **NTE-IEP.** “*Puesta a tierra*”.

## ALBAÑILERÍA

**Artículo 65.** Quedan recogidos todos aquellos trabajos que impliquen la creación de bloques de hormigón o ladrillo, la creación o montaje de tabiques de ladrillo o prefabricados, fabricación de escaleras, paramentos, suelos y techos, así como de su revestimiento.

La calidad de materiales y equipos empleados, seguridad en el trabajo, ejecución, control, valoración y mantenimiento quedan detallados en las siguientes normativas:

- NTE-FFL. “*Fachadas de ladrillo*”.
- NTE-EFL. “*Estructuras de ladrillo*”.
- NTE-PTL. “*Tabiques de ladrillo*”.
- NTE-RSP. “*Revestimiento de suelos y escaleras. Placas*”.
- NTE-RPE. “*Revestimiento de paramentos. Enfoscados*”.
- NTE-RPA. “*Revestimiento de paramentos. Alicatados*”.
- NTE-RTC. “*Revestimiento de techos. Continuos*”.
- NTE-RPG. “*Revestimiento de paramentos. Guarnecidos y enlucidos*”.
- NTE-RPP. “*Revestimiento de paramentos. Pintadas*”.
- NTE-RPR. “*Revestimiento de paramentos. Revocos*”.

## AISLAMIENTOS

**Artículo 66.** Definidas las condiciones térmicas exigibles en el edificio y escogidos los elementos constructivos definidos en el Proyecto, el valor aislante del elemento podrá conseguirse con sus propios componentes, o por la adición de otros, que tendrán la función de completar el valor de aislamiento exigido.

Independientemente del sistema constructivo, se evitará la creación de puentes térmicos o zonas de menor capacidad aislante, para que no modifiquen de una manera perjudicial los aislantes, dando lugar a zonas donde se puedan producir condensaciones.

Ningún producto podrá ser usado como aislante sin la aprobación previa de la Dirección Facultativa, y de acuerdo con lo previsto en la norma **NBE-CB-79**. “*Condiciones térmicas de los edificios*”.

**Artículo 67.** La insonorización de locales tendrá por objeto crear un ambiente adecuado para cualquier manifestación humana, consiguiendo que los niveles sonoros que imperen en los locales insonorizados tengan unos valores máximos establecidos en cada caso.

Los materiales a emplear como aislantes en cualquier elemento constructivo que los requiera tendrán que estar avalados por Sellos o Marcas de calidad. No se colocará ningún medio aislante sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

**Artículo 68.** El aislamiento contra la humedad podrá conseguirse, en general, por procedimientos constructivos que evacúen el agua por gravedad fuera de la zona de peligro, por aditivos que se mezclen en las pastas aglomeradas confiriendo propiedades impermeables al material resultante, o por impermeabilizantes de superficie que son impermeables por sí solos y se aplican superficialmente a otros que sirven como base del mismo.

Los cerramientos utilizados serán de marca acreditada y según muestras aceptadas por la Dirección Facultativa.

## **CARPINTERÍA**

**Artículo 69.** El montaje de puertas, ventanas y otros elementos utilizados para realizar particiones podrán ser de madera, metálicos y de plástico, y cumplirán las especificaciones de la normativa vigente:

- **NBE-CT-79.** “*Condiciones térmicas de los edificios*”.
- **NBE-CA-82.** “*Condiciones acústicas de los edificios*”.
- **NTE-PPA.** “*Puertas de acero*”.
- **NTE-PPM.** “*Puertas de madera*”.

## **CLIMATIZACIÓN**

**Artículo 70.** Las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de refrigeración, calefacción y ventilación, quedan recogidas en:

- **R. D. 1618/1980 de 4 de julio.** “*Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria*”.
- **R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre.** “*Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas*”.
- **NTE-ID.** “*Instalaciones de depósitos*”.

## PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**Artículo 71.** Las calidades de materiales y equipos utilizados, la ejecución, control, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de lucha contra el fuego cumplen lo establecido por las siguientes normas:

- **NTE-IPP.** “*Protección contra el fuego*”.
- **NBE-CPI-81.** “*Condiciones de protección contra incendios*”.
- **EH-82-Anexo 6.** “*Estructuras de hormigón*”.

## OBRAS NO INCLUIDAS EN PROYECTO

**Artículo 72.** El Director de Obra, siempre en cumplimiento de la normativa vigente, dará instrucciones al Contratista de cómo ejecutar las obras no contempladas en este Pliego de Condiciones, sin que pueda éste último llevar a cabo reclamación alguna.

## CAPÍTULO TERCERO: CONCIONES ECONÓMICAS

### EPÍGRAFE 1º: PRINCIPIO GENERAL

*Artículo 73.* Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades establecidas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

### EPÍGRAFE 2º: GARANTÍAS

*Artículo 74.* La Propiedad, el Contratista y, en su caso, los Técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### EPÍGRAFE 3º: FIANZAS

*Artículo 75.* El Contratista presentará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 y 10 % del precio total de contrata.
- Mediante retención de las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

### FIANZA PERSONAL

*Artículo 76.* En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra, de un 3 % como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de la obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10 % de la cantidad por la que se haga la justificación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas específicas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de dicho plazo el adjudicado deberá presentar la

carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

## **EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA**

**Artículo 77.** Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastara para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

## **DE SU DEVOLUCIÓN EN GENERAL**

**Artículo 78.** La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

## **DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES**

**Artículo 79.** Si la Propiedad, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

## **EPÍGRAFE 4º: DE LOS PRECIOS**

### **COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS**

**Artículo 80.** El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se consideran *Costes Directos*:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible y energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Son *Costes Indirectos*:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los gastos del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se consideran *Gastos Generales*:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 % y un 17 %).

El *Beneficio Industrial* del Contratista se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas.

Se denomina *Precio de Ejecución Material* al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

El *Precio de Contrata* es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

## **PRECIOS DE CONTRATA**

**Artículo 81.** Se entiende por Precio de Contrata el precio de ejecución material más el tanto por ciento sobre éste en concepto de beneficio industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente en un 6 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.



## PRECIOS CONTRADICTORIOS

*Artículo 82.* Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. Los contradictorios se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios, pero si existiese falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero Director y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del Proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

## RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

*Artículo 83.* Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del Presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

## FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

*Artículo 84.* En ningún caso el Contratista podrá alegar los usos o costumbres del país respecto a la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

## DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

*Artículo 85.* Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un importe superior al 3 % del importe total del presupuesto del Contrato.

En caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 %.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

## ACOPIO DE MATERIALES

*Artículo 86.* El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, y el Contratista será responsable de su guarda y conservación.

## EPÍGRAFE 5º: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

### ADMINISTRACIÓN

*Artículo 87.* Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Propietario bien por si o por un representante suyo o bien por mediación de un Constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

*Artículo 88.* Se denominan obras por administración directa aquellas en las que el Propietario por si o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra, en suma interviniendo en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla.

En estas obras, el Constructor, si lo hubiese o el encargado de su realización es un mero dependiente del Propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en si, por tanto la doble personalidad de Propietario y Contratista.

### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

*Artículo 89.* Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que conviene un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y convengan.

Las características peculiares de la obra por administración delegada o indirecta son las siguientes:

- El Propietario tiene la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos.
- El Propietario tiene la facultad de poder ordenar bien por si o por el Ingeniero Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, así como la elección de los materiales que crea preciso para regular la realización de los mismos.
- El Constructor tiene la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos; percibiendo por ello el propietario un tanto por ciento sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

## LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

**Artículo 90.** Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra. Si estas normas no existiesen, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario.

Los documentos siguientes han de estar conformados por el Ingeniero Director:

- Factura original de los materiales adquiridos para los trabajos y documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales de la obra.
- Nóminas de los jornales abonados, ajustándose a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y por su categoría, acompañado de dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- Facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- Recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra, en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor, se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15 %, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales originados y el beneficio industrial.

## **ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA**

*Artículo 91.* Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajo realizados aprobados por el Propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de Obra redactará con igual periodicidad la medición de la obra realizada, valorándola de acuerdo con el presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario.

## **NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS**

*Artículo 92.* Si al Constructor se le autoriza para gestionar y adquirir los materiales y equipos, éste deberá presentar al Propietario, o en su representación, al Director de Obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

## **RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS**

*Artículo 93.* Si de las partes de mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe de presentar el Constructor al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos por unidades de obra iguales o similares, se le notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si los rendimientos no llegasen a los normales en los meses sucesivos a la notificación hecha al Constructor, el Propietario quedará facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15 %, correspondiente al abono de la liquidación quincenal al Constructor. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR**

*Artículo 94.* En los trabajos de obras por administración delegada, el Constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. De manera que el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios ocurridos.

En cambio, el Constructor no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas.

## EPÍGRAFE 6º: DE LA VALORACIÓN Y ABONOS DE LOS TRABAJOS

### FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS

**Artículo 95.** Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego de Condiciones Económicas se establezca otra cosa, el abono de los trabajos se realizará de la siguiente manera:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Su precio fijo se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Tanto variable por unidad de obra. Depende de las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Director de Obra. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma en que el presente Pliego de Condiciones Económicas determina.
- Por horas de trabajo, ejecutadas en las condiciones determinadas en el contrato.

### RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

**Artículo 96.** En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en el Pliego de Condiciones que rija en la obra, el Contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director de Obra.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el Presupuesto, teniendo presente además lo establecido en el Pliego General de Condiciones Económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director de Obra los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que dentro del plazo de diez días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los seis días siguientes a su recibo, el Director de Obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste en el segundo caso acudir ante el propietario contra la resolución del Director de Obra en la forma acordada.

El Director de Obra expenderá la certificación de las obras ejecutadas tomando como base la relación valorada, y de su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el 90 % de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin efectuarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo que la valoración se refiere. En el caso de que el Director de Obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

## **MEJORA DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS**

*Artículo 97.* Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra o, en general, introdujese en esta y sin pedírsela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de Obra, no tendrá derecho, sin embargo, mas que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## **ABONOS DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA**

*Artículo 98.* Salvo lo preceptuado en el Pliego de Condiciones Particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se actuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo en caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse. En este caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para dicha cuenta, valorando los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado, o en su defecto, a los

que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del Contratista.

## **ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS**

**Artículo 99.** Los trabajos que no sean contratados no serán de cuenta del Contratista. Si no se contratasen mediante tercera persona, el Contratista tendrá la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará conjuntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

## **PAGOS**

**Artículo 100.** Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de Obra.

## **ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA**

**Artículo 101.** El abono de los trabajos realizados durante el plazo de garantía se realizará de alguna de estas maneras:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, el Director de Obra exigirá su realización durante el plazo de garantía. Estos trabajos serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Condiciones Particulares o en su defecto en el General, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que fijaron en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido este utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si los trabajos ejecutados son para la reparación de defectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## **EPÍGRAFE 7º: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS**

### **DEMORA DE LOS PAGOS**

*Artículo 102.* Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá el derecho a percibir el abono del 4,5 % anual en concepto de interés de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

El Contratista tendrá derecho a la resolución del contrato si pasan dos meses a partir del término del plazo de un mes sin realizarse el pago, liquidándose las obras ejecutadas y los materiales acopiados, siempre que reúnan las condiciones previamente establecidas y no se exceda de la cantidad necesaria contratada.

No obstante a lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO**

*Artículo 103.* La indemnización por retraso no justificado de la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural del retraso, contratados a partir del día de terminación fijados en el calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## **EPÍGRAFE 8º: VARIOS**

### **MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA**

*Artículo 104.* No se admitirán mejoras de obras, más que en el caso de que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirá aumento de obras en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene también por escrito la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.



## **UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES**

*Artículo 105.* Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar una obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo en el caso que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones sin exceder de dicho plazo.

## **SEGURO DE LAS OBRAS**

*Artículo 106.* El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recavar de ésta su previa conformidad o reparos.

## **CONSERVACIÓN DE LA OBRA**

*Artículo 107.* Si durante el plazo de garantía el Contratista no atiende a la conservación de la obra, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación del Propietario, podrá disponer de todo cuanto sea preciso para que se atienda a la guarda, limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, el Contratista está obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

## **USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO Y BIENES DEL PROPIETARIO**

*Artículo 108.* Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista ocupe, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se

hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## CAPÍTULO CUARTO: CONDICIONES LEGALES

### JURISDICCIÓN

**Artículo 109.** Los litigios, cuestiones o diferencias que surjan durante el transcurso o después de las obras, se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por cada una de las partes y presidido por el Ingeniero que dirige la obra. En último término se deberá recurrir a los Tribunales de Justicia donde esté emplazada la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras según estipule el contrato y en los documentos que compongan el Proyecto. Está obligado a lo establecido en la Ley de Contratos de trabajo, además de lo expuesto en Leyes de Prevención de Accidentes Laborales, Subsidio Familiar y Seguros Sociales. Además, corre con las responsabilidades y gastos del vallado y guarda de la parcela. Cualquier modificación o merma de la propiedad por parte de los vecinos de parcelas anexas será inmediatamente notificada al Director de Obra.

El Contratista, asimismo, será el responsable de toda falta relativa a la política urbanística y a las ordenanzas municipales vigentes en la localidad de Villalón de Campos (Valladolid).

### ACCIDENTES Y DAÑOS A TERCEROS

**Artículo 110.** Los accidentes ocurridos en la ejecución de las obras harán que el Contratista se atenga a lo dispuesto a la legislación vigente, ya que es el único responsable del cumplimiento de dichas normativas. Bajo ningún concepto puede quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes.

Los accidentes o perjuicios que pudiesen ocurrir, por no cumplir la normativa, serán responsabilidad exclusiva del Contratista, o de sus representantes, ya que las partidas económicas para cubrir estas normativas habrán sido tenidas en cuenta en el Proyecto. El abono de las indemnizaciones por causa de accidentes por inexperiencia o descuido, en las obras o zonas adyacentes, correrán a cargo del Contratista.

El Contratista ha de cumplir los requisitos legales, pudiendo exhibir el justificante de tal cumplimiento en aquellos casos que se le requiera.

### PAGOS DE ARBITRIOS

**Artículo 111.** El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales, autonómicos, nacionales o europeos, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono deba hacerse durante el

tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a las propias obras, correrán a cargo del Contratista, siempre que el Pliego de Condiciones no diga lo contrario.

El Contratista podrá reintegrar el importe de los gastos en el caso de que el Director de Obra lo considere oportuno.

## **CAUSAS DE RESCISIÓN DE CONTRATO**

*Artículo 112.* Son causas suficientes para rescindir un contrato las siguientes:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

Si en los casos anteriores, los herederos o síndicos ofrecieran el llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones del Contrato, la Propiedad puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que los primeros tengan derecho a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por:
  - Modificación del Proyecto, presentando notables alteraciones del mismo, a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto sea aproximadamente de un 40 % de alguna de las unidades del Proyecto modificadas.
  - Modificación de las unidades de obra, siempre que presenten unas variaciones en torno al 40 %.
- Suspensión de la obra comenzada por causas ajenas a la Contrata. La fianza se devolverá automáticamente si no se comienza la obra tres meses después de su adjudicación.
- Suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión exceda un año.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio a los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a esta.
- El abonado de la obra sin causa justificada.
- Mala fe en la ejecución de los trabajos.

## 2. CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES Y SISTEMAS AUXILIARES

### 2.1. EDIFICACIÓN

**R. D. 997/2002 de 27 de septiembre.** *“Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)”*.

**R. D. 1039/1998 de 28 de junio.** *“Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón estructural EHE”*.

**R. D. 1829/1995 de 10 de noviembre.** *“Estructuras de acero en la edificación”*.

**R. D. 805/1993 de 28 de mayo.** *“Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón pretensado”*.

**R. D. 1370/1988 de 25 de julio.** *“Norma básica de la edificación “NBE-AE/88””*.

**Decreto 3209/1974 de 30 de agosto (Ministerio de Planificación del Desarrollo).** *“Norma sismorresistente PDS-1”*.

**Decreto 2752/1971 de 13 de agosto (Ministerio de la Vivienda).** *“Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos”*.

**Decreto 159/1963 de 17 de enero (Ministerio de la Vivienda).** *“Acciones en la edificación”*.

### 2.2. ELECTRICIDAD

**R. D. 842/2002 de 2 de agosto.** *“Reglamento electrotécnico de baja tensión”*.

**R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre.** *“Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación”*.

**R. D. 2949/1982 de 15 de octubre.** *“Acometidas eléctricas”*.

**R. D. 788/1980 de 29 de marzo.** *“Reglamento de aparatos domésticos que utilizan energía eléctrica”*.

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** *“Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo”*.

**Decreto 3151/1968 de 28 de noviembre (Ministerio de Industria).** *“Reglamento de líneas de alta tensión”*.

**Normas UNE referenciadas en las disposiciones anteriores.**

Los materiales y equipos empleados, la ejecución, el control de ésta, la seguridad del trabajo, su medición, valoración y mantenimiento, se realizarán teniendo en cuenta:

**Normas MBT.**

**NTE-IEB.** “*Instalación eléctrica de baja tensión*”.

**NTE-IER.** “*Instalación eléctrica de red exterior*”.

**NTE-IEE.** “*Alumbrado exterior*”.

**NTE-IEI.** “*Alumbrado interior*”.

**NTE-IEP.** “*Puesta a tierra*”.

### **2.3. SANEAMIENTO**

Los materiales y equipos industriales, la seguridad de los trabajos, la forma de ejecutar, controlar, valorar y mantener quedan establecidos en base a:

**NTE-ISA.** “*Alcantarillado*”.

**NTE-ISS.** “*Instalaciones de salubridad y saneamiento*”.

**NTE-ISD.** “*Depuración y vertido*”.

### **2.4. FONTANERÍA**

Las condiciones en las que han de realizarse los trabajos para abastecimiento y distribución de agua, los materiales y equipos empleados, el control de la obra, la seguridad de los trabajos, su medición, valoración y mantenimiento, se realizarán en base a:

**O. M. de 9 de diciembre de 1979 (Ministerio de Obras Públicas).** “*Normas básicas para instalaciones interiores de suministro de agua*”.

**O. M. de 28 de julio de 1974 (Ministerio de Obras Públicas).** “*Pliego de condiciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua*”.

**NTE-IFA.** “*Instalaciones de fontanería*”.

**NTE-IFC.** “*Instalaciones de fontanería. Agua caliente*”.

**NTE-IFF.** “*Instalaciones de fontanería. Agua fría*”.

**IT. IC. 02.** “*Exigencias ambientales y de confortabilidad*”.

## 2.5. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

**R. D. 754/1981 de 13 de marzo.** *“Modificación del R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre”.*

**O. M. de 30 de septiembre de 1979 (Ministerio de Industria).** *“Modificaciones de las Instrucciones técnicas complementarias MI-IF-013 y MI-IF-014”.*

**O. M. de 4 de abril de 1979 (Ministerio de Industria).** *“Modificaciones de las Instrucciones técnicas complementarias MI-IF-007 y MI-IF-014”.*

**R. D. 394/1979 de 2 de febrero.** *“Modificación del R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre”.*

**O. M. de 24 de enero de 1978 (Ministerio de Industria).** *“Instrucciones complementarias (MIF) con arreglo al Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.*

**R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre.** *“Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.*

## 2.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

**R. D. 786/2001 de 14 de abril.** *“Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales”.*

**R. D. 486/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.*

**R. D. 485/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”.*

**R. D. 2177/1996 de 4 de octubre, NEB-CPI/96.** *“Condiciones de protección contra incendios en los edificios”.*

**R. D. 1942/1993 de 5 de noviembre.** *“Incendios. Reglamento de instalaciones de protección”.*

**R. D. 1403/1986 de 9 de mayo.** *“Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo”.*

**O. M. de 29 de noviembre de 1984 (Ministerio del Interior).** *“Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en los locales y edificios”.*

**O. M. de 31 de mayo de 1982, ITC-MIE-AP-5 (Ministerio de Industria y Energía).** *“Instrucción técnica complementaria sobre extintores de incendio”.*

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** *“Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Capítulo VII: Prevención y extinción de incendios”.*

### **3. CONDICIONES PARTICULARES DE LOS EQUIPOS DE PROCESO**

**R. D. 754/1981 de 13 de marzo.** *“Modificación del R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre”.*

**O. M. de 30 de septiembre de 1979 (Ministerio de Industria).** *“Modificaciones de las Instrucciones técnicas complementarias MI-IF-013 y MI-IF-014”.*

**O. M. de 4 de abril de 1979 (Ministerio de Industria).** *“Modificaciones de las Instrucciones técnicas complementarias MI-IF-007 y MI-IF-014”.*

**R. D. 394/1979 de 2 de febrero.** *“Modificación del R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre”.*

**O. M. de 24 de enero de 1978 (Ministerio de Industria).** *“Instrucciones complementarias (MIF) con arreglo al Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.*

**R. D. 3099/1977 de 8 de septiembre.** *“Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.*

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** *“Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo”.*



## 4. LEGISLACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

**Reglamento 466/2001 (Unión Europea).** *“Contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios”.*

**Decreto 189/2001 de 4 de septiembre (Consejería de Salud).** *“Planes de formación de los manipuladores de alimentos y el régimen de autorización y registro de empresa y entidades, que imparten formación en materia de manipulación de alimentos”.*

**R. D. 202/2000 de 11 de febrero.** *“Normas relativas a los manipuladores de alimentos”.*

**R. D. 1334/1999 de 31 de julio.** *“Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de productos alimenticios”.*

**Reglamento 259/1997 (Unión Europea).** *“Nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios”.*

**Decreto 444/1996 de 17 de septiembre (Consejería de Salud).** *“Procedimiento de autorización, reconocimiento de la acreditación y el registro de los laboratorios de Salud Pública de Andalucía”.*

**R. D. 1907/1996 de 2 de agosto.** *“Publicidad y promoción comercial de productos, actividades o servicios con pretendida finalidad sanitaria”.*

**R. D. 44/1996 de 19 de enero.** *“Seguridad general de los productos puestos a disposición del consumidor”.*

**R. D. 2207/1995 de 28 de diciembre.** *“Normas de higiene relativas a los productos alimenticios”.*

**R. D. 1397/1995 de 4 de agosto.** *“Medidas adicionales sobre el control oficial de productos alimenticios”.*

**Reglamento 315/1993 (Unión Europea).** *“Procedimientos en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios”.*

**R. D. 50/1993 de 15 de enero.** *“Control oficial de los productos alimenticios”.*

**R. D. 49/1993 de 15 de enero.** *“Controles veterinarios aplicables en los intercambios intracomunitarios de los productos de origen animal”.*

**R. D. 1712/1991 de 29 de noviembre.** *“Registro General Sanitario de Alimentos”.*

**R. D. 381/1984 de 25 de enero.** *“Reglamentación técnico-sanitaria de comercio minorista de alimentos”.*

**R. D. 1945/1983 de 22 de junio.** *“Infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria”.*

**R. D. 2484/1967 de 21 de septiembre.** *“Código Alimentario Español”.*

## **5. LEGISLACIÓN SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL**

### **Normativa General**

**R. D. 614/2001 de 8 de junio.** *“Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.*

**R. D. 374/2001 de 6 de abril.** *“Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo”.*

**R. D. 780/1998 de 30 de abril.** *“Modificación del R. D. 39/1997 de 17 de enero sobre el “Reglamento de los servicios de prevención””.*

**R. D. 1627/1997 de 24 de octubre.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.*

**R. D. 1215/1997 de 18 de julio.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo”.*

**R. D. 773/1997 de 30 de mayo.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual”.*

**R. D. 488/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”.*

**R. D. 487/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores”.*

**R. D. 486/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.*

**R. D. 485/1997 de 14 de abril.** *“Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”.*

**R. D. 39/1997 de 17 de enero.** *“Reglamento de los servicios de prevención”.*

**Ley 31/1995 de 8 de noviembre.** *“Prevención de riesgos laborales”.*

**Directiva 89/654 (Unión Europea) de 30 de noviembre de 1989.** *“Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo”. 1ª Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391.*

**Directiva 89/391 (Unión Europea) de 12 de junio de 1989.** *“Aplicación de medidas para la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores”.*

**R. D. 1316/1989 de 27 de octubre.** *“Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo”.*

**R. D. 1495/1986 de 26 de mayo.** “Reglamento de seguridad en las máquinas”.

**R. D. 1244/1979 de 8 de septiembre.** “Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas”.

**O. M. de 15 de marzo de 1963 (Ministerio de Gobernación).** “Instrucciones complementarias para el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas”.

**B. O. E. de 7-30 de diciembre de 1961 y B. O. E. de 2-7 de mayo de 1962.** “Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas”.

**B. O. E. De 12-16 de marzo de 1971.** “Normas del Ministerio de Trabajo sobre Seguridad e Higiene”.

**O. M. de 20 de mayo de 1950 (Ministerio de Trabajo).** “Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo en la industria de la construcción”.

### **Ambientes cálidos y fríos**

**Norma española de marzo de 1995.** “UNE-EN-28.996: ergonomía y determinación de la producción de calor metabólico”.

**Norma española de marzo de 1995.** “UNE-EN-27.726: ambientes térmicos e instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos”.

**Norma española de enero de 1995.** “UNE-EN-27.243: ambientes calurosos y estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT”.

**Norma europea de julio de 1993.** “CEN 27.730”.

**Norma internacional de julio de 1989.** “ISO 7.933”.

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo”.

### **Ventilación y climatización**

**Norma española UNE-100-011.** “Ventilación para una calidad del aire aceptable en los locales”.

**O. M. de 16 de julio de 1981 (Ministerio de la Presidencia).** “Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitarias. IT. IC. 02: exigencias ambientales y de confortabilidad”.

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo. Artículo 30: ventilación, temperatura y humedad”.

## **Iluminación**

**Norma internacional de octubre de 1989.** “ISO 8.995”.

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo”.

## **Ruido**

**R. D. 1316/1989.** “Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo”.

**O. M. de 9 de marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo. Artículo 31: ruidos, vibraciones y trepidaciones”.

**Normas españolas UNE para protectores auditivos.**

## **Vibraciones**

**Norma española.** “UNE-EN 30.326”.

**Norma española.** “UNE-EN 28.041”.

**Norma internacional.** “ISO 5.349”.

**Norma internacional.** “ISO 2.631”.

**O. M. de 9 marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo).** “Orden general de seguridad e higiene en el trabajo. Artículo 31: ruidos, vibraciones y trepidaciones”.

## 6. LEGISLACIÓN MEDIOAMBIENTAL

**Ley 16/2002.** “*Prevención y control integrados de la contaminación*”.

**Ley 6/2001 de 8 de mayo.** “*Modificación del R. D. 1302/1986 de 28 de junio sobre la “Evaluación de impacto ambiental”*”.

**Ley 5/1999 de 8 de abril.** “*Evaluación de impacto ambiental*”.

**Ley 10/1998 de 21 de abril.** “*Desechos y residuos sólidos urbanos*”.

**R. D. 153/1996 de 30 de abril.** “*Reglamento de informe ambiental*”.

**R. D. 74/1996 de 20 de febrero.** “*Reglamento de calidad del aire*”.

**R. D. 297/1995 de 19 de diciembre.** “*Reglamento de calificación ambiental*”.

**Decreto 292/1995 de 12 de diciembre.** “*Reglamento de evaluación de impacto ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía*”.

**Ley 7/1994 de 18 de mayo.** “*Protección ambiental*”.

**Decreto 39/90 de 27 de marzo.** “*Asignación de competencias en materia de evaluación de impacto ambiental*”.

**Ley 4/1989 de 27 de marzo.** “*Conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestre*”.

**R. D. 1131/1988 de 30 de septiembre.** “*Reglamento para la ejecución del R. D. L. 1302/1986 de Evaluación de impacto ambiental*”.

**R. D. 833/1988 de 20 de julio.** “*Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 de 20 de mayo “Básica de residuos tóxicos y peligrosos”*”.

**R. D. 1302/1986 de 28 de junio (Ministerio de Obras Públicas).** “*Evaluación de impacto ambiental*”.

**Ley 20/1986 de 14 de mayo.** “*Básica de residuos tóxicos y peligrosos*”.

**Ley 28/1985 de 2 de agosto.** “*Aguas*”.

**Ley 42/1975 de 19 de noviembre.** “*Desechos y residuos sólidos urbanos*”.

**Decreto 833/1975 de 6 de febrero (Ministerio de Planificación del Desarrollo).** “*Ley de protección del ambiente atmosférico*”.

**Ley 38/1972 de 22 de diciembre (Jefatura del Estado).** “*Protección del ambiente atmosférico*”.

**R. D. 2414/1961.** “*Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (RAMINP)*”.



---

---

# **PRESUPUESTO**

---

---

# ÍNDICE PRESUPUESTO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>437</b>
<b>2. COSTE EQUIPAMIENTOS .....</b>	<b>438</b>
2.1. EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN .....	438
2.2. EQUIPOS Y UTENSILIOS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	440
2.3. AISLAMIENTOS.....	441
2.4. EQUIPOS PARA EL PROCESADO DE LAS PIEZAS .....	443
2.5. EQUIPOS Y UTENSILIOS PARA EL TRANSPORTE DE LAS PIEZAS ...	446
2.6. EQUIPAMIENTO DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD.....	447
2.7. EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO .....	451
2.8. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS .....	452
2.9. RESUMEN COSTE DE EQUIPAMIENTOS .....	452
<b>3. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN FIJA.....</b>	<b>453</b>
3.1. MÉTODO DEL FACTOR UNIVERSAL .....	453
3.2. MÉTODO DEL FACTOR DE LANG .....	453
3.3. MÉTODO DE ESTIMACIÓN POR FACTORES .....	454
3.4. CONCLUSIONES .....	455
<b>4. COSTES DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>456</b>
4.1. COSTES DIRECTOS O VARIABLES.....	456
4.1.1. Materias primas.....	456
4.1.2. Mano de obra .....	457
4.1.3. Mantenimiento .....	457
4.1.4. Útiles de producción .....	458
4.1.5. Electricidad .....	458
4.1.6. Resumen de costes directos.....	461
4.2. COSTES FIJOS .....	461
4.2.1. Amortización.....	461
4.2.2. Tasas locales .....	461
4.2.3. Seguros.....	462
4.2.4. Administración y dirección.....	462
4.2.5. Intereses .....	462
4.2.6. Otros costes indirectos .....	462
4.2.7. Resumen costes fijos.....	463
4.3. COSTES DE PRODUCCIÓN .....	463
<b>5. BENEFICIOS .....</b>	<b>464</b>
<b>6. RESUMEN DE DATOS ECONÓMICOS.....</b>	<b>465</b>







## 1. INTRODUCCIÓN

El Presupuesto del presente Proyecto Fin de Carrera persigue la obtención de la inversión necesaria para llevar a cabo la ejecución de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego.

La fiabilidad del presupuesto dependerá del nivel de detalle con el que se realice; es por ello que se definen a continuación los siguientes cinco niveles:

- Orden de magnitud: basado en información sobre proyectos similares al estudiado.
- Estudio estimativo: se obtiene a partir del coste del equipamiento principal de la planta.
- Estimación preliminar: emplea datos de inversión para el equipo principal y otros datos alternativos que permiten ajustar mejor el presupuesto.
- Estimación definitiva: a partir del precio de todos y cada uno de los componentes de la instalación, pero sin poseer planos exactos de la instalación. Su margen de error se estima en un  $\pm 10\%$ .
- Estimación detallada: igual que el anterior, pero con empleo de planos precisos de la instalación y especificaciones de diseño. Su margen de error se estima en un  $\pm 5\%$ .

Para realizar el cálculo del Presupuesto de la Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego, se llevará a cabo un estudio estimativo, empleando los costes de los equipamientos más importantes.

La cuantía final del presupuesto o inversión necesaria estimada para la planta, se hará mediante la utilización de distintas metodologías:

- Método del factor universal.
- Método de Lang.
- Método de estimación por factores.

## 2. COSTE EQUIPAMIENTOS

### 2.1. Equipos de refrigeración

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<p><b>Evaporador sala salida de saladero</b></p> <p>Capacidad frigorífica: 4,0 kW. Refrigerante utilizado: R-134A. Desescarche: aire. Split de techo. Superficie de aletas: 38,6 m<sup>2</sup>. Separación de aletas: 4 mm. Flecha: 8 m. Caudal aire: 4.500 m<sup>3</sup>/h. Ventiladores: 3 x Ø 300 mm. Peso: 49 kg. Tensión: 380/400 V (50 Hz).</p>	1	750	750
<p><b>Evaporador sala tratamientos intermedios y expedición</b></p> <p>Capacidad frigorífica: 10,1 kW. Refrigerante utilizado: R-134A. Desescarche: aire. Split de techo. Superficie de aletas: 54 m<sup>2</sup>. Separación de aletas: 4,7 mm. Flecha: 17 m. Caudal aire: 5.600 m<sup>3</sup>/h. Ventiladores: 1 x Ø 450 mm. Peso: 80 kg. Tensión: 380/400 V (50 Hz).</p>	1	2.150	2.150
<p><b>Evaporador cámara expedición</b></p> <p>Capacidad frigorífica: 10,1 kW. Refrigerante utilizado: R-134A. Desescarche: aire. Split de techo. Superficie de aletas: 54 m<sup>2</sup>. Separación de aletas: 4,7 mm. Flecha: 17 m. Caudal aire: 5.600 m<sup>3</sup>/h. Ventiladores: 1 x Ø 450 mm. Peso: 80 kg. Tensión: 380/400 V (50 Hz).</p>	3	2.150	6.450
<p><b>Condensador remoto de tiro forzado para refrigerante R-134A</b></p> <p>Capacidad de disipación de energía: 57.000 frig/h. Potencia: 7,5 CV, 1.450 rpm. Refrigerante utilizado: aire. Ventiladores helicoidales: 3 x Ø = 600 mm (0,47 kW, 650 rpm). Caudal: 3 x 7.600 m<sup>3</sup>/h. Aletas de aluminio (230 m<sup>2</sup>). Tensión: 380/400 V (50 Hz).</p>	1	2.600	2.600
<p><b>Unidad multicompresora</b></p> <p>4 compresores semiherméticos. Capacidad de potencia frigorífica: 43,8 kW. Potencia de compresor: 5,5 CV, 1.450 rpm. Refrigerante utilizado: R-134A. Tensión: 220/380 (50 Hz).</p>	1	3.900	3.900
<p><b>Recipiente para líquido refrigerante R-134A</b></p> <p>Recipiente cilíndrico horizontal de 60 L. Válvula de seguridad, llaves de paso de entrada y salida. Acero timbrado a 36 kg/cm<sup>2</sup>. Dispone de visores de líquido con bola flotante. Permiten la visión por caras opuestas y están fabricados en acero ST-37 y cristal especial recambiable. Presión</p>	1	590	590

máxima de 25 kg/cm <sup>2</sup> .			
<b>Litro refrigerante R-134A</b> Temperatura de ebullición de -26,4 °C. Compatible con aceite Úster.	60	10	600
<b>Válvula de expansión</b> Refrigerante R-134A. Igualador de presión externo.	5	220	1.100
<b>Válvula solenoide</b> Electromagnética. Bobina de 220 V.	5	27	135
<b>Válvula de tres vías</b> Función: desescarche evaporadores.	5	190	950
<b>Filtro de aspiración</b> Dispone de cartuchos recambiables.	4	62	248
<b>Filtro deshidratador para líneas de líquido</b> Cartuchos recambiables de gel de sílice.	5	48	240
<b>Presostato de alta y baja presión</b> Control de ajuste de arranque-parada y diferencial de presión.	4	46	184
<b>Presostato diferencial de aceite</b> Presión diferencia: 0,3-4,5 bar.	4	135	540
<b>Separador de aceite</b> Dispositivo de retorno automático. Construido en acero. Sistema automático de vaciado del aceite mediante válvula de flotador.	4	1.550	6.200
<b>Nivel automático de aceite</b> Dispone de válvula de flotador y Mirilla de cristal.	4	23	92
<b>Unidad compacta para maduración</b> Mueble de acero inoxidable. Dispone de puerta de bypass regulable. Dimensiones: la. 3.000 x an. 1.170 x al. 2.452 mm. Peso: 1.710 kg. Desagüe PVC Ø 40 mm. Compresor semi-hermético. Potencia: 40 CV. Condensador de aire a distancia exterior. Batería de enfriamiento y batería de calor en tubo de cobre y aletas de aluminio. Tuberías de interconexión interna. Ventilador centrífugo, de acero galvanizado, de media presión con motor acoplado. Potencia: 15 CV. Potencia frigorífica: 100.600 W (+14 °C / 75 %). Caudal de aire: 24.400 m <sup>3</sup> /h. Desescarche: gas caliente. Cuadro eléctrico de fuerza y maniobra. Cuadro de control electrónico por microprocesador. Placa con sondas de humedad relativa y temperatura. Voltaje: 400 V / 50 Hz	8	21.450	171.600
<b>TOTAL EQUIPOS REFRIGERACIÓN:</b>			<b>198.329 €</b>

## 2.2. Equipos y utensilios del sistema de ventilación

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<b>Tobera de impulsión del aire</b> Boquilla cónica de impulsión de aire de 80 mm de diámetro superior y 160 mm de largo. Atornilladas o remachadas con rosca a la chapa de los conductos de impulsión. Material: PVC.	8 x 285= 2.280	2,50	5.700
<b>Boca de aspiración del aire</b> Elemento de aspiración del aire de 160 mm de diámetro. Atornillado a la chapa de los conductos de aspiración. Material: PVC.	8 x 200= 1.600	2,50	4.000
<b>Conducto para la impulsión</b> Conducto de acero galvanizado de 1 mm de espesor. Dimensiones: 350 mm x 800 mm (ancho x alto). Para lograr los 29 m de conducto en secadero y los 60 m en bodega se ensamblarán unos conductos con otros.	8 x 3 x 20 m = 480	30 €/m	14.400
<b>Conducto central para la aspiración</b> Conducto de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor. Dimensiones: 700 mm x 250 mm (ancho x alto). Para lograr los 29 m de conducto en secadero y los 60 m en bodega se ensamblarán unos con otros.	8 x 2 x 20 m = 320	30 €/m	9.600
<b>Soporte conducto de impulsión</b> Chapa galvanizada de 1,5 cm de espesor con forma de triángulo isósceles de 350 mm x 200 mm de lado. Atornillados o remachados a las paredes de secadero y bodega de maduración.	8 x 20 = 160	0,75	120
<b>Deshumidificador</b> Equipo para la eliminación de humedad que dispone de humidestato y desescarche por gas caliente. Capacidad de condensación: 564 l/h. Caudal de aire: 5.150 m <sup>3</sup> /h. Temperatura: 5-35°C. Tensión: 380 V. Presostatos alta y baja presión. Carga refrigerante: 6,5 kg R-134A. Dimensiones: 1.630 x 1.010 x 1.410 mm. Peso: 390 kg.	8	3.500	28.000
<b>Humidificador</b> Equipo para aumentar la humedad relativa del aire que dispone de regulador de velocidad, conexión de agua y bomba de elevación del agua. Tensión: 380 V. Caudal máximo de aire: 7.000 m <sup>3</sup> /h. Dimensiones del panel: 1.200 x 1.200 x 1.500 mm. Profundidad: 700 mm.	8	2.500	20.000
<b>Deflector</b> Pieza de hormigón moldeado y armado con las caras vistas perfectamente acabadas, sin coqueras ni rugosidades. Perfecta colocación y acabado con una mínima capa de pintura o resinas. Configuración curvo-cóncava de gran radio y	8 x 136 = 1.088	15,20	16.537,60

canto superior biselado. Canto inferior embebido en el pavimento. Peso: 70 kg. Dimensiones: la. 50 x an. 52 x al. 54 cm.			
<b>TOTAL SISTEMA DE VENTILACIÓN:</b>			<b>98.357,60 €</b>

### 2.3. Aislamientos

	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unitario (Euros)</b>	<b>Precio Total (Euros)</b>
<b>m<sup>2</sup> de solera aislante de 15 mm</b> Formada por lámina bituminosa soldada en caliente de 0,1 mm de espesor y por plancha de espuma rígida de poliuretano de 15 mm de espesor.	243 m <sup>2</sup>	9	2.187
<b>m<sup>2</sup> de solera aislante de 30 mm</b> Formada por lámina bituminosa soldada en caliente de 0,1 mm de espesor y por plancha de espuma rígida de poliuretano de 30 mm de espesor.	2.414 m <sup>2</sup>	14	33.796
<b>m<sup>2</sup> Panel 15 mm de poliuretano</b> Panel sándwich auportante de 15 mm. Formado por dos chapas de acero galvanizado y lacado, espesor 0,6 mm, con alma aislante de espuma inyectada en poliuretano, densidad 40/42 kg/m <sup>3</sup> . Unión machihembrada. Cumple norma UNE 41-950-94.	2.876,5 m <sup>2</sup>	28	80.542
<b>m<sup>2</sup> Panel 30 mm de poliuretano</b> Panel sándwich auportante de 30 mm. Formado por dos chapas de acero galvanizado y lacado, espesor 0,6 mm, con alma aislante de espuma inyectada en poliuretano, densidad 40/42 kg/m <sup>3</sup> . Unión machihembrada. Cumple norma UNE 41-950-94.	1.105 m <sup>2</sup>	34	37.570
<b>m<sup>2</sup> Panel 50 mm de poliuretano</b> Panel sándwich auportante de 50 mm. Formado por dos chapas de acero galvanizado y lacado, espesor 0,6 mm, con alma aislante de espuma inyectada en poliuretano, densidad 40/42 kg/m <sup>3</sup> . Unión machihembrada. Cumple norma UNE 41-950-94.	2.416 m <sup>2</sup>	38	91.808
<b>Puerta cámara frigorífica (T &gt; 0 °C) hojas correderas</b> Puerta para cámara frigorífica de hojas correderas. Ejecutada con perfiles conformados en acero inoxidable AISI 304. Espesor 90 mm. Incluye junquillos, cantoneras, patillas de	10	1.900	19.000

fijación, juntas de estanqueidad de neopreno, herrajes de deslizamiento, cierre y seguridad. Sellado de juntas con masilla elástica. Construida según NBE/CT-79.			
<b>Puerta batiente doble de PVC</b> Bisagra de doble acción en acero inoxidable. Doble mirilla.	4	860	3.440
<b>Puerta batiente simple de PVC</b> Bisagra de doble acción en acero inoxidable. Mirilla simple.	4	540	2.160
<b>Puerta corredera</b> Puerta de hojas correderas ejecutadas con perfiles conformados en frío de acero inoxidable AISI 304, de espesor mínimo 0,8 mm. Incluye junquillos, cantoneras, patillas de fijación, juntas de estanqueidad de neopreno, herrajes de deslizamiento, cierre y seguridad. Sellado de juntas con masilla elástica. Construida según NBE/CT-79.	2	970	1.940
<b>Puerta de salida de emergencia</b> Puerta abatible de 2 hojas de perfiles conformados en frío de acero galvanizado. Con rotura de puente térmico mediante pletinas aislantes de poliamida. Ejes de acero inoxidable y resto de piezas de fundición de aluminio, cerradura y tiradores, colocada sobre premarco de acero galvanizado. Construida según NBE/CT-79.	4	1.120	4.480
<b>Puerta muelle de carga</b> Puerta exterior enrollable de perfiles conformados en frío de acero galvanizado, de medidas estándar para permitir paso de camiones. Incluye su acople con abatible de 2 hojas de perfiles conformados en frío de Construida según NBE/CT-79.	1	1.250	1.250
<b>TOTAL AISLAMIENTOS:</b>			<b>278.273 €</b>



## 2.4. Equipos para el procesado de las piezas

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<p><b>Cesta para maduración de quesos</b></p> <p>Bac de polietileno apilable. Fondo rejado liso y paredes rejadas. Capacidad: 45 L. Peso: 3,50 kg. Dispone de 6 alvéolos (diámetro: 225mm, alto: 135mm). Dimensiones externas: la. 750 x an. 500 x al. 153mm. Dimensiones internas: la. 720 x an. 470 x al. 132mm. Altura bac apilado: 141 mm.</p>	61.400	7,80	478.920
<p><b>Paleta quesera para volteo mecánico</b></p> <p>Paleta de polietileno de alta densidad. Apta para volteo mecánico. Superficie superior rejada con listones de retención. Soporte: patín perimetral. Dispone de 6 patines. Dimensiones: la. 1200 x an. 800 x al. 172mm. Carga dinámica: hasta 1.200 kg. Carga estática: hasta 1.500 kg. Carga sobre rack: hasta 700 kg. Peso: 9,65 kg.</p>	3.100	35,50	110.050
<p><b>Paleta para paletizado de cajas</b></p> <p>Paleta de polietileno lisa. Dispone de 3 patines. Superficie lisa para evitar la retención de suciedad y facilitar la limpieza. Bordes retenedores de carga para un perfecto mantenimiento de la misma y estabilidad de las pilas de paletas vacías. Calidad congelación. Dimensiones: la. 1.000 x an. 800 x al. 190 mm (10 mm de reborde). Carga dinámica: 1.000 kg. Carga estática: 4.000 kg. Peso: 13,50 kg.</p>	520	24,80	12.896
<p><b>Estantería para palets</b></p> <p>Bastidores atornillados en perfil de acero laminado en caliente. Largueros perfil IPE 120 con placas de anclaje soldadas, para una conexión fuerte con bastidor de perfil U80. Perforación normalizada de bastidores cada 100 mm, para ajustar altura de largueros. Apoyo en el suelo por placas de pletina maciza. Clavijas de seguridad contra desenganche involuntario. Altura total: 4.580 mm. Longitud: 8.500 mm. 3 campos de almacenaje. 5 niveles de almacenaje. Anchura panel interior: 2.700 mm Profundidad bastidor: 1.000 mm. Carga de panel máxima: 5.944 kg. Carga de campo máxima: 23.250 kg.</p>	12	1.820	21.840
<p><b>Salinómetro electrónico</b></p> <p>Sonda de acero inoxidable de 120 x 6 mm, apto para uso alimentario. Carcasa resistente al agua. No necesita recalibración. Rango: 0-4 % (0,1 % NaCl). Precisión: ± 0,05 %. Tiempo de respuesta: 5 s. Cable PVC de 1 metro de longitud. Batería de 9 V de 100 horas de duración. Pantalla LCD digital de 12 mm. Carcasa de 150 x 80 x 35 mm.</p>	1	280	280

<p><b>Taladro para queso</b></p> <p>Cala para toma de muestras de queso sin deteriorar las piezas. Construcción en acero al cromo-níquel, con puño de plástico. Dimensiones: 110 x 9 x 13 mm.</p>	1	15	15
<p><b>Volcador de carga</b></p> <p>Cabezal giratorio 360° y cuerpo de pinza con brazos de dos horquillas cada uno. Capacidad de carga: 1.200 kg a 500 m. Longitud implemento: 1.250 mm. Aperturas: 1.225-1.910 mm. Ancho chasis: 1.050mm. Longitud horquillas: 1.000 mm. Sección horquillas: 120 x 40 mm. Peso: 680 kg.</p>	1	10.300	10.300
<p><b>Accesorio volteador</b></p> <p>Cabezal giratorio 180° y cuerpo con dos pinzas de polietileno para el agarre del queso. Dosificación de los quesos de uno en uno por medio de dedos de retención. Dimensiones: la. 535 x an. 508 x al. 140 mm. Longitud pinzas: 340 mm. Producción aproximada: 600 quesos/hora.</p>	1	165	165
<p><b>Túnel de salida de saladero</b></p> <p>Acero inoxidable AISI-304. Túnel con sistema de soplado de aire, por medio de un potente ventilador. Interior forrado de materiales para la insonorización de la máquina. Dispone en su parte final de pistolas aerográficas de pulverización para el aceitado superficial, asegurando un cubrimiento total del queso. Calderín para albergar el aceite de tratamiento, en acero inoxidable de 25 L de capacidad, con regulación de presión de salida y pulverización. Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V. Dimensiones: la. 6.350 x an. 1.600 mm. Producción: hasta 1.200 quesos/hora.</p>	1	25.400	25.400
<p><b>Cepilladora de quesos circulares</b></p> <p>Acero inoxidable AISI-304 y tecnopolímero. Transportador de quesos en acero inox. con rodillos giratorios de nylon sobre soportes de acero inoxidable electrosoldados. Cepillos de cerdas de nylon. Accionamiento mediante motor-reductor fuera de la zona de cepillado. Velocidad de rotación de cepillos variable electrónicamente. Camino de rodillos locos a la salida. Bandeja de recogida de agua con salida de desagüe accionada por válvula de esfera inoxidable. Sistema eléctrico estanco y mando a 24 V. Dimensiones: la. 1.450 x an. 750 x al. 1.300 mm. Producción: 1.500 quesos/h.</p>	1	16.730	16.730
<p><b>Máquina aplicadora de aceite</b></p> <p>Acero inoxidable AISI-304. Compuertas de acero inoxidable con guías laterales. Dedos de retención para dosificar los quesos. Empujador neumático con guías de precisión. Cabina hermética de fácil limpieza con cuatro pistolas aerográficas de accionamiento electroneumático.</p>	1	20.060	20.060

Rotación de quesos en el interior mediante motor-reductor y elevador neumático. Calderín de aceite en acero inox. de 25 L, con regulación de presión de salida y pulverización. Recuperación de producto y aspiración ecológica. Sistema neumático y eléctrico estancos con mando a 24 V. Condiciones de trabajo: 380 V. Presión máx.: 6 bar. Dimensiones: la. 1.409 x an. 1.500 x al. 1.600 mm. Producción: 1.200 quesos/hora.			
<p><b>Etiquetadora automática de quesos</b></p> <p>Acero inoxidable AISI-304 y tecnopolímero. Dedos de retención de entrada de quesos. Pistola automática para la pulverización de cola fría apta para uso alimentario con calderín de presión neumático de 10 L. Centrador de quesos para el posicionado de la etiqueta. Sistema portaetiquetas neumático. Brazo aplicador con dispensador automático de etiquetas. Pórtico reciprocador de aluminio que soporta el cilindro de vacío con un distribuidor de 5 ventosas. Báscula de precisión dinámica. Inyector de tinta para marcar datos sobre etiqueta. Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V. Dimensiones: la. 1.600 x an. 900 mm. Producción: 1400 quesos/hora.</p>	1	29.900	29.900
<p><b>Despaletizador/paletizador</b></p> <p>Automatismo para carga y descarga de palets con extracción e introducción automática de quesos. Dispone de zona de carga y zona de descarga de dos palets en cada una, mediante un sistema de cintas (carro cargador y carro descargador respectivamente). Posicionamiento mediante módulos lineales de precisión (Robots) controlados por un autómeta. Construcción íntegra en acero inoxidable y termoplástico. Sistema de extracción de quesos válido para múltiples formatos de cajas. Sistema de carga de seis quesos por caja mediante dedos de presión. Pantalla táctil de control de operaciones con funciones guiadas. Dimensiones: la. 4.725 x an. 5.126 x al. 2.400 mm. Rendimiento de hasta 1.000 quesos/hora.</p>	1	92.100	92.100
<p><b>Máquina empaquetadora</b></p> <p>Sistema “wrap-around” con carga automática, que parte de una plancha de cartón troquelada y envuelve el producto a empaquetar proporcionando más rigidez a la caja. Pegado de cajas con hot-melt de secado instantáneo. Controladora dinámica de peso a la salida de la línea y conectada a un software que envía datos a un impresor. Impresión en alta resolución, en tiempo real, de campos como el peso, código de barras, datos de expedición, logotipos, etc. Software de control que genera albaranes automáticamente y envía datos a su fichero de gestión. Construcción íntegra en acero inoxidable</p>	1	49.950	49.950

y tecnopolímero. Ahorro considerable en cartón y serigrafía. Sistema eléctrico integrado y mando a 24 V. Dimensiones empaquetadora: la. 2.510 mm x an. 860 x al. 1.900 mm. Producción de 600 cajas/hora.			
<b>Microprocesador</b> PC con microprocesador programable, que permite la instalación, memorización y recuperación de diferentes programas. Visualiza las variables del proceso y su evolución.	1	4.700	4.700
<b>TOTAL EQUIPOS PARA PROCESADO DE LAS PIEZAS:</b>			<b>872.921 €</b>

## 2.5. Equipos y utensilios para el transporte de las piezas

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<b>Carretilla elevadora eléctrica</b> Para trabajar en pasillos estrechos. Capacidad de carga hasta 1.500 kg. Altura de elevación: 4.300 mm. Longitud horquillas: 1.100 mm. Radio de giro exterior: 1.540 mm. Distancia de carga: 355 mm. Batería acumuladora para 20 h. Control mediante microprocesador.	1	15.000	15.000
<b>Transpaleta manual</b> Hasta 2.000 kg. Construida con materiales que aseguran gran durabilidad. Resistente y robusta. Válvula de sobrecarga. 4 rodillos de nylon. Fácil acceso a los palets. Peso: 75 kg. Ancho de horquilla: 540mm. Largo de horquilla: 1.150 mm.	1	125	125
<b>Carretilla manual para transporte de quesos</b> Carretilla de transporte de polietileno con 3 niveles. Fácil limpieza. 4 ruedas de poliamida de diám. 125 mm con soporte inox. Configuración de las ruedas: 2 ruedas fijas y 2 ruedas pivotantes. Carga: 120 kg. Distancia entre niveles: 270 mm. Superficie bandejas: 600 x 400 mm. Dimensiones: la. 750 x an. 540 x al. 900 mm.	1	54	54
<b>Carro de transporte</b> Base de plástico con refuerzos metálicos internos. Partes metálicas de acero cincado electrolítico. Ruedas de poliamida. Configuración: 2 ruedas fijas y 2 ruedas pivotantes. Carga: 450 kg. Dimensiones externas: la. 820 x an. 720 x al. 1.688 mm. Área útil base: la. 800 x an. 600 mm. Altura útil laterales: 1.500 mm. Diámetro ruedas: 100 mm.	1	175	175

Peso: 25,5 kg.			
<b>Cinta transportadora</b> Transportador hueco motorizado de polipropileno, de alta resistencia química, apto para contacto con alimentos. Limpieza eficaz y fácil. Fácil desmontaje y reparación. Permiten el transporte inclinado. Características polipropileno: Densidad 0,9 g/cm <sup>3</sup> , temperatura mínima 5 °C, temperatura máxima 150 °C, resistencia a la tracción 26.000 N/m. Peso de la banda: 6,8 kg/m <sup>2</sup> . Accionamiento por motorreductor. Ancho: 300 mm. Accesorios: desviadores de acero inoxidable, dedos de retención y tramos de rodillos locos.	4,75 m	1	498,80
	4,50 m	2	472,50
	2,55 m inclinada 12°	1	270,80
	2 m	1	210
	1,75 m inclinada 15°	1	193,50
	1,60m inclinada 20°	1	176,20
			2.294,30
<b>TOTAL EQUIPOS Y UTENSILIOS PARA EL TRANSPORTE DE LAS PIEZAS:</b>			
			<b>17.648,30 €</b>

## 2.6. Equipamiento de laboratorio de control de calidad

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<b>Medidor de pH</b> Equipo de medición de pH, mV y °C, a prueba de polvo, resistente a impactos e impermeable al agua. Dispone de electrodo para mediciones mediante penetración en el queso. Calibrado automático, memoria de los datos de calibrado, identificación de la solución de tampón, almacenamiento de valores de medición e interfaz para ordenador e impresora. Funcionamiento con batería o conectado a la red eléctrica.	1	73,85	73,85
<b>Butirómetro para queso</b> Butirómetro para la determinación del contenido en grasa de queso por el método de pesada según Van Gulik. Rango de medida 0-70 %. Precisión de 0,5 %.	1	32,15	32,15

<p><b>Baño con regulación termostática de temperatura</b></p> <p>Caja interior y exterior de acero inoxidable. Incluye soporte de acero inoxidable adaptado para 36 butirómetros. Calefacción externa, sin elementos de calefacción que puedan molestar. Protección contra el sobrecalentamiento. Indicador de temperatura digital, ajuste digital de la temperatura de referencia, sensor de medición Pt100 (sensor de platino), cronómetro de 1 a 99 min con transmisor de señales acústico. Margen de temperatura: hasta 100 °C. Potencia conectada: 230 V/50-60 Hz/1000 W. Dimensiones: la. 396 mm x an. 331 mm x al. 265 mm. Contenido: aprox. 16 L. Peso: 10 kg.</p>	1	74,38	74,38
<p><b>Centrífuga</b></p> <p>Centrífuga multiuso con caja de acero inoxidable. Programable de 600 rpm a 1130 rpm en pasos de 10 rpm. Calefacción programable hasta 68 °C en pasos de 1 °C. Tiempo de centrifugación programable de 1 a 99 min. Bloqueo de seguridad automático de la tapa. Desconexión automática en caso de desequilibrio. Freno automático. Potencia conectada: 230 V/50-60 Hz/1200 VA. Peso sin carga: 26 kg. Altura total con tapa: 460 mm. Altura de llenado: 370 mm.</p>	1	248,65	248,65
<p><b>Lámpara de lectura de seguridad</b></p> <p>Facilita la lectura segura de butirómetros, fuente de luz antideslumbrante, lupa en el panel protector de plexiglás, altura y distancia de la lupa regulables, interruptor de cordón. Potencia: 230 V/50-60 Hz.</p>	1	72,50	72,50
<p><b>Placa calefactora</b></p> <p>Calentamiento rápido y con poco consumo de energía debido al aislamiento completo. Caja compacta en aluminio. Temperatura de placa calefactora hasta +300 °C. Dispone de agitador magnético. Alcance de revoluciones por minuto de 130 - 1.000 rpm. Hasta 3.000 ml de volumen agitado.</p>	1	30,20	30,20
<p><b>Balanza analítica</b></p> <p>Balanza analítica a prueba de polvo y de salpicaduras, completa con peso de calibración. Pesa hasta 220 g como máximo, con una precisión de 0,1 mg. Opciones de recuento de piezas, memoria de fórmulas, determinación en porcentaje, interfaz RS 232 C.</p>	1	79,82	79,82
<p><b>Mechero de gas de seguridad</b></p> <p>Mechero de gas propano encendido por pedal o sensor. Caja de acero inoxidable. Llama muy estable con reencendido automático. Canal de salida para la protección contra líquidos</p>	1	43,50	43,50

derramados. Dimensiones: an. 93 x al. 90 x la. 160 mm. Peso: 1000 g. Tensión de conexión de la fuente de alimentación: 230 V, 50 - 60 Hz. Tensión de conexión: 12 V / DC, 5 VA. Presión de servicio: 47,5 - 50 mbares. Carga térmica nominal: 1300 W. Cantidad de llenado: 190 g.			
<b>Incubadora</b> Incubadora compacta por convección natural de aire caliente, para cultivos. Posee triple aislamiento. Puerta interior de vidrio. Control del proceso PID de 0 a +60 °C, programable. Puertos serie y paralelo, recirculación del aire interior por motor. Cámara de aluminio para una perfecta distribución del calor. Capacidad: 53 L. Número de bandejas insertables: 4. Potencia: 500 W/230 V. Dimensiones externas: al. 558 x an. 967 x la. 486 mm. Dimensiones internas: al. 400 x an. 400 x la. 330 mm. Peso: 68 kg.	1	246	246
<b>Contador de colonias</b> Contador de colonias para recuentos en placas Petri. Caja plástica de fácil limpieza, altura ajustable con campo iluminado de 145 mm de diámetro con iluminación directa e indirecta, no deslumbrante, disco de vidrio mate y vidrio transparente con subdivisión en cm <sup>2</sup> y 1/9 cm <sup>2</sup> , lápiz de contacto eléctrico con marcador de fibra. Se pueden usar cápsulas Petri de hasta 145 mm de diámetro. Dispone de una inserción reductora para diámetros de cápsula más pequeños. Potencia: 220 V/50 Hz. Dimensiones: an. 250 x la. 230 x al. 75 mm. Peso: 1,7 kg.	1	44,60	44,60
<b>Microscopio</b> Microscopio de luz transmitida binocular. Tubo telescópico girable en 360°, lámpara de halógeno de regulación continua (10 W), condensador N.A. 0,65 con diafragma de iris, torre de objetivos cuádruple, accionamiento de ajuste grueso y de ajuste fino de colocación coaxial, guía de objetos, bloque de alimentación con enchufe, funda protectora. Objetivos: Achromat 4/0,10; 10/0,25; 40/0,65; 100/1,25 aceite. Oculares WF 10x/18; 1x con puntero; 1x sin puntero.	1	450	450
<b>Campana extractora</b> Exterior de acero revestido con polvo seco epoxídico. Revestimiento moldeado de fibra de vidrio de una sola pieza. Marcos con vidrio templado de seguridad de 3/16" de espesor con elevación vertical y bastidores de aluminio con revestimiento epoxídico. Paneles frontales y laterales desmontables y paneles de acceso frontales para poder acceder a la plomería y los cables eléctricos. Luz fluorescente e interruptores de luz y del extractor precableados. Dimensiones: la. 1.100 x an. 700 x al. 2.400 mm.	1	478,54	478,54

## Presupuesto

---

<b>Otros utensilios</b> Material de vidrio (matraces, embudos, buretas, pipetas, probetas, vasos de precipitados, tubos de ensayo), placas Petri, crisoles, reactivos necesarios, gafas de protección para laboratorio, guantes.	1	400	400
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD:</b>			<b>2.274,20 €</b>



## 2.7. Equipamiento complementario

	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unitario (Euros)</b>	<b>Precio Total (Euros)</b>
<b>Electrocutor de insectos de amplio rango</b> Parrilla ecológica antiinsectos con dos tubos de luz ultravioleta de 15 W que atrae insectos portadores de ácaros. Material ignífugo. Consumo: 50 W/h. Tensión de la parrilla: 4000 W. Área de alcance: 400 m <sup>2</sup> . Peso: 9,5 kg. Superficie recolector-bandeja: 680 x 315 mm. Dimensiones sin bandeja: 685 x 425 x 145mm.	11	98	1.078
<b>Túnel de lavado para cestas</b> Acero inoxidable AISI-304. Sistema de lavado por inyectoras. Bomba de impulsión de gran potencia. Calentamiento de agua por vapor. Dosificador de detergente. Centrador interior de varilla inoxidable adaptable. Filtro rotativo autolimpiable que logra un menor consumo de agua y una limpieza constante de la misma. Cuadro de control estanco en acero inoxidable programable. Dimensiones: la. 5.230 mm x an. 1.527 mm x al. 1.580 mm. Entrada útil: an. 650 mm x al. 350 mm.	1	25.280	25.280
<b>Taquillas</b> Acero inoxidable. Capacidad para 5 personas. Ranuras de ventilación. Tarjeta de identificación.	2	180	360
<b>Banco de asiento para vestuario</b> Acero inoxidable. Dimensiones: la. 2.500 x an. 400 x al. 400 mm.	2	108	216
<b>Otros equipamientos</b> Lavamanos, soportes para bolsas de basura, limpiasuelos con pestaña de goma, porta rollos de papel, cubetas de plástico, etc.	1	2.500	2.500
<b>Botiquín de primeros auxilios</b>	3	150	450
<b>TOTAL EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO:</b>			<b>29.884 €</b>

## 2.8. Instalación contra incendios

	Unidades	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
<b>Extintor polvo ABC de 9 kg</b> Chapa AP-04. Diámetro: 190 mm. Altura: 600 mm. Volumen: 12,96 L. Peso con carga: 13,5 kg. Presión de servicio: 20 kg/cm <sup>2</sup> . Presión de rotura: 95 kg/cm <sup>2</sup> . Temperatura servicio: -20/+60 °C. Tiempo de descarga: 18 s. Alcance de disparo: 12 m. Manguera: 610 mm. Presión rotura manguera: 65 bar. Eficacia contra el fuego: 34A-233B. Homologado por AENOR "N". Agente extintor: polvo ABC. Equipado con manómetro. Medidas: 1.900 x 600 mm.	21	105	2.205
<b>Boca de incendio equipada</b> Racor de 45 mm. Longitud manguera: 40 m. Válvula de asiento de latón forjado con salida a 110°. Roscas de 1". Fabricada según norma UNE 23.091/3ª. Marca "N" de AENOR.	4	700	2.800
<b>TOTAL INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS:</b>			<b>5.005 €</b>

## 2.9. Resumen coste de equipamientos

<b>Equipos de refrigeración</b>	198.329 €
<b>Equipos de ventilación</b>	98.357,60 €
<b>Aislamientos</b>	278.273 €
<b>Equipos para el procesado</b>	872.921 €
<b>Equipos y utensilios para el transporte de las piezas</b>	17.648,30 €
<b>Equipamiento de laboratorio</b>	2.274,20 €
<b>Equipamiento complementario</b>	29.884 €
<b>Instalación contra incendios</b>	5.005 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.502.692 €</b>

En el importe total no se han incluido los costes referentes a la obra civil, sólo se tienen en cuenta los costes de los equipamientos principales.

Para llevar a cabo la elaboración de un presupuesto estimativo del coste total de la Planta de maduración de queso de oveja tipo manchego, se hará uso de metodologías basadas en el cálculo de la inversión fija total a partir del coste del equipamiento principal de la instalación.

### 3. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE INVERSIÓN FIJA

#### 3.1. Método del factor universal

El método del factor universal, desarrollado por Woods en 1.975, se trata de una técnica simple que aporta una primera aproximación a la inversión necesaria.

La metodología aplicada se reduce al cálculo a partir del precio de venta corriente del producto y de la capacidad anual de la planta, de manera que la inversión requerida para la construcción de la planta, se determinaría de la siguiente manera:

$$I = (P \cdot Q) / W$$

Donde:

**I** : Inversión fija para la totalidad de las instalaciones.

**P** : Precio de venta por unidad producida (7 €/kg).

**Q** : Capacidad anual de la planta (1.000.000 kg. de queso curado).

**W** : Factor universal (1 para aplicaciones generales).

$$I = (7 \text{ €} \cdot 1.000.000 \text{ kg}) / 1 = \mathbf{7.000.000 \text{ €}}$$

La validez de este método se reduce al orden de magnitud del resultado obtenido, ya que su precisión es muy baja, debido a la dificultad de encontrar el valor correspondiente a W para este tipo de industria. Esto provoca que el grado de incertidumbre de este método oscile entre -70 % y 200 %.

#### 3.2. Método del factor de Lang

Esta metodología, utilizada frecuentemente para determinar la magnitud de la inversión, establece que el coste de las instalaciones se obtiene a partir de la multiplicación de los costes del equipamiento principal y un factor experimental.

Los factores utilizados en este método pueden ser dos, dependiendo si están orientados hacia la obtención de la inversión fija ( $f_L$ ) o para la determinación de la inversión total ( $f_T$ ).

**Inversión fija estimada =  $f_L \cdot$  (Coste del equipamiento principal)**

ó

**Inversión total estimada =  $f_T \cdot$  (Coste del equipamiento principal)**

Los datos bibliográficos consultados pertenecen a factores para la estimación de la inversión fija ( $f_L$ ), y sitúan el valor medio del factor de Lang para la Planta de maduración de queso de oveja en un valor cercano a 2,5 (Fuente: Lang, H. J. y F.A.O.).

$$\text{Inversión fija estimada} = 2,5 \cdot 1.502.692 \text{ €} = \mathbf{3.756.730 \text{ €}}$$

### 3.3. Método de estimación por factores

El método de estimación por factores permite extrapolar los costes del equipamiento principal para llevar a cabo el cálculo del coste fijo de la totalidad de la planta. El error en el que se incurre con el uso de esta metodología suele ser inferior al 15 %.

El cálculo de la inversión fija para el sistema completo de producción, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{I_F = I_E \cdot (1 + \Sigma f_d) \cdot (1 + \Sigma f_i)}$$

Donde:

- $I_F$ : Inversión fija para el sistema completo.
- $I_E$ : Costes del equipamiento principal instalado.
- $f_d$ : Factor multiplicativo referente a costes directos (tuberías, construcción, control e instrumentación, etc.).
- $f_i$ : Factor multiplicativo referente a costes indirectos (supervisión e ingeniería, fianzas, contingencias, etc.).

➤ Factores experimentales para costes directos ( $f_d$ ), en tanto por uno:

	$f_d$
<b>Instalación de tuberías</b>	0,04
<b>Instrumentación y control de procesos</b>	-*
<b>Construcciones (planta, accesos)</b>	0,60
<b>TOTAL (<math>\Sigma f_d</math>)</b>	<b>0,64</b>

\* Ya quedaron contabilizados en el equipamiento principal.

- Factores experimentales para costes indirectos ( $f_i$ ), en tanto por uno:

	<b>f<sub>i</sub></b>
<b>Supervisión e ingeniería</b>	0,1
<b>Factor de escala</b>	0,1
<b>Contingencias</b>	0,1
<b>TOTAL (<math>\Sigma f_i</math>)</b>	<b>0,3</b>

Inversión fija total:

$$I_F = I_E \cdot (1 + \Sigma f_d) \cdot (1 + \Sigma f_i) = 1.502.692 \text{ €} \cdot 1,64 \cdot 1,3 = \mathbf{3.203.739 \text{ €}}$$

### 3.4. Conclusiones

La siguiente tabla nos muestra un resumen de las inversiones fijas necesarias según el tipo de método utilizado:

	<b>Inversión fija</b>
Método del factor universal	7.000.000 €
Método del factor de Lang	3.756.730 €
Método de estimación por factores	3.203.739 €

Para la Planta de maduración de queso de oveja tipo manchego, la inversión fija necesaria será la media entre los resultados obtenidos por el método de Lang y por el método de estimación por factores, ya que ambos reflejan las especiales características de las industrias del sector alimentario, además de ser los métodos que menos errores cometen.

Así, el valor medio de la inversión fija es de **3.480.034 €**.

## 4. COSTES DE PRODUCCIÓN

### 4.1. Costes directos o variables (proporcionales a la producción)

#### 4.1.1. Materias primas

Se consideran materias primas todos aquellos productos necesarios para llevar a cabo la elaboración de quesos de oveja tipo manchego perfectamente madurados.

- Quesos frescos de leche de oveja salados

Ha de tenerse en cuenta que el número de kilogramos de los quesos que entran en la planta de maduración es superior al número de kilogramos que salen de la misma, puesto que durante los procesos de secado y maduración se produce una merma aproximada del 16 %. Así, el peso medio de los quesos después del salado, es de 3,6 kg.

Precio	Consumo anual	Coste anual
2,50 €/kg	1.160.000 kg/año	2.900.000 €/año

- Aceite/Fungicida

Se estima que la cantidad total de aceite consumida será de 5 mL por pieza en cada descarga de la máquina aceitadora. Esto supone un consumo total al final de todo el proceso de 30 mL por pieza.

$$368.000 \text{ piezas/año} \cdot 0,030 \text{ L/pieza} = 11.040 \text{ L aceite/año}$$

Precio	Consumo anual	Coste anual
4,50 €/L	11.040 L/año	49.680 €/año

- Cajas de cartón

Teniendo en cuenta la producción de la Planta y la cantidad de cajas necesarias al año, se determina lo siguiente:

$$368.000 \text{ piezas/año} \cdot 1 \text{ caja/2 piezas} = 184.000 \text{ cajas/año}$$

Precio	Consumo anual	Coste anual
0,40 €/caja	184.000 cajas/año	73.600 €/año

**COSTE MATERIAS PRIMAS:**

**219.040 €/año**

**4.1.2. Mano de obra**

- Operarios especializados

Operarios	Remuneración mensual	Coste anual
3	1.250 €	45.000 €

- Encargado

Remuneración mensual	Coste anual
1.750 €	21.000 €

El coste anual debido a la actividad productiva del personal empleado en la planta será de 51.000 € pero, para determinar el coste total de mano de obra será necesario contabilizar diferentes cargas sociales:

- Contingencias comunes (24 %)
- Desempleo (5,2 %)
- Fondo de garantía social (0,4 %)
- Formación profesional (0,6 %)
- Enfermedades profesionales y accidentes (5,4 %)

Todas estas cargas sociales suponen un aumento en el coste del 35,6 %.

<b>COSTE MANO DE OBRA:</b>	<b><math>1,356 \cdot 66.000 = 89.496 \text{ €/año}</math></b>
----------------------------	---

**4.1.3. Mantenimiento**

El coste de mantenimiento para este tipo de plantas se estima en un 5 % de la inversión fija, e incluye la mano de obra, materiales e incidentes y reparaciones del equipamiento e instalaciones.

<b>COSTE MANTENIMIENTO:</b>	<b><math>0,05 \cdot 3.480.000 = 174.000 \text{ €/año}</math></b>
-----------------------------	--

#### 4.1.4. Útiles de producción

Este apartado incluye todos los materiales necesarios para la limpieza de la Planta, lubricantes para maquinaria, etc. se estima que estos costes suponen un 10 % de los costes de mantenimiento

<b>COSTE ÚTILES DE PRODUCCIÓN:</b>	<b>0,10 · 174.000 = 17.400 €/año</b>
------------------------------------	--------------------------------------

#### 4.1.5. Electricidad

Para la facturación eléctrica se ha tenido en cuenta la tarifa establecida según el R.D. 1634/2006 vigente desde 01/01/2007. Para determinar esta facturación se tienen en cuenta dos aspectos:

➤ **Potencia instalada**

- Equipos de refrigeración: 200 kW
- Sistema de ventilación: 262 kW
- Equipos de proceso: 28 kW
- Otros (luminarias, etc.): 10 kW

La potencia total instalada será de 500 kW.

$$2,53 \text{ €/kW} \cdot \text{mes} \cdot 12 \text{ meses} \cdot 500 \text{ kW} = 15.180 \text{ €/año}$$

➤ **Energía consumida**

- Equipos de proceso

	<b>Consumo (kW)</b>	<b>Tiempo funcionamiento (h/año)</b>	<b>Consumo (kW·h/año)</b>
<b>Túnel salida saladero</b>	4	368 <sup>(1)</sup>	1.472
<b>Despaletizador/paletizador</b>	5,5	1.472 <sup>(2)</sup>	8.096
<b>Accesorio volteador</b>	0,75	1.472 <sup>(2)</sup>	1.104
<b>Cepilladora</b>	3,5	1.472 <sup>(2)</sup>	5.152
<b>Aceitadora</b>	3	1.472 <sup>(2)</sup>	4.416
<b>Etiquetadora</b>	4	368 <sup>(1)</sup>	1.472
<b>Empaquetadora</b>	5,5	307 <sup>(3)</sup>	1.688,5
<b>Lavadora de canastas</b>	5	205 <sup>(4)</sup>	1.025
<b>TOTAL:</b>			<b>24.425,5 kW·h/año</b>



- (1)  $368.000 \text{ quesos/año} \cdot 1 \text{ h}/1.000 \text{ quesos} = 368 \text{ h/año}$   
 (2)  $368.000 \text{ quesos/año} \cdot 4 \text{ veces procesado} \cdot 1 \text{ h}/1.000 \text{ quesos} = 1.472 \text{ h/año}$   
 (3)  $368.000 \text{ quesos/año} \cdot 1 \text{ caja}/2 \text{ quesos} \cdot 1 \text{ h}/600 \text{ cajas} = 307 \text{ h/año}$   
 (4)  $368.000 \text{ quesos/año} \cdot 1 \text{ cesta}/6 \text{ quesos} \cdot 1 \text{ h}/300 \text{ cestas} = 205 \text{ h/año}$

Coste eléctrico debido a los equipos de proceso:

$$24.425,5 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \cdot 0,080 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = \mathbf{1.954 \text{ €/año}}$$

- Maquinaria frigorífica

	Potencia generada (kW)	Tiempo funcionamiento (h/año)	Consumo (kW·h/año)
Salida saladero	3,9	1.120 <sup>(1)</sup>	4.368
Maduración	8 · 20,7	5.400 <sup>(2)</sup>	894.240
Tratamientos intermedios y acabado	8,2	4.445 <sup>(3)</sup>	36.449
Cámara expedición	30,2	1.112 <sup>(4)</sup>	33.582
<b>TOTAL:</b>			<b>968.639 kW·h/año</b>

- (1)  $1.000.000 \text{ kg queso/año} \cdot 1 \text{ queso}/3 \text{ kg} \cdot 1 \text{ día}/6.000 \text{ quesos} \cdot 20 \text{ h/día} = 1.120 \text{ h/año}$   
 (2)  $9 \text{ meses} \cdot 30 \text{ días} \cdot 20 \text{ h/día} = 5.400 \text{ h/año}$   
 (3)  $1.000.000 \text{ kg queso/año} \cdot 1 \text{ queso}/3 \text{ kg} \cdot 4 \text{ veces procesado} \cdot 1 \text{ día}/6.000 \text{ quesos} \cdot 20 \text{ h/día} = 4.445 \text{ h/año}$   
 (4)  $1.000.000 \text{ kg queso/año} \cdot 1 \text{ queso}/3 \text{ kg} \cdot \text{cámara expedición}/30.000 \text{ quesos} \cdot 5 \text{ días funcionamiento} \cdot 20 \text{ h/día} = 1.112 \text{ h/año}$

Coste eléctrico debido a equipos frigoríficos:

$$968.639 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \cdot 0,080 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = \mathbf{77.491 \text{ €/año}}$$

- Sistema de ventilación

	Potencia generada (kW)	Tiempo funcionamiento (h/año)	Consumo (kW·h/año)
Cámaras de maduración	8 · 32,66	1.350 <sup>(1)</sup>	352.728

- (1)  $9 \text{ meses de funcionamiento} \cdot 30 \text{ días/mes} \cdot 5 \text{ h/día} = 1.350 \text{ h/año}$

Coste eléctrico debido al sistema de ventilación:

$$352.728 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \cdot 0,080 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = \mathbf{28.218 \text{ €/año}}$$

- Luminarias

	Tasa (W/m <sup>2</sup> )	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tiempo funcionamiento (h/año)	Consumo (kW·h/año)
Salida saladero	6	68	368 <sup>(1)</sup>	150,15
Cámaras maduración	14 / 30	122,88 / 128,87	1.384 <sup>(2)</sup>	773,60
Tratamientos intermedios y acabado	6	174,90	1.472 <sup>(3)</sup>	1.544,72
Cámara expedición	14 / 30	102 / 297,84	122 <sup>(4)</sup>	1.264,30
Lavado cestas	6	81,6	205 <sup>(5)</sup>	100,37
Resto	30	600	528 <sup>(6)</sup>	9.504
<b>TOTAL</b>				<b>20.293 kW·h/año</b>

<sup>(1)</sup> 368.000 quesos/año · 1 h/1.000 quesos = 368 h/año

<sup>(2)</sup> Llenado cámara: 5 min/palet · 384 palets · 1 hora/60 min = 32 h

Volteo en cámara: 2 min/palet · 384 palets · 1 h/60 min = 13 h

Vaciado y llenado debido a tratamientos intermedios y acabado: 5 min/palet · 384 palets · 1 h/60 min · 4 veces = 128 h

8 cámaras · 173 h = 1.384 h/año

<sup>(3)</sup> 368.000 quesos/año · 4 veces procesado · 1 h/ 1.000 quesos = 1.472 h/año

<sup>(4)</sup> 368.000 quesos/año · 1 día/6.000 quesos · 2 h/día = 122 h/año

<sup>(5)</sup> 368.000 quesos/año · 1 cesta/6 quesos · 1 h/ 300 cestas = 205 h/año

<sup>(6)</sup> 12 meses · 22 días/mes · 2 h/día = 528 h/año

Coste eléctrico debido a luminarias:

$$20.293 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \cdot 0,080 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = 1.623 \text{ €/año}$$

**COSTE ELECTRICIDAD:**

**124.466 €/año**

#### 4.1.6. Resumen de costes directos

	<b>Coste anual (€/año)</b>
<b>Materias primas</b>	2.900.000
<b>Mano de obra</b>	89.496
<b>Mantenimiento</b>	174.000
<b>Útiles de producción</b>	17.400
<b>Electricidad</b>	124.466
<b>TOTAL</b>	<b>3.305.362 €/año</b>

## 4.2. Costes fijos (independientes de la producción)

### 4.2.1. Amortización

- Equipamientos: se fija en un 10 % anual, por lo que la vida de los mismos será de unos 10 años.

$$\text{Coste de amortización para equipos} = 0,1 \cdot 1.502.692 = 150.269 \text{ €/año}$$

- Obra civil: se estima que las edificaciones tendrán una vida media de 30 años, lo que supone una depreciación anual del 3 %.

$$\text{Coste de amortización de obra civil} = 0,03 \cdot (3.480.000 - 1.502.692) = 59.319 \text{ €/año.}$$

<b>COSTE AMORTIZACIÓN:</b>	<b>209.588 €/año</b>
----------------------------	----------------------

### 4.2.2. Tasas locales

Los impuestos municipales se estiman en un 1 % del capital fijo invertido, por lo que:

<b>COSTE TASAS LOCALES:</b>	<b>0,01 · 3.480.000 = 34.800 €/año</b>
-----------------------------	--

#### 4.2.3. Seguros

La cuantía de los seguros de las instalaciones asciende a un 1 % del capital fijo invertido, por lo que:

<b>COSTE SEGUROS:</b>	$0,01 \cdot 3.480.000 = 34.800 \text{ €/año}$
-----------------------	---

#### 4.2.4. Administración y dirección

Se consideran estos costes como un 3 % de los costes variables de producción.

<b>COSTE ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN:</b>	$0,03 \cdot 3.305.362 = 99.160 \text{ €/año}$
--	---

#### 4.2.5. Intereses

Se estima que se va a emplear un 50 % de recursos propios y el resto será solicitado mediante préstamo. Los tipos de interés de los préstamos solicitados serán de un 6 %, por lo que los costes de intereses serán:

<b>COSTE INTERESES:</b>	$0,06 \cdot 3.480.000/2 = 104.400 \text{ €/año}$
-------------------------	--

#### 4.2.6. Otros costes indirectos

Otros costes indirectos podrán ser los costes de asesoría legal, patentes, investigación y desarrollo y auditorías, entre otros. Se estima que suponen el 7 % de los costes variables de producción.

<b>OTROS COSTES INDIRECTOS:</b>	$0,07 \cdot 3.305.362 = 231.375 \text{ €/año}$
---------------------------------	--

#### 4.2.7. Resumen costes fijos

	<b>Coste anual (€/año)</b>
<b>Amortización</b>	209.588
<b>Tasas locales</b>	34.800
<b>Seguros</b>	34.800
<b>Administración y dirección</b>	99.160
<b>Intereses</b>	104.400
<b>Otros costes indirectos</b>	231.375
<b>TOTAL</b>	<b>714.123 €/año</b>

#### 4.3. Costes de producción

	<b>Coste anual (€/año)</b>
<b>Directos o variables</b>	3.305.362
<b>Indirectos o fijos</b>	714.123
<b>TOTAL</b>	<b>4.019.485 €/año</b>

## 5. BENEFICIOS

Los ingresos anuales por ventas se estiman en:

$$\text{Ingresos anuales} = 7 \text{ €/kg} \cdot 1.000.000 \text{ kg} = 7.000.000 \text{ €/año}$$

El precio de venta del producto corresponde al precio mínimo de venta de queso curado de leche de oveja tras el secado y la maduración.

Por tanto, los beneficios esperados para el primer año serán de:

$$\text{Beneficio bruto} = \text{Ingresos por ventas} - \text{Costes totales de producción}$$

$$\text{Beneficio bruto} = 7.000.000 - 4.019.485 = 2.980.515 \text{ €/año}$$

Sobre el beneficio bruto recae una carga fiscal aproximada del 40 %, por lo que:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Beneficio bruto} - \text{Retenciones fiscales}$$

$$\text{Beneficio neto} = 0,6 : 2.980.515 \text{ €/año} = 1.788.309 \text{ €/año}$$

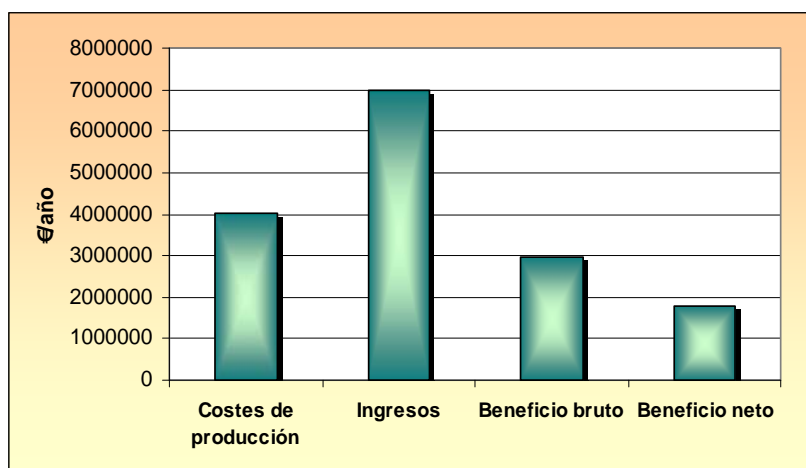
$$\text{Beneficio neto por unidad producida} = 1.788.309 \text{ €} / 1.000.000 \text{ kg} = 1,79 \text{ €/kg}$$

El periodo de rentabilidad de la Planta de maduración será:

$$\text{Inversión} / \text{Beneficios} = 3.480.000 \text{ €} / 1.788.309 \text{ €/año} = \mathbf{1,95 \text{ años}}$$

## 6. RESUMEN DATOS ECONÓMICOS

<b>COSTES DE PRODUCCIÓN</b>	4.019.485 €/año
<b>INGRESOS</b>	7.000.000 €/año
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	2.980.515 €/año
<b>BENEFICIO NETO</b>	1.788.309 €/año



Si se desean obtener mayores beneficios, se podría optar por producir mayor variedad de quesos con diferentes grados de maduración y contenido graso e incluso se podría fabricar quesos de leche de vaca o cabra. De esta manera se amortizarían de mejor manera todos los equipamientos e instalaciones dispuestos en la Planta de maduración.

Por otra parte, en lugar de hacer frente a la inversión fija con capital privado, se podría recurrir a la financiación mixta mediante las siguientes subvenciones públicas:

- Subvención a fondo perdido de hasta un 20 % para inversiones superiores a 450.000 €. La subvención procede de los incentivos económicos del Ministerio de Economía.
- Subvención a fondo perdido de hasta un 20 %, en concepto de fomento de productos agrarios y pesqueros, según recoge el Reglamento 866/90 (Unión Europea).

Asimismo, se contemplarán los beneficios y facilidades que puedan aportar los préstamos solicitados al Banco de Crédito Agrícola.





---

---

# PLANOS

---

---

## **ÍNDICE PLANOS**

**PLANO N° 1: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE MADURACIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO**

**PLANO N° 2: DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES**

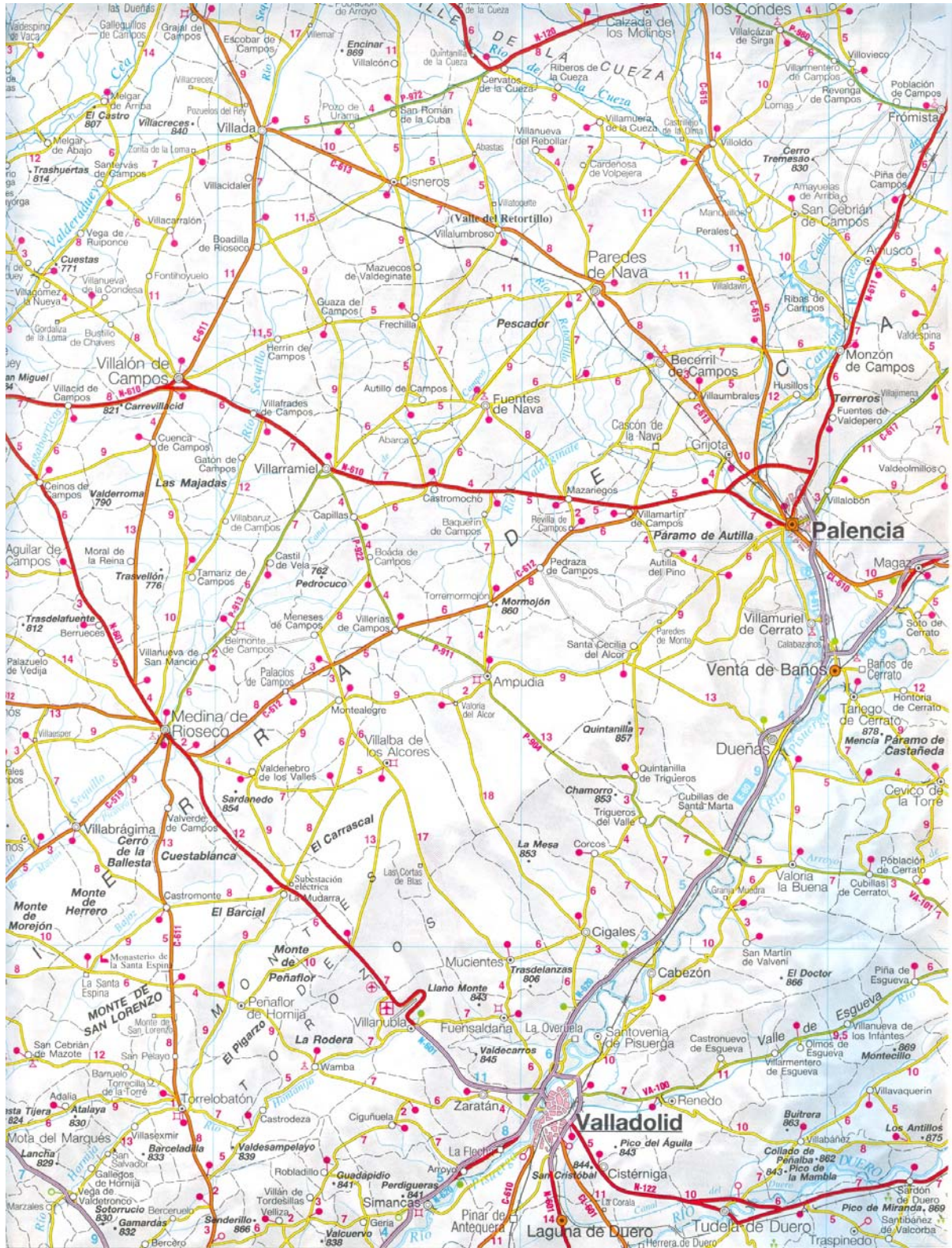
**PLANO N° 3: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA CÁMARA DE MADURACIÓN**

**PLANO N° 4: UBICACIÓN MAQUINARIA Y ÚTILES DE PROCESO**

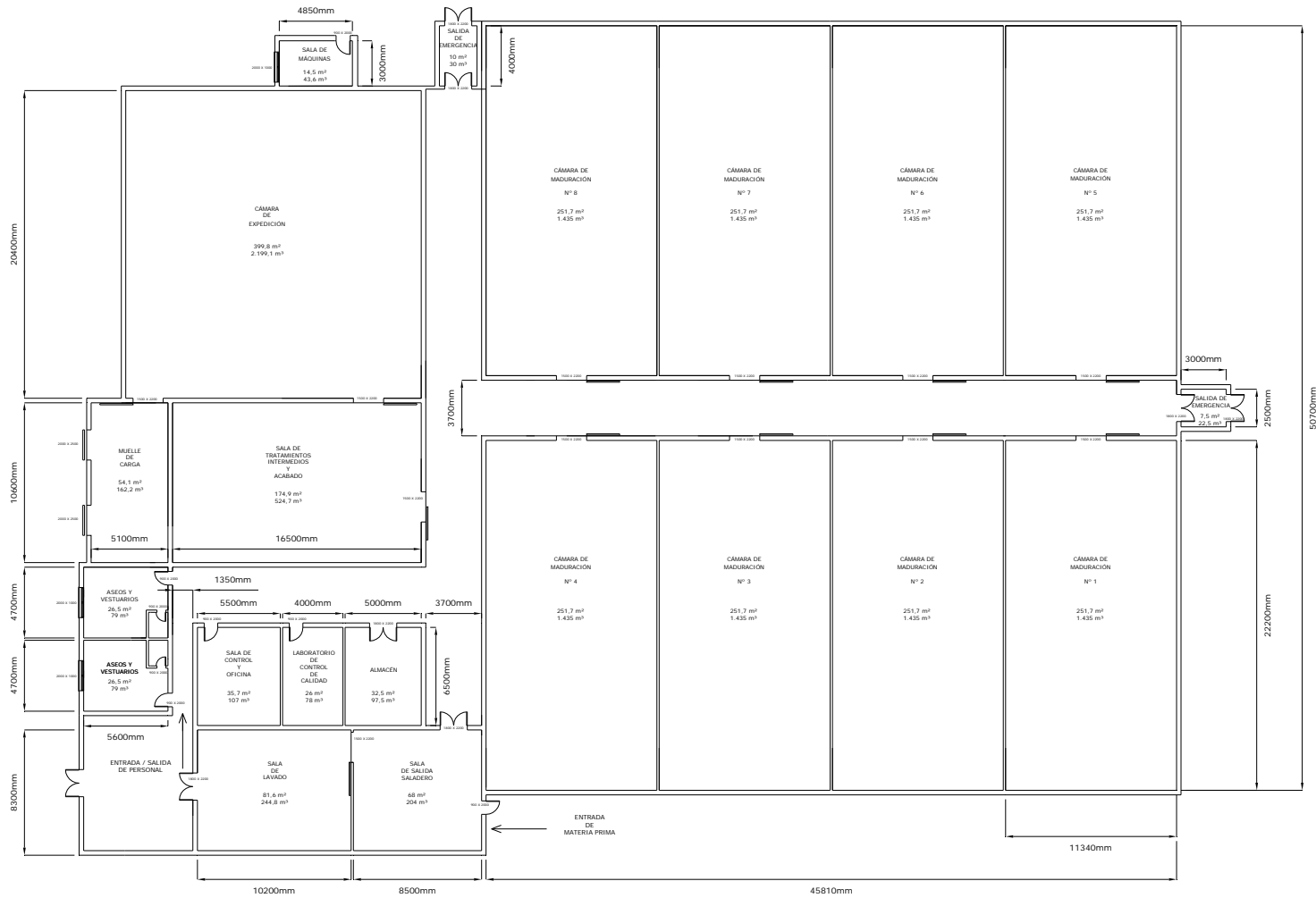
**PLANO N° 5: UBICACIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN, INSTALACIÓN FRIGORÍFICA, LUMINARIAS E INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**



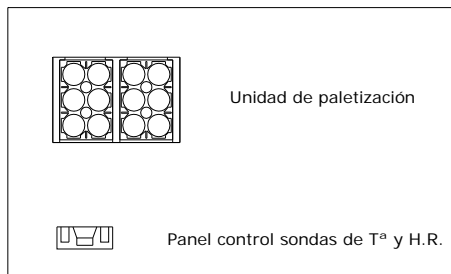
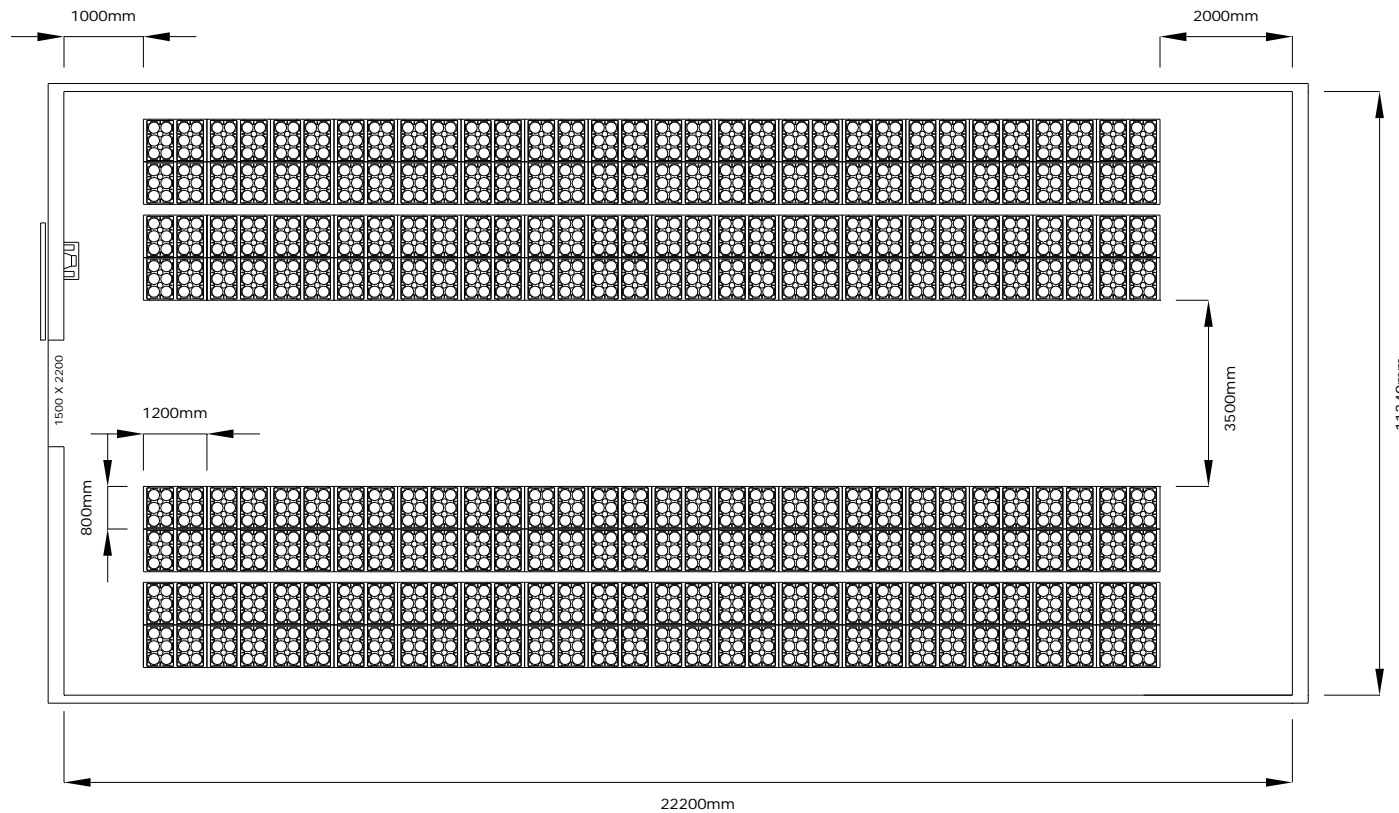
	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				
Escala:	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLANTA DE MADURACIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO Comunidad Autónoma de Castilla y León			Nº Plano: 1
1: 3.000.000				Sustituye a:
				Sustituido por:



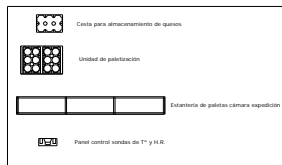
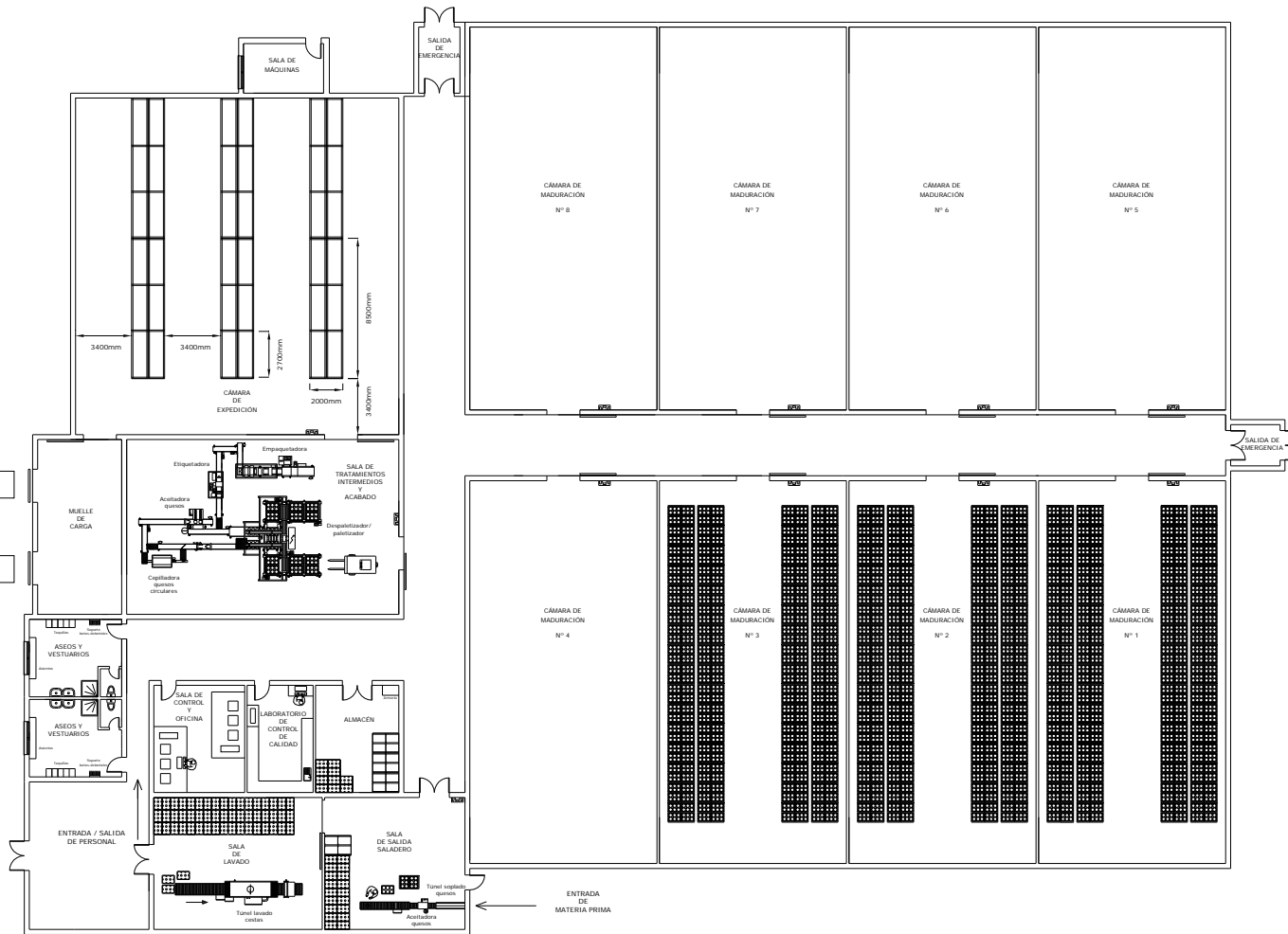
	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				
Escala: 1:600.000	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLANTA DE MADURACIÓN DE QUESO DE LECHE DE OVEJA TIPO MANCHEGO Villalón de Campos (Provincia de Valladolid)			Nº Plano: 1 Sustituye a: Sustituido por:



	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				
Escala:	DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES			Nº Plano: 2
1:200	Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego			Sustituye a:
				Sustituido por:

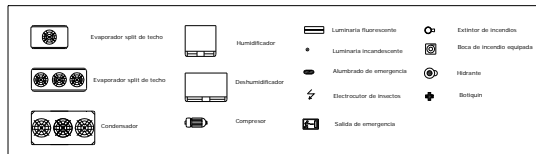
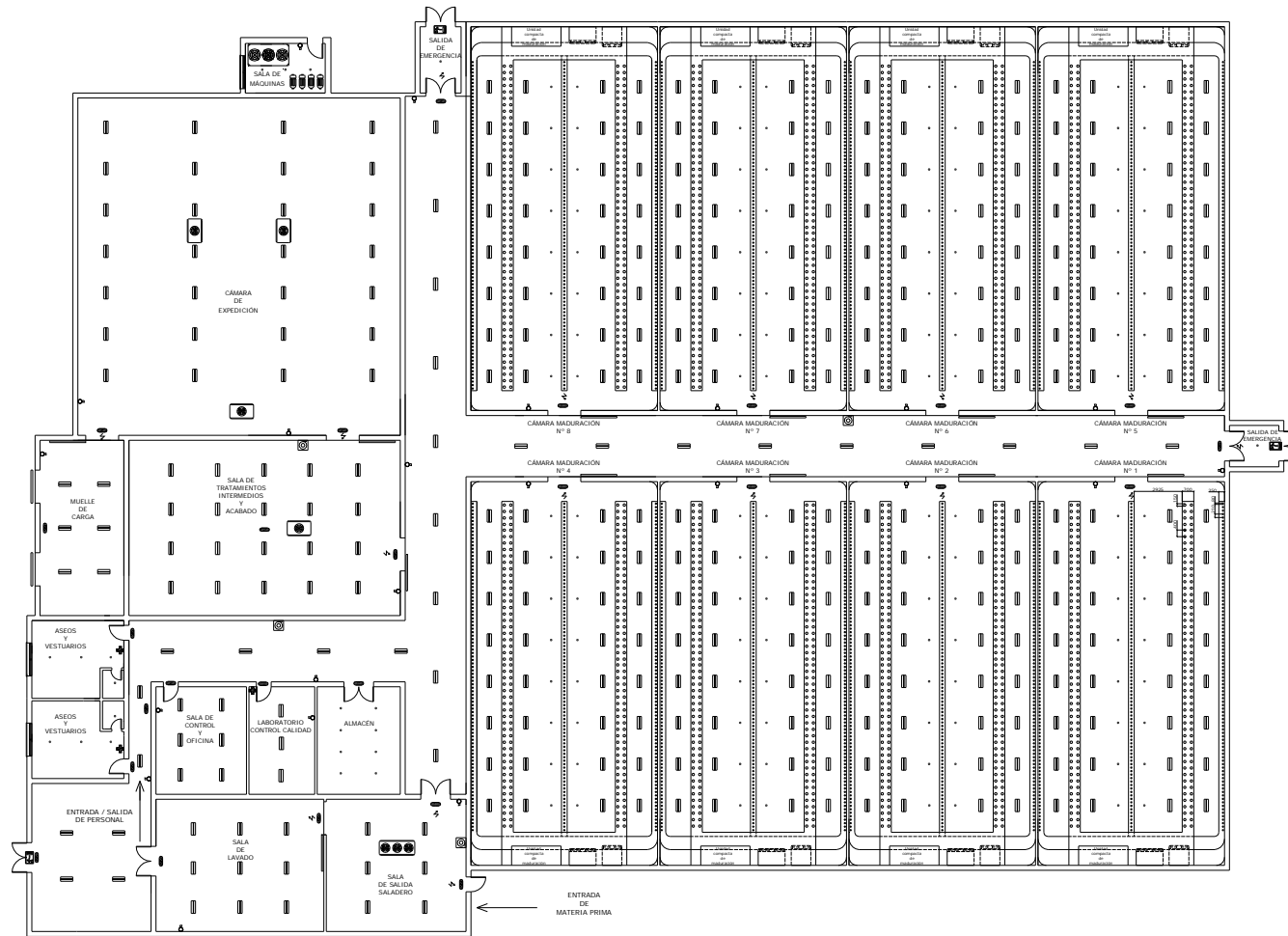


	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				Nº Plano: 3
Escala:	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA CÁMARA DE MADURACIÓN Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego			Sustituye a:
1: 300				Sustituido por:



	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				
Escala:	UBICACIÓN MAQUINARIA Y ÚTILES DE PROCESO			Nº Plano: 4
1: 300	Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego			Sustituye a:
				Sustituido por:





	Fecha	Apellidos, Nombre	Firma:	FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dibujado	01-09-07	Sánchez Fernández, Sandra		
Comprobado				
Escala:	UBICACIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN, INSTALACIÓN FRIGORÍFICA, LUMINARIAS E INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS			Nº Plano: 5
1:200	Planta de maduración de queso de leche de oveja tipo manchego			Sustituye a:
				Sustituido por:



