

MEDITERRANEO

Prevención de la Contaminación en la  
**Industria Conservera**

producción  
LIMPIA

**Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL)**  
Plan de Acción para el Mediterráneo



Centro de Actividades Regionales  
para la Producción Limpia



Ministerio de Medio Ambiente  
España



Generalitat de Catalunya  
Departamento de Medio Ambiente

Nota: Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CAR/PL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente.

No está permitido en uso de esta información con fines comerciales o de venta sin permiso escrito del CAR/PL.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en Noviembre 2000

Estudio publicado en Marzo 2001

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL)

C/ París, 184 – 3ª planta

08036 Barcelona (España)

Tf. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86

e-mail: [cleanpro@cema-sa.org](mailto:cleanpro@cema-sa.org)

Web page: <http://www.cema-sa.org>



## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN</b>	9
1.1. MARCO	9
1.1.1. <i>Objetivo</i>	9
1.1.2. <i>Alcance</i>	9
1.2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	10
1.3. ESTRUCTURA DEL INFORME DEL ESTUDIO	11
1.3.1. <i>Principales alimentos en conserva en la región mediterránea</i>	11
1.3.2. <i>Procesos de elaboración de conservas y aspectos e impactos ambientales</i>	11
1.3.3. <i>Oportunidades para prevenir en origen la contaminación</i>	12
1.3.4. <i>Propuestas y conclusiones finales</i>	12
1.4. LA ALIMENTACIÓN Y LA INDUSTRIA CONSERVERA EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	12
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>PRINCIPALES ALIMENTOS EN CONSERVA EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA</b>	15
2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS FAMILIAS DE PROCESO DE CONSERVAS	15
2.1.1. <i>Derivadas de productos de la pesca</i>	15
2.1.1.1. Familia 1. Conservas de túnidos	15
2.1.1.2. Familia 2. Conservas de cupleidos, caballa y aguja	16
2.1.1.3. Familia 3. Conservas de cefalópodos	16
2.1.1.4. Familia 4. Conservas de moluscos	16
2.1.1.5. Familia 5. Semiconservas de boquerón y cupleidos	16
2.1.1.6. Familia 6. Otras conservas derivadas de productos de la pesca	17
2.1.2. <i>Derivadas de fruta</i>	17
2.1.2.1. Familia 7. Zumos y néctares	17
2.1.2.2. Familia 8. Confituras y mermeladas	18
2.1.2.3. Familia 9. Almíbares	18
2.1.3. <i>Derivadas de hortalizas y otros vegetales</i>	18
2.1.3.1. Familia 10. Conservas de hortalizas y otros vegetales al natural	18
2.1.3.2. Familia 11. Conservas de hortalizas y otros vegetales en salmuera (encurtidos)	19
2.1.4. <i>Derivadas de hongos</i>	19
2.1.4.1. Familia 12. Conservas de hongos al natural	19
2.1.5. <i>Derivadas de carnes</i>	19
2.1.5.1. Familia 13. Conservas de carne	19
2.1.6. <i>Otras</i>	20
2.1.6.1. Familia 14. Platos preparados en conserva	20
2.2. PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS	22
2.2.1. <i>Situación general del sector agroalimentario en la Región Mediterránea</i>	22
2.2.2. <i>Zonas de producción y características</i>	26
2.2.2.2. Argelia	27
2.2.2.3. Bosnia-Hercegovina	27
2.2.2.4. Chipre	27
2.2.2.5. Croacia	28
2.2.2.6. Egipto	28
2.2.2.7. Eslovenia	29
2.2.2.8. España	29
2.2.2.9. Francia	30
2.2.2.10. Grecia	30

2.2.2.11. Israel .....	31
2.2.2.12. Italia .....	31
2.2.2.13. Líbano .....	32
2.2.2.14. Libia .....	32
2.2.2.15. Malta .....	33
2.2.2.16. Marruecos .....	33
2.2.2.17. Mónaco .....	34
2.2.2.18. Siria .....	34
2.2.2.19. Túnez .....	34
2.2.2.20. Turquía .....	35
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CONSERVAS Y ASPECTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>37</b>
3.1. OPERACIONES UNITARIAS GENERALES .....	38
3.1.1. <i>Proceso general de la industria conservera</i> .....	39
3.1.2. <i>Operaciones unitarias y aspectos ambientales</i> .....	40
3.1.2.1. Lavado de envases .....	40
3.1.2.2. Preparación líquido de gobierno .....	41
3.1.2.3. Llenado de envases y eliminación aire ocluido .....	41
3.1.2.4. Cierre de envases .....	43
3.1.2.5. Esterilización .....	44
3.1.2.6. Sistema por cargas .....	44
3.1.2.7. Sistema en continuo .....	47
3.1.2.8. Pasteurización .....	49
3.1.2.9. Sistema LTLT en productos envasados .....	50
3.1.2.10. Sistema HSTT .....	50
3.1.2.11. Acondicionamiento final (enfriamiento, etiquetado, encajado, paletizado) .....	52
3.2. PROCESADO DE CONSERVAS DE PESCADO .....	53
3.2.1. <i>Procesos</i> .....	53
3.2.1.1. Túnidos .....	53
3.2.1.2. Cupleídos, caballa y agujas .....	56
3.2.1.2.1. Procesado de caballa .....	56
3.2.1.4. Moluscos .....	60
3.2.1.5. Semiconservas de anchoas, y otros cupleidos .....	61
3.2.1.6. Caviar .....	63
3.2.2. <i>Operaciones unitarias y aspectos ambientales</i> .....	63
3.2.2.1. Descarga .....	63
3.2.2.2. Eliminación de partes no deseables del pescado .....	64
3.2.2.3. Fileteado .....	67
3.2.2.4. Separación de la carne .....	68
3.2.2.5. Lavado del pescado .....	68
3.2.2.6. Cocción .....	71
3.2.3. <i>Aspectos e impactos ambientales</i> .....	72
3.2.3.1. Consideraciones generales .....	72
3.2.3.2. Consumo de agua .....	74
3.2.3.3. Consumo de energía .....	75
3.2.3.4. Emisiones a la atmósfera .....	75
3.2.3.5. Aguas residuales .....	77
3.2.3.6. Residuos sólidos orgánicos .....	81
3.3. PROCESADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS .....	82
3.3.1. <i>Procesos</i> .....	82
3.3.1.1. Néctares y zumos .....	82
3.3.1.2. Confituras y mermeladas .....	84
3.3.1.3. Conservas frutas en almíbar .....	87
3.3.1.4. Conservas de vegetales al natural .....	88
3.3.1.4.1. Procesado de espárragos .....	88

3.3.1.4.2. Procesado de pimientos en conserva .....	90
3.3.1.4.3. Procesado de corazones de alcachofas en conserva .....	92
3.3.1.4.4. Procesado de judías verdes .....	94
3.3.1.5. Conservas de vegetales en salmuera (encurtidos).....	96
3.3.1.6. Conservas de setas .....	97
3.3.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales .....	99
3.3.2.1. Descarga .....	99
3.3.2.2. Lavado .....	99
3.3.2.3. Inspección, Selección .....	101
3.3.2.4. Clasificación o calibrado.....	102
3.3.2.5. Pelado .....	104
3.3.2.6. Cortado .....	108
3.3.2.7. Escaldado .....	109
3.3.2.8. Concentrado o Evaporado.....	111
3.3.3. Aspectos e impactos ambientales .....	112
3.3.3.1. Consideraciones generales .....	112
3.3.3.2. Consumo de energía .....	113
3.3.3.3. Emisiones en la atmósfera .....	114
3.3.3.4. Consumo de agua .....	116
3.3.3.5. Aguas residuales .....	116
3.3.3.6. Residuos sólidos orgánicos .....	119
3.4. PROCESADO DE CONSERVAS DE PREPARADOS CÁRNICOS Y PLATOS PREPARADOS .....	120
3.4.1. Procesos .....	120
3.4.1.1. Conservas de paté .....	120
3.4.1.2. Embutidos cocidos.....	121
3.4.1.3. Platos preparados .....	123
3.4.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales .....	125
3.4.2.1. Recepción de materias primas .....	125
3.4.2.2. Acondicionamiento de las materias primas .....	126
3.4.2.3. Picado y mezclado.....	127
3.4.2.4. Embutido .....	128
3.4.2.5. Inyectado de salmuera.....	129
3.4.2.6. Amasado .....	130
3.4.2.7. Escaldado o cocción .....	130
3.4.3. Aspectos e impactos ambientales .....	132
3.4.3.1. Consideraciones generales .....	132
3.4.3.2. Consumo de energía .....	133
3.4.3.3. Emisiones a la atmósfera .....	134
3.4.3.4. Consumo de agua .....	136
3.4.3.5. Aguas residuales .....	136
3.5. OPERACIONES AUXILIARES EN LA ELABORACIÓN DE CONSERVAS Y ASPECTOS AMBIENTALES .....	138
3.5.1. Limpiezas estructurales .....	138
3.5.1.1. Descripción de la operación .....	138
3.5.1.2. Aspectos ambientales .....	138
3.5.2. Producción de energía.....	140
3.5.2.1. Electricidad .....	140
3.5.2.2. Combustibles fósiles .....	140
3.5.3. Almacenaje en refrigeración y congelación de materias primas .....	143
3.5.4. Depuración de agua residual .....	144

#### CAPITULO IV

<b>OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....</b>	<b>149</b>
4.1. OPC 1. MINIMIZAR EL CONSUMO DE AGUA EN LA LIMPIEZA DE LA MATERIA PRIMA O PRODUCTO INTERMEDIO.....	152

4.1.1. <i>Introducción</i> .....	152
4.1.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	153
4.1.2.1. Optimización de los parámetros de la operación .....	153
4.1.2.2. Pre-limpieza con aire comprimido y/o vibración .....	154
4.1.2.3. Recirculación del agua de limpieza .....	155
4.1.2.4. Diseño de la operación en múltiples etapas con recirculación .....	157
4.1.3. <i>Mejoras</i> .....	158
4.1.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	158
4.2. OPC 2. ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEPARACIÓN DEL PRODUCTO .....	158
4.2.1. <i>Introducción</i> .....	158
4.2.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	159
4.2.2.1. Categorización .....	159
4.2.2.2. Ajuste del corte automático en pescados .....	160
4.2.2.3. Eviscerado automático de pescado mediante succión .....	161
4.2.2.4. Ajuste automático de la máquina .....	162
4.2.2.5. Aprovechamiento del rechazo del corte .....	162
4.2.3. <i>Mejoras</i> .....	164
4.2.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	164
4.3. OPC 3. SEGREGACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES ENTRE ETAPAS DEL PROPIO PROCESO .....	164
4.3.1. <i>Introducción</i> .....	164
4.3.2. <i>Aspectos técnicos y ambientales</i> .....	165
4.3.3. <i>Mejoras</i> .....	166
4.3.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	166
4.4. OPC 04. PELADO ALCALINO EN SECO .....	167
4.4.1. <i>Introducción</i> .....	167
4.4.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	168
4.4.3. <i>Mejoras</i> .....	168
4.4.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	169
4.5. OPC 05. PELADO TÉRMICO DE ALTA EFICIENCIA .....	169
4.5.1. <i>Introducción</i> .....	169
4.5.2. <i>Aspectos técnicos</i> .....	170
4.5.2.1. Vapor a presión .....	170
4.5.2.2. Vapor a presión y vacío .....	170
4.5.2.3. Congelación .....	171
4.5.3. <i>Condicionantes</i> .....	171
4.5.4. <i>Mejoras</i> .....	171
4.6. OPC 06. AJUSTE DE LA DOSIFICACIÓN DE SAL Y REUTILIZACIÓN DE SALMUERAS .....	172
4.6.1. <i>Introducción</i> .....	172
4.6.2. <i>Aspectos técnicos</i> .....	172
4.6.2.1. Disminución de la concentración de sal .....	172
4.6.2.2. Regeneración de salmueras .....	173
4.6.3. <i>Condicionantes</i> .....	173
4.6.5. <i>Mejoras</i> .....	174
4.6.6. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	174
4.7. OPC 07. OPTIMIZACIÓN DE LA ESTERILIZACIÓN .....	175
4.7.1. <i>Introducción</i> .....	175
4.7.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	175
4.7.3. <i>Mejoras</i> .....	177
4.7.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	177
4.8. OPC 8. CERRAR CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN .....	178
4.8.1. <i>Introducción</i> .....	178
4.8.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	178
4.8.3. <i>Mejoras</i> .....	179
4.8.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	179
4.9. OPC 9. SISTEMAS CIP (CLEANING IN PLACE) PARA LA LIMPIEZA DE EQUIPOS Y CONDUCCIONES .....	180

4.9.1. <i>Introducción</i> .....	180
4.9.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	180
4.9.2.1. Aprovechamiento del producto o eliminación de la suciedad como residuo sólido. ....	181
4.9.2.2. Aprovechamiento de las aguas de enjuagado u otras aguas limpias que se pueden generar en otras actividades de la instalación. ....	181
4.9.2.3. Reaprovechamiento de las soluciones alcalinas y ácidas utilizadas como detergentes .....	181
4.9.2.4. Recuperación de la energía utilizada para calentar las soluciones detergentes .....	182
4.9.3. <i>Mejoras</i> .....	182
4.10. OPC 10. EVITAR LA ENTRADA EN EL AUTOCLAVE DE LATAS DAÑADAS .....	182
4.10.1. <i>Introducción</i> .....	182
4.10.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	183
4.10.3. <i>Mejoras</i> .....	183
4.10.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	183
4.11. OPC 11. UTILIZAR EL TRANSPORTE NEUMÁTICO EN LUGAR DE UN CANAL DE AGUA COMO SISTEMA DE TRANSPORTE DE PRODUCTO .....	184
4.11.1. <i>Introducción</i> .....	184
4.11.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	185
4.11.2.1. Descargas de pescado .....	185
4.11.2.2. Transporte seco .....	186
4.11.3. <i>Mejoras</i> .....	188
4.11.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	188
4.12. OPC 12. AUTOCONTROL DEL PROCESO CON EL HACCP .....	189
4.12.1. <i>Introducción</i> .....	189
4.12.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	189
4.12.3. <i>Mejoras</i> .....	191
4.12.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	191
4.13. OPC 13. LIMPIEZA ESTRUCTURAL CON UN SISTEMA DE BAJA PRESIÓN CON ESPUMA O ALTA PRESIÓN. ....	191
4.13.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	192
4.13.2.1. Limpieza a alta presión .....	192
4.13.2.2. Limpieza a baja presión .....	193
4.13.3. <i>Mejoras</i> .....	194
4.13.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	194
4.14. OPC 14. SECADO DE SALMUERAS MEDIANTE ENERGÍA SOLAR .....	195
4.14.1. <i>Introducción</i> .....	195
4.14.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	195
4.14.3. <i>Mejoras</i> .....	197
4.14.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	197
4.15. OPC 15. BIOCONVERSIÓN DE RESIDUOS PESQUEROS MEDIANTE FERMENTACIÓN ÁCIDO - LÁCTICA .....	198
4.15.1. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	198
4.15.2. <i>Mejoras</i> .....	199
4.16. OPC 16. DEPURACIÓN ANAEROBIA DE AGUAS RESIDUALES DE ALTA CONCENTRACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL BIOGAS .....	199
4.16.1. <i>Introducción</i> .....	199
4.16.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	199
4.16.3. <i>Condicionantes</i> .....	201
4.16.4. <i>Mejoras</i> .....	201
4.16.5. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	202
4.17. OPC 17. Recogida de líquidos y partículas que provienen de las instalaciones del proceso antes que caigan al suelo .....	202
4.17.1. <i>Introducción</i> .....	202
4.17.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	202
4.17.3. <i>Mejoras</i> .....	203
4.17.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	203

4.18. OPC 18. Aprovechamiento de vapor en evaporadores de concentrado de fruta.....	204
4.18.1. <i>Introducción</i> .....	204
4.18.1.2. Evaporadores de circulación forzada .....	204
4.18.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	205
4.18.2.1. Múltiples efectos .....	205
4.18.3. <i>Mejoras</i> .....	206
4.18.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	207
4.19. OPC 19. VALORIZACIÓN TRADICIONAL DE RESTOS DE PESCADO ELABORANDO	
HARINA DE PESCADO.....	207
4.19.1. <i>Introducción</i> .....	207
4.19.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	207
4.19.3. <i>Mejoras</i> .....	209
4.19.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	209
4.20. OPC 20. OPTIMIZACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS .....	210
4.20.1. <i>Introducción</i> .....	210
4.20.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	210
4.20.3. <i>Mejoras</i> .....	211
4.21. OPC 21. OPTIMIZACIÓN DEL GENERADOR Y RED DE DISTRIBUCIÓN DEL VAPOR .....	211
4.21.1. <i>Introducción</i> .....	211
4.21.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	212
4.21.3. <i>Mejoras</i> .....	213
4.21.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	213
4.22. OPC 22. OPTIMIZACIÓN DE LA COCCIÓN .....	214
4.22.1. <i>Introducción</i> .....	214
4.22.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	214
4.22.3. <i>Mejoras</i> .....	215
4.22.4. <i>Ejemplos de aplicación</i> .....	215
4.23. OPC 23. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE ORIGEN VEGETAL .....	215
4.23.1. <i>Introducción</i> .....	215
4.23.2. <i>Aspectos técnicos y condicionantes</i> .....	216
4.23.2.1. Alimentación animal .....	216
4.23.2.2. Materia prima para la obtención de combustibles y otros productos	
químicos .....	217
4.23.2.3. Fuente de ingredientes para el consumo humano .....	217
4.23.3. <i>Mejoras</i> .....	218
<b>CAPITULO V</b>	
<b>PROPUESTAS Y CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>219</b>
<b>ANEXO I. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>223</b>
<b>ANEXO II. PAGINAS WEB .....</b>	<b>229</b>

## CAPÍTULO I ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. Marco

#### 1.1.1. Objetivo

El Centro de Actividades Regionales para la Producción Limpia (CAR/PL) del Plan de Acción para el Mediterráneo (PAM) ha llevado a cabo el presente estudio sobre la Prevención de la contaminación en el envasado de alimentos en conserva en la región mediterránea con el objetivo de reunir datos pertinentes que den información sobre el estado del sector y el impacto medioambiental de la actividad de envasado de alimentos en conserva en la región mediterránea y, principalmente, presentar oportunidades de prevención de la contaminación aplicables.

Se pretende con ello facilitar una herramienta de consulta y reflexión para expertos e industriales, que les ayude en la toma de decisiones encaminadas hacia la incorporación de criterios ambientales en la gestión de la empresa.

#### 1.1.2. Alcance

El presente estudio se ha realizado sobre la actividad industrial destinada a la producción de conservas de alimentos tanto de origen vegetal como de origen animal (pescado y carne).

Existen diferencias sustanciales entre lo que convencionalmente se entiende por una conserva (alimento enlatado o en envase de cristal) y lo que técnicamente es una conserva. El criterio que se ha seguido para elegir las familias de productos no ha sido cartesiano, sino que se ha basado, principalmente, en consideraciones ambientales, con la intención de llegar a procesos que difícilmente se tratarían en estudios específicos. En este sentido, se ha preferido reducir el alcance del estudio para tener una perspectiva lo menos abstracta posible.

Por los motivos expuestos en el párrafo anterior no se han considerado dentro del ámbito de este estudio las conservas de leche (leche esterilizada y leche UHT), la actividad de los mataderos, así como de los productos cárnicos curados por considerar que estos merecen una atención específica.

## **1.2. Metodología del estudio**

La estrategia utilizada para desarrollar el presente estudio se resume en los siguientes puntos:

- Priorizar el estudio sobre los productos más significativos de cada zona y, en general, de toda la Región Mediterránea.
- Establecer niveles de datos que se organicen en torno a la zona y que han supuesto en cada nivel un grado superior de profundidad hasta llegar a las oportunidades de prevención de la contaminación.
- Mantener abiertos todos los niveles de datos durante el proyecto y cerca de la fecha de entrega cerrar secuencialmente por niveles hasta consolidar el informe.
- Basar el estudio en fuentes documentales, Internet y consultas telemáticas. En los casos de falta de información buscar directamente mediante trabajo de campo.

El proyecto se ha estructurado en torno a la búsqueda de los siete niveles siguientes:

**N1. Tipos de alimentos y envases** (tipo de producto, formato y material de envase)

**N2. Tecnologías de envasado** (procesado previo del alimento, tratamiento de conservación y envasado propiamente dicho)

**N3. Operaciones auxiliares a las tecnologías de envasado** (vapor, limpieza, tratamiento de agua, logística de materiales)

**N4. Características de los aspectos ambientales** derivados de las tecnologías de envasado y las correspondientes operaciones auxiliares.

**N5. Impacto ambiental** de las corrientes residuales y problemática en el marco de la situación ambiental de los países de la Región Mediterránea.

**N6. Oportunidades para prevenir en origen la contaminación de las tecnologías** identificadas ponderando la contribución a la disminución del impacto ambiental.

Con el fin de recopilar de forma eficiente la información, el proceso de búsqueda se ha dividido en dos grandes etapas:

**Recopilación general de información.** En este proceso se ha recopilado información de todos los niveles a partir de las siguientes fuentes:

- Bibliotecas y fondos documentales
- Organismos oficiales y asociaciones de fabricantes
- Documentos de fabricantes de equipos para realizar las operaciones estudiadas

**Recopilación específica.** A partir del análisis de la información obtenida se han identificado los vacíos de información. También se han identificado puntos de consulta. Con el fin de cubrir vacíos de información, se han redactado cuestionarios dirigidos a los puntos identificados. Han sido puntos de consulta:

- Fabricantes
- Asociaciones de fabricantes
- Asociaciones de consumidores
- Consultores expertos y Puntos Focales Nacionales del CAR/PL
- Proveedores de equipos de tecnología y envasado
- Entidades relacionadas con la calidad ambiental

A partir de los datos recopilados se ha redactado el presente estudio.

### **1.3. Estructura del informe del estudio**

El estudio se ha estructurado de acuerdo con los siguientes puntos:

#### **1.3.1. Principales alimentos en conserva en la región mediterránea**

Se presenta una visión general de la producción primaria de alimentos destinados a las conservas en la región mediterránea, así como los aspectos más destacados de cada estado que la compone.

A continuación se clasifican los distintos productos comercializados en familias, que significan la base del estudio de los capítulos posteriores.

#### **1.3.2. Procesos de elaboración de conservas y aspectos e impactos ambientales**

Se efectúa un repaso a los principales procesos de elaboración para cada una de las familias, se enumeran y cuantifican los principales aspectos ambientales y se valoran en distintos escenarios los impactos ambientales de este sector. También se analizan de igual modo las operaciones auxiliares.

Este punto se ha estructurado siguiendo un esquema particular que se detalla en la introducción del capítulo con el fin de poder describir con la mayor fidelidad posible los aspectos comunes pero también los específicos del sector.

### **1.3.3. Oportunidades para prevenir en origen la contaminación**

Se han seleccionado intuitivamente las oportunidades de prevención de la contaminación más significativas para el sector, detallando los procesos para las que son más significativas.

Se describen oportunidades detectadas para la industria conservera que en general minimicen el impacto al medio de acuerdo al esquema siguiente:

- Introducción
- Aspectos Técnicos
- Condicionantes
- Mejoras
- Ejemplos de aplicación

### **1.3.4. Propuestas y conclusiones finales**

Se recopilan las principales propuestas para minimizar el impacto al medio y se analizan los principales retos y tendencias de la prevención de la contaminación para este sector.

## **1.4. La alimentación y la industria conservera en la región Mediterránea**

La alimentación es una actividad básica de la especie humana. El tipo de alimentación está fuertemente relacionado con los recursos naturales de cada región. Con el paso de los años, el tipo de alimentación ha entrado a formar parte de la cultura de los pueblos, siendo uno de los elementos culturales que presentan un mayor arraigo en los individuos de una determinada cultura.

Los últimos años ha alcanzado gran prestigio la denominada “dieta mediterránea”. Numerosos estudios muestran que las personas de la región mediterránea presentan una menor tendencia a padecer determinadas enfermedades y que la causa de este singular fenómeno radica en determinados alimentos que conforman la dieta de esta región; o quizá, para ser más exactos, en la adecuada combinación de los mismos en la dieta.

Las conservas contempladas en el ámbito del presente estudio son un alimento relativamente moderno. El hombre, desde el inicio de su evolución, siempre ha buscado sistemas para conservar en el tiempo los recursos alimenticios que la naturaleza le ofrecía de forma sobreabundante en determinados periodos y le negaba en otros. En su momento, descubrió la salazón, el curado, el ahumado y la deshidratación; pero todos estos procesos modificaban sensiblemente las características del alimento fresco original. Tuvo que esperar a los descubrimientos de Appert (combinación de tratamiento térmico y envasado hermético de los alimentos) para poder conservar los alimentos en un estado relativamente parecido a su estado fresco. Algunos años más tarde estos resultados fueron mejorados con la implantación de las técnicas de congelación.

Las conservas son la gran aportación del siglo XVIII al mundo de la alimentación. De la mano de éstas se modifica completamente el panorama de la oferta alimentaria. De repente, es posible conservar durante semanas y meses la carne, el pescado y los vegetales, en un estado muy parecido a su forma original. Las conservas representan toda una revolución para los encargados de abastecer a los ejércitos o para los responsables de alimentar a las tripulaciones de los barcos en sus largos viajes.

Hoy, en las sociedades avanzadas, gracias a la aparición de nuevas tecnologías, las conservas ya no poseen esta función básica en la alimentación de determinadas poblaciones y son un alimento más dentro de la amplia oferta de alimentos que tenemos a nuestro alcance.

En el área mediterránea podemos encontrar un sinfín de alimentos comercializados en forma de conservas. Se trata de alimentos tradicionales de esta zona que, en su momento ¿cuando las conservas aparecieron como la respuesta a las necesidades de alimentación de la sociedad?, fueron transformados en conservas. La industria conservera en el área mediterránea adquiere, durante el siglo XIX y los dos primeros tercios del XX, un gran auge y desarrollo, que se ha mantenido hasta nuestros días.

La tecnología de base para la producción de conservas ha evolucionado poco durante los últimos años; lo que sí ha variado notablemente han sido los equipos e instalaciones diseñados para esta función, así como los tipos y materiales de envase utilizados.

La industria conservera en el Mediterráneo es rica en diversidad de productos como la misma cultura mediterránea, desigual en cuanto a su ubicación, arraigada a la tradición de los sabores peculiares de las conservas y en profunda transformación para dar respuesta a los nuevos retos del futuro.

Los nuevos retos del futuro al que la industria alimentaria debe afrontar, y resolver con rapidez, radican en transformar los antiguos sistemas de producción de alimentos ¿basados en la antigua percepción del entorno? en sistemas menos agresivos con el medio ambiente. Los principales ejes de esta transformación son:

- Utilización de energías renovables, que no disminuyan las reservas limitadas de energía del planeta.
- Utilización de recursos y materias primas renovables o sometidas a procesos seguros de recuperación.
- No-emisión o vertido de ninguna sustancia que pueda modificar o deteriorar el entorno natural y la vida que en él se desarrolla.
- No elaborar productos cuyo consumo pueda ocasionar una disminución de las reservas naturales, o causar deterioro o modificación del entorno natural.

El presente estudio pretende dar un paso adelante en esta dirección al presentar una serie de estrategias y oportunidades para prevenir la contaminación y facilitar así la gestión y la toma de decisiones en las empresas del Mediterráneo dedicadas al envasado de alimentos en conserva.

## CAPÍTULO II PRINCIPALES ALIMENTOS EN CONSERVA EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA

Los alimentos en conserva de la Región Mediterránea son muy diversos y están adaptados a la naturaleza del producto y a los hábitos alimenticios del mercado al que van destinados.

Con el fin de plantear el problema medioambiental del conjunto de la industria conservera nos hemos permitido agrupar la diversidad de conservas en distintas categorías que denominamos familias y que agrupan básicamente productos con materias primas y procesos de preparación y conservación similares. Las familias establecidas se muestran en la tabla 2.1 de la página siguiente.

En los apartados que siguen se describen brevemente las principales características de las distintas familias de proceso.

### **2.1. Descripción de las familias de proceso de conservas**

#### **2.1.1. Derivadas de productos de la pesca**

##### **2.1.1.1. Familia 1. Conservas de túnidos**

Las conservas de túnidos son productos obtenidos a partir de sus especies correspondientes, prácticamente sin escamas, sangre, piel o espinas.

Para considerarlos conservas, sus productos se envasan en recipientes metálicos herméticos y se esterilizan adecuadamente por tratamiento térmico. Las conservas de túnidos se pueden presentar en vinagre, en aceite o con salsas de diferente tipo.

Las industrias elaboradoras de este tipo de conservas están generalmente ubicadas en la costa, aunque algunas se encuentran ubicadas en regiones interiores. Las primeras tienen la posibilidad de utilizar agua de mar debidamente tratada en algunas de sus fases del proceso productivo.

### **2.1.1.2. Familia 2. Conservas de cupleidos, caballa y aguja**

Productos obtenidos a partir de especies como *Sardina pilchardus* (sardina), *Scomber scombrus* (caballa) o *Belone belone* (aguja), descabezadas y convenientemente evisceradas.

El envasado se hace con aceite de oliva u otros aceites comestibles, también con salsas apropiadas. Los recipientes son metálicos, cerrados herméticamente y esterilizados adecuadamente mediante tratamiento térmico.

La presentación de estas conservas es similar a la descrita para los túnidos.

La mayoría de las industrias que elaboran conservas de túnidos también se dedican a esta familia, de manera que pueden aprovechar la estacionalidad de la pesca de las diferentes especies y elaborar los diferentes productos por temporadas.

### **2.1.1.3. Familia 3. Conservas de cefalópodos**

Son conservas preparadas a partir de especies también muy diversas como por ejemplo *Octopus* sp. o *Eledone* Sp. (Pulpo), *Loligo* Sp. (Calamar), *Sepia officinalis* (sepia) y otras variedades afines y sus mezclas.

Se envasan con salmuera, aceites comestibles o salsas apropiadas, con o sin adición de sus tintas, especias, aromatizantes u otros ingredientes comestibles, en recipientes herméticos y técnicamente esterilizados por tratamiento térmico.

### **2.1.1.4. Familia 4. Conservas de moluscos**

Son ejemplos de especies de moluscos utilizadas para elaborar conservas: *Mytilus edulis* (mejillón), *Venerupis* Sp. , *Spisula* Sp. o *Ruditapes* Sp. (Almeja), *Ensis ensis* (navaja), *Pecten maximus* (vieira), *Cerastoderma edule* (berberecho) y otras variedades afines y sus mezclas.

Se envasan con los medios de cobertura adecuados, en recipientes herméticos y esterilizados convenientemente por tratamiento térmico.

### **2.1.1.5. Familia 5. Semiconservas de boquerón y cupleidos**

La elaboración de estas conservas puede considerarse en la mayoría de los casos artesanal, ya que las industrias que las producen suelen ser pequeñas y poco mecanizadas.

El proceso de elaboración de las semiconservas de pescado ha de ser muy cuidado para conseguir una buena calidad, utilizando materias primas frescas y de características tecnológicas homogéneas. Al ser semiconservas, estos productos no se someten a tratamiento térmico, por lo que deben mantenerse preferentemente en refrigeración hasta su consumo.

#### **2.1.1.6. Familia 6. Otras conservas derivadas de productos de la pesca**

En esta familia se han incluido productos difícilmente clasificables en las anteriores familias pero que deben ser considerados por su importancia al nivel de industria y consumo.

Una de estas conservas es el caviar. Se elabora con huevos de peces de distintas especies, entre ellas el esturión, una de las más apreciadas. Es considerado un producto de lujo sólo al alcance de determinados bolsillos, aunque existe una amplia gama de variedades según especie de origen y calidad que puede hacer más asequible su adquisición.

Por lo que respecta al paté de pescado, sus características varían según la zona de producción e incluso entre distintas industrias elaboradoras de una misma región. La base es siempre la misma: pasta de pescado emulsionada o no, a la que se añaden diferentes ingredientes, condimentos y aditivos que le dan las características organolépticas. Son productos altamente manipulados que pueden alterarse fácilmente, por ello se envasan en recipiente metálico o de vidrio y se les aplica un tratamiento térmico para obtener la conserva.

#### **2.1.2. Derivadas de fruta**

La fruta juega un papel muy importante en la alimentación humana en la Región Mediterránea, ya que proporciona minerales y vitaminas esenciales y hacen menos monótona la dieta.

##### **2.1.2.1. Familia 7. Zumos y néctares**

Los zumos de fruta o jugos se obtienen a partir de procedimientos mecánicos de licuado de manera que el producto bebible que resulta posea color, aroma y sabor característicos de las frutas de las que proviene.

El néctar se obtiene por adición de agua y/o azúcares al zumo de fruta.

### **2.1.2.2. Familia 8. Confituras y mermeladas**

Se entenderá por confitura al producto obtenido a partir de la mezcla de azúcares y pulpa o puré de una o más especies de fruta. El producto obtenido debe tener una consistencia gelificada apropiada.

La mermelada es el producto preparado por cocción de frutas enteras, troceadas, trituradas, tamizadas o no, a las que se han incorporado azúcares hasta conseguir un producto semilíquido o espeso.

### **2.1.2.3. Familia 9. Almíbares**

Son las elaboraciones obtenidas esterilizando los frutos con adición de almíbar como líquido de gobierno. Podrán presentarse como frutos enteros, en mitades o en trozos regulares.

### **2.1.3. Derivadas de hortalizas y otros vegetales**

El caso de los vegetales es equivalente al de la fruta, ya que también son muy importantes en la alimentación humana en la Región Mediterránea, proporcionando minerales y vitaminas esenciales y haciendo más variada la dieta.

#### **2.1.3.1. Familia 10. Conservas de hortalizas y otros vegetales al natural**

Son las elaboraciones obtenidas esterilizando los vegetales con o sin líquido de gobierno. Podrán presentarse en piezas enteras o en trozos.

Un producto muy extendido son las legumbres cocidas en conserva que, además de mantener todas sus propiedades nutritivas, aportan un gran valor añadido al ahorrar mucho trabajo de preparación.

En el apartado de salsas incluimos aquellas conservas cuya base son vegetales a los cuales se les ha realizado un triturado y a los que frecuentemente se añaden condimentos y otros ingredientes. El ejemplo más común de este tipo de conserva es el tomate triturado, muy utilizado en la Región Mediterránea.

### **2.1.3.2. Familia 11. Conservas de hortalizas y otros vegetales en salmuera (encurtidos)**

Vegetales conservados en salmuera y en envases adecuados. Se realiza un tratamiento térmico o cualquier otro procedimiento que asegure su conservación.

Mención especial merecen las aceitunas, ya que es un producto muy arraigado en toda la Región Mediterránea. Su procesado (encurtido) es muy similar entre diferentes países, la variación está en las hierbas aromáticas y otros condimentos que se añaden antes y después de la fermentación. La calidad de las aceitunas depende de muchos factores, pero uno de los más determinantes es el tiempo transcurrido entre la recogida del fruto y el comienzo del proceso de elaboración.

### **2.1.4. Derivadas de hongos**

#### **2.1.4.1. Familia 12. Conservas de hongos al natural**

Su preparación y método de conservación son análogos a los de las hortalizas y otros vegetales al natural.

El cultivo de hongos es poco frecuente en agricultura, los productores son pocos y muy especializados. Además, los hongos tradicionalmente se consumen en fresco, por lo que el volumen de producción de hongos en conserva es relativamente bajo.

### **2.1.5. Derivadas de carnes**

#### **2.1.5.1. Familia 13. Conservas de carne**

Los excedentes de ganado en vivo y de la carne obtenida de ellos, sobretodo en los países del sur, incrementaron la necesidad de procesar las carnes para optimizar su uso y disminuir la generación de residuos.

Las conservas de esta familia se obtienen por mezcla o condimentación de carnes de vacuno, porcino o aves, con o sin adición de otras sustancias autorizadas, contenidas en envases apropiados, herméticamente cerrados y dispuestos para ser consumidos directamente.

Destacan en esta familia los patés, cuya base es una pasta de hígado y/o carne en forma de mousse a la que se pueden añadir infinidad de ingredientes y condimentos que les dan las características organolépticas finales.

Otros productos que se van a considerar son determinados embutidos cocidos que se mantienen en conserva como pueden ser algunas salchichas. También se tratará resumidamente el caso de los productos cárnicos cocidos salazonados por su importancia en lo que a residuos y contaminación se refiere.

## **2.1.6. Otras**

### **2.1.6.1. Familia 14. Platos preparados en conserva**

El rápido cambio en el estilo de vida derivado de la “urbanización” de todos los países de la Región Mediterránea deriva en la necesidad de alimentos fáciles y rápidos de preparar y de calidad controlada. La evolución de los platos preparados en conserva va también en este sentido.

Son productos obtenidos por mezcla o condimentación de alimentos de origen animal y/o vegetal, con o sin adición de otras sustancias autorizadas, contenidos en envases apropiados, herméticamente cerrados y dispuestos para ser consumidos directamente, previo calentamiento o tras un tratamiento doméstico adicional.

Entendemos como platos preparados en conserva solamente aquellos que se preparan y envasan como se ha descrito y que, además, se les aplica un tratamiento térmico cuya finalidad es la de obtener una vida útil de larga duración (caducidad alta)

La calidad nutritiva de los platos preparados en conserva se ve favorecida en cuanto se evita por ejemplo la oxidación de nutrientes que se da durante la refrigeración de un producto. Por el contrario, el tratamiento térmico final al que se someten estos platos puede afectar la integridad de algunos nutrientes.

Prevención de la contaminación en el envasado de alimentos de conserva

MATERIA PRIMA	Nº FAMILIA	DESCRIPCIÓN FAMILIA	EJEMPLOS DE PRODUCTOS	PRESENTACIÓN	MÉTODO DE CONSERVACIÓN	TIPO DE ENVASE
PRODUCTOS DE LA PESCA	1	Conservas de túnidos	Atún, bonito, sardina	En aceite, en vinagre, con salsas	Tratamiento térmico	Metálico
	2	Conservas de cupleidos, caballa y aguja	Sardina, arenque, caballa, aguja	En aceite, en vinagre, con salsas	Tratamiento térmico	Metálico
	3	Conservas de cefalópodos	Calamar, sepia, chipirón, pulpo	En aceite, en vinagre, en su tinta, con salsas	Tratamiento térmico	Metálico
	4	Conservas de moluscos	Mejillón, almeja, navaja, vieira, berberecho	Al natural, en aceite, en vinagre, en su tinta, con salsas	Tratamiento térmico	Metálico
	5	Semiconservas de boquerón y cupleidos	Boquerón, anchoa, sardina, arenque	En aceite, en vinagre, salazón	Salazón, maceración	Metálico, vidrio, plástico
	6	Otros productos	Caviar, paté de pescado	Al natural, en aceite, en salmuera	Tratamiento térmico	Metálico, vidrio, plástico
FRUTA	7	Zumos y néctares	Zumos y néctares, mermeladas y confituras de diversas frutas	Exprimido, azucarado, en almíbar, concentrado	Tratamiento térmico	Vidrio, plástico, tetra-brick
	8	Confituras y mermeladas				
	9	Almíbares				
HORTALIZAS Y OTROS VEGETALES	10	Conservas de hortalizas y otros vegetales al natural	Guisante, alcachofa, judía verde, espárrago blanco, pimiento, remolacha, tomate, patata, cebolla, puerro, calabaza, zanahoria, maíz, soja, legumbres, menestra, triturados/salsas	Al natural	Tratamiento térmico	Metálico, vidrio, plástico, tetra-brick
	11	Conservas de hortalizas y otros vegetales en salmuera (encurtidos)	Aceituna, pepinillo, col, alcaparra	En salmuera	Salmuera (encurtido)	Metálico, plástico, vidrio
HONGOS	12	Conservas de hongos al natural	Champiñón, otras setas	Al natural	Tratamiento térmico	Metálico, vidrio
CARNES	13	Conservas de carne	Carne estofada, paté de carne, foie-gras, puding o pastel de carne, albóndigas, embutidos cocidos	Según producto	Tratamiento térmico	Metálico
VARIAS	14	Platos preparados	varios	Según producto	Tratamiento térmico	Metálico, plástico, vidrio, tetra-brick

Fuente: Ver Bibliografía

Tabla 2.1. Familias de proceso de conservas

## 2.2. Principales zonas de producción y características

### 2.2.1. Situación general del sector agroalimentario en la Región Mediterránea

En la tabla 2.2 se presentan los indicadores económicos generales de los países ámbito de este estudio. A partir de estos datos se observa una clara división entre los países cuya economía depende básicamente del sector primario y aquellos cuya economía está basada en la industria.

Un país con un PIB bajo y con un porcentaje alto de este PIB dedicado a agricultura y pesca indica que la producción se destina a un autoconsumo básicamente de subsistencia. Por tanto, en estos países no habrá una estructura industrial desarrollada para estos productos.

PAÍS	AÑO	PIB (MILLARDOS DE EURO 1998)	AGRICULTURA Y PESCA (%PIB)	INDUSTRIA (%PIB)
Albania	1998	2,60	54,4	24,5
Argelia	1998	39,73	13,4	52,4
Bosnia-Her.	1998	1,85	—	—
Chipre	1998	7,56	—	—
Croacia	1998	17,56	8,9	32,4
Egipto	1998	69,47	17,5	32,3
Eslovenia	1998	16,38	4,0	38,6
España	1995	470,06	3,0	—
Francia	1995	1058,40	2,4	26,6
Grecia	1995	97,44	10,6	17,7
Israel	1998	105,00	—	—
Italia	1995	924,00	2,9	31,5
Líbano	1998	14,44	12,4	26,5
Libia	—	—	—	—
Malta	1995	2,94	—	—
Marruecos	1998	13,94	32,0	—
Mónaco	—	—	—	—
Siria	1998	14,62	—	—
Túnez	1998	16,80	12,4	28,4
Turquía	1998	166,99	17,6	25,4

Tabla 2.2. Indicadores económicos generales de los países ámbito del estudio

Por otro lado, tenemos a los países con un alto PIB, con un bajo porcentaje del PIB dedicado al sector primario y un alto potencial industrial. En valores absolutos, son los principales productores de materias primas alimentarias, y destinan gran parte de la producción al sector de elaborados como las conservas.

En conclusión, tenemos dos grupos de países bien diferenciados, uno con industria alimentaria abundante, encabezado por Francia, España, Italia, Turquía y Egipto; y un segundo grupo en el que la industria agroalimentaria no tiene una importancia relevante en la economía del país. Los primeros destacarán por su producción de conservas.

Haciendo otras consideraciones, es importante indicar que la industria alimentaria en general y la conservera en particular han tenido que reestructurarse para dar respuesta a los cambios sociales que se presentan en la mayor parte de la Región Mediterránea. De entre estos cambios sociales podremos citar dos de ellos especialmente importantes como la concentración de gran parte de la población en las ciudades y la incorporación de la mujer al mercado laboral. Dichos cambios han derivado sin duda en cambios en la industria agroalimentaria.

En la Tabla 2.3 de la página siguiente se presenta un balance de producción de las materias primas que hemos considerado importantes para la elaboración de conservas. Esta producción queda plasmada en forma de importancia relativa en el mapa de la Figura 2.1. De estos datos se desprenden por su vinculación las siguientes consideraciones:

- En cuanto a pesca, existen razones históricas y de tradición que hacen que países como Francia, España o Marruecos tengan las mayores capturas de la Región Mediterránea. Pero hay que tener en cuenta que estos países concentran su potente flota en aguas del Atlántico e incluso en zonas más lejanas como el Pacífico mediante grandes buques factoría. Marruecos es un caso especial, ya que tiene una baja estructura industrial pero domina unas zonas de pesca muy ricas, dando lugar a sus altas capturas.
- Países como Italia, Turquía y Egipto obtienen capturas pesqueras del Mediterráneo nada despreciables, gracias también a flotas bien preparadas. Las capturas pesqueras en el Mar Mediterráneo se basan en pesca de costa, marisco y moluscos. No son bancos grandes y los problemas de sobreexplotación y contaminación no permiten grandes capturas en sus aguas. Italia también posee grandes barcos que faenan lejos del Mediterráneo.
- En cuanto a vegetales y frutas, su producción viene muy condicionada por las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua de la zona. Podemos así hacer una gran distinción entre los países de la zona norte del Mediterráneo, con pocos problemas en este sentido, y la zona sur del Mediterráneo y Oriente Próximo, cuya disponibilidad de agua no permite grandes producciones de vegetales y frutas.

La estructuración de las explotaciones es también importante para vegetales y frutas. En la zona norte (España, Francia, Italia, Grecia, y Turquía básicamente), tenemos en general explotaciones grandes con un rendimiento alto gracias a las condiciones de terreno y clima y a una alta mecanización. En el sur y Próximo Oriente tenemos todo lo contrario, explotaciones pequeñas, en su mayoría familiares y de bajo rendimiento. La excepción está en Egipto, donde las aguas del Nilo permiten una producción abundante de vegetales y frutas en toda su vertiente.

La producción de carne se concentra en los países más desarrollados, que tienen bien establecida una producción intensiva de ganado: Francia, España e Italia. Además, coincide que son los países con mayor tradición de conservas cárnicas, elaboradas sobretodo a partir de cerdo. Los países africanos, de tradición islámica, basan su producción cárnica en el ganado ovino y caprino.

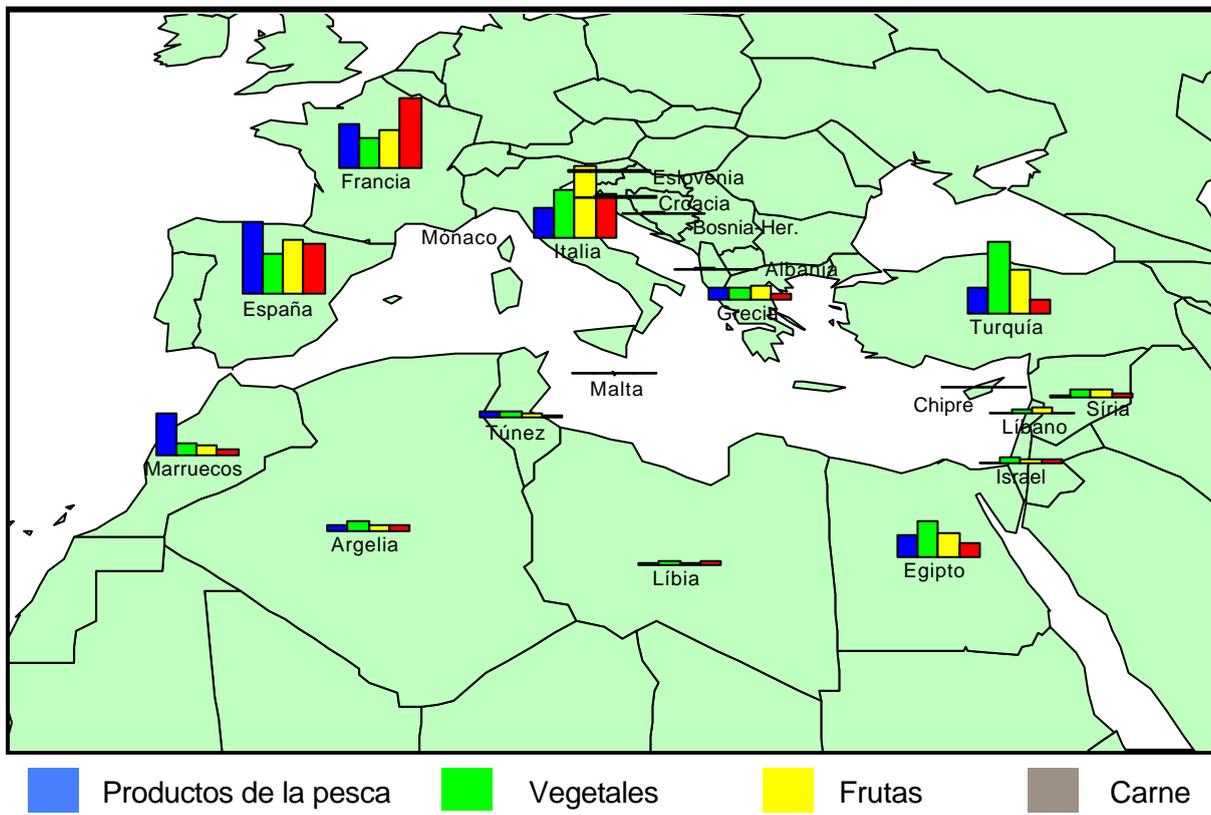


Figura 2.1. Mapa de producción de materias primas, Año 1998

Unidad: 1.000 Toneladas métricas

PRODUCTO	PRODUCTOS DE LA PESCA				FRUTAS				VEGETALES				CARNES				
	PAÍS	Producción	%	IMPORT	EXPORT	Producción	%	IMPORT	EXPORT	Producción	%	IMPORT	EXPORT	Producción	%	IMPORT	EXPORT
Albania	1		0,02	7	2	168	0,19	69	0	1096	0,77	35	10	60	0,29	18	0
Argelia	99		2,01	5	1	1588	1,84	15	10	4096	2,9	67	4	512	2,45	11	0
Bosnia-Her.	3		0,06	6	0	121	0,14	53	22	1143	0,81	44	16	24	0,11	56	1
Chipre	3		0,06	51	0	298	0,35	26	81	259	0,18	16	29	96	0,46	5	4
Croacia	20		0,41	105	23	776	0,9	164	28	826	0,58	139	19	169	0,81	19	15
Egipto	419		8,5	272	1	7051	8,17	101	286	17577	12,43	12	354	1244	5,96	137	1
Eslovenia	1341		27,19	1790	827	16046	18,6	1146	6607	19070	13,48	677	7165	4600	22,02	304	406
España	830		16,83	1889	549	11291	13,09	6555	2849	14972	10,58	4056	2949	6522	31,22	1123	1809
Francia	214		4,34	322	73	4336	5,03	364	1880	6168	4,36	188	1116	508	2,43	402	15
Grecia	23		0,47	238	1	1601	1,86	169	683	2836	2	75	398	328	1,57	67	5
Israel	562		11,39	1413	223	21059	24,41	2514	5287	23255	16,44	1691	4954	4044	19,36	1359	362
Italia	4		0,08	39	0	1756	2,04	37	197	2266	1,6	223	55	109	0,52	20	0
Libano	33		0,67	29	6	468	0,53	41	1	1314	0,93	390	35	202	0,97	5	0
Libia	3		0,06	26	2	27	0,03	61	0	84	0,06	16	0	18	0,09	16	0
Malta	786		15,94	49	267	3088	3,58	24	583	5656	4	13	387	522	2,5	6	7
Marruecos	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mónaco	3		0,06	32	3	269	0,31	152	38	175	0,12	129	12	183	0,88	32	31
Siria	0		0	0	0	2269	2,63	70	174	3107	2,2	0	337	310	1,48	0	0
Túnez	89		1,8	11	16	1171	1,36	23	52	2867	2,03	84	84	193	0,92	4	2
Turquía	499		10,12	276	61	12887	14,94	188	2373	34680	24,52	39	1426	1244	5,96	0	10
<b>TOTALES</b>	<b>4932</b>		<b>100</b>	<b>276</b>	<b>61</b>	<b>86259</b>	<b>100</b>	<b>188</b>	<b>2373</b>	<b>141447</b>	<b>100</b>	<b>39</b>	<b>1426</b>	<b>20888</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

Fuente: FAO

Tabla 2.3. Balance de materias primas , año 1998

### **2.2.2. Zonas de producción y características**

Los veinte países incluidos en el ámbito de este estudio y que conforman el litoral mediterráneo son los siguientes:

Albania	Egipto	Israel	Marruecos
Argelia	Eslovenia	Italia	Mónaco
Bosnia-Herzegovina	España	Líbano	Siria
Chipre	Francia	Libia	Túnez
Croacia	Grecia	Malta	Turquía

A continuación se pasa a detallar para cada uno de estos veinte países las características de la producción primaria, de la industria agroalimentaria en general y de la industria conservera en particular.

#### **2.2.2.1. Albania**

El 60% de la población se dedica a la agricultura, denotando la importancia del sector. Los principales cultivos son: cítricos, uvas, aceitunas, patatas, remolacha azucarera, maíz y vegetales en general. Es frecuente el uso como materia prima de excedentes del mercado en fresco, prácticamente no existen cultivos destinados a este tipo de industria.

Las industrias de elaboración de fruta y vegetales en conserva, así como las que elaboran conservas de pescado y moluscos, están esparcidas por todo su territorio, aunque su producción global no es abundante.

Las principales zonas de producción de frutas y vegetales en conserva son: Vlora, Fier, Shijak, Elbasan y Shkoder.

En cuanto a pescados y moluscos en conserva, destacar que las industrias dedicadas a esta actividad están equipadas con maquinaria bastante antigua proveniente en gran parte de Países del Este. Esto influirá enormemente a la hora de considerar la generación de residuos por parte de estas empresas. Las principales zonas de producción de estos tipos de conserva son: Vlora, Durres, Lezha, Saranda y Korca.

La elaboración del resto de las familias descritas es poco importante, existiendo el mismo problema del equipamiento con maquinaria antigua de la mayoría de las industrias conserveras. A destacar también que Albania ha sido hasta ahora un importante exportador de productos en conserva a los Países del Este.

#### **2.2.2.2. Argelia**

Los cultivos principales de este país a partir de los cuales se obtienen conservas son cítricos, aceitunas, dátiles y vegetales en general. De los dátiles, destacar su alta proporción destinada a exportación, aunque no podemos considerarlos conservas en el sentido estricto que hemos definido.

Se acusa un aumento de producción de triturados y zumos de tomate en este país, por lo que últimamente se está incrementando la siembra y recolección de esta hortaliza.

La industria conservera dedicada a los productos de la pesca argelina está subdesarrollada a pesar del gran territorio marítimo que controla este país. Se realizaron en este sentido alianzas con industrias de países como Mauritania o Senegal para explotar sus ricas aguas. También se están intentando modernizar los puertos con la finalidad de aumentar su eficiencia, aunque los resultados no han sido del todo satisfactorios.

#### **2.2.2.3. Bosnia-Herzegovina**

Se considera que la industria alimentaria es el sector más importante del país. Después de la guerra este sector ha sido el que más se ha desarrollado y se cree que abarca en estos momentos el 65% de las necesidades internas.

Según datos de 1999, actualmente en este país se encuentran en funcionamiento 58 industrias alimentarias dedicadas a la conservación de los alimentos. Estas industrias se concentran sobre todo en las zonas de grandes ciudades como Sarajevo, Mostar, Tuzla o Zenica.

#### **2.2.2.4. Chipre**

Casi el 47% de la superficie de Chipre está cultivada y la agricultura y ganadería proporcionan la subsistencia de la mayoría de la población. No obstante, a pesar de la inversión en el campo, la producción agrícola es insuficiente para abastecer la demanda interior, por lo que los productos alimenticios se encuentran entre las principales importaciones.

Los principales cultivo son patatas, uvas, cítricos, cebada, trigo, algarrobas y aceitunas. Es importante la cría de ganado, principalmente ovino y caprino, aunque también se crían cerdos, ganados vacuno y otros. Los productos lácteos como el queso y el yogur proceden de la leche de oveja y cabra. La pesca, por lo demás, no es una fuente de riqueza significativa

Este país, a pesar de sus pequeñas dimensiones, también tiene una estructura industrial dedicada a los alimentos en conserva. La producción se destina casi exclusivamente a consumo interno, la exportación de estos productos es por lo tanto escasa.

Se denota una bajada de la producción de conservas a partir del año 1995. En este año se produjeron unas 9,5 t mientras que en 1998 el total bajó hasta aproximadamente la mitad (4,7 t)

#### **2.2.2.5. Croacia**

La pacificación de la zona de la antigua Yugoslavia en 1995 supuso un gran avance y permitió la afluencia de capital extranjero, la recuperación del consumo y el incremento de la producción industrial.

En cuanto a cultivos, decir que en Croacia el peso de la agricultura es escaso, y en los últimos años esta situación se ha hecho más marcada. Los principales cultivos son el trigo, el maíz, la remolacha azucarera, la cebada y el girasol.

La pesca es una actividad muy importante, con unas capturas en torno a las 20000 t anuales (ver tabla de balance de materias primas); se está desarrollando asimismo la producción pesquera en viveros.

La industria, junto con la minería, aporta actualmente un 20% del PIB, aunque la industria alimentaria no se encuentra entre los sectores destacados: Croacia es un claro importador de productos alimentarios manufacturados. El 80% de la industria está concentrada en la región central de Zagreb-Sisak-Karlovak.

#### **2.2.2.6. Egipto**

La industria agroalimentaria de Egipto es un sector en alza, ya que se están realizando verdaderos esfuerzos para poder reducir los excedentes presentes en los mercados de producto fresco.

Los principales productos que se elaboran en conserva en este país son: frutas, zumos y concentrados de fruta, vegetales (sobre todo legumbres y derivados del tomate), pescado en conserva y semiconservas de arenque (ahumados)

Una amplia gama de fruta se procesa como zumo, concentrados, mermeladas, confituras y almíbar. Su producción es estacional como en otros países de la Región Mediterránea. Las hortalizas y otros vegetales siguen el mismo patrón de producción.

Las industrias de procesado de alimentos de Egipto se sitúan sobretodo en la zona de El Cairo, Sharkia y Guiza y su volumen de producción es pequeño/medio.

Actualmente se está dando un aumento paulatino de la producción de la industria alimentaria egipcia, facilitado por una capacidad productiva que hasta ahora no era aprovechada en su totalidad.

#### **2.2.2.7. Eslovenia**

Es un país predominantemente dedicado a la agricultura, con baja estructura industrial. La producción láctea y la cría de ganado dominan el sector agropecuario. Los principales cultivos son maíz, patatas y trigo.

La industria en Eslovenia constituye el 38,89% del PIB. Las principales industrias de la República son la electrónica, maquinaria eléctrica, metalúrgica y vehículos de motor, por lo que la industria alimentaria no es de los principales sectores en este país.

En cuanto a conservas, el principal producto de esta categoría son los zumos de fruta y vegetales, mientras que en segundo lugar se encuentran los procesados de carnes.

#### **2.2.2.8. España**

España es uno de los mayores productores de conservas de la Región Mediterránea junto con países como Francia, Italia, Marruecos o Turquía.

Tradicionalmente España ha sido un país agrícola y aún es uno de los mayores productores de Europa occidental. Los principales cultivos son trigo, cebada, remolacha azucarera, maíz, patatas (papas), centeno, avena, arroz, tomates y cebollas. El país tiene también extensos viñedos y huertos de cítricos y olivos.

La industria conservera española comprende desde pequeñas empresas artesanales hasta grandes multinacionales de la alimentación con gran capacidad productiva y de desarrollo. Su potencial está en dos sectores: productos de la pesca y vegetales y frutas. Estas industrias se sitúan sobretodo en zonas como Murcia, Navarra, Galicia o Cataluña.

La industria pesquera es importante para la economía española. Las capturas están formadas principalmente por atún, calamares, pulpo, merluza, sardinas, anchoas, caballa, pescadilla y

mejillones. La industria conservera dedicada a este sector se ha visto afectada por la disminución progresiva de las capturas en los últimos años. Esto se ha tenido que compensar con un aumento de las importaciones de la materia prima. A pesar de esto, se espera que la producción de estos productos sigan aumentando como hasta ahora.

#### **2.2.2.9. Francia**

Fue en Francia donde la conservación de los alimentos mediante el calor y en recipientes cerrados se empezó a estudiar en el siglo XVIII, se considera que Nicolás Appert fue el primero en utilizar e investigar este método.

El 35,4% de la superficie total del país es cultivable y el 5% de la población activa trabaja en la agricultura, la silvicultura o la pesca.

Las principales cosechas son de cereales, trigo, remolacha azucarera, maíz, cebada y patatas. Otros productos importantes son el centeno, la avena, el nabo, la alcachofa, el lino, el cáñamo y el tabaco. El cultivo de fruta, con una producción de 11 millones de toneladas en 1998, destaca en la economía del campo francés y se cosechan importantes cantidades de manzana, peras, ciruelas, melocotones, albaricoques, cerezas, aceitunas, cítricos y frutos secos.

La flota pesquera francesa es importante y permite grandes capturas, principalmente de ostras y mariscos. Los pescados comerciales más importantes son el bacalao, la pescadilla y el atún.

Francia puede ser considerada como el principal productor de alimentos en conserva de la Región Mediterránea. Es un país con gran tradición de industria conservera y que posee una gran variedad de productos. Muchas de las técnicas de elaboración de conservas utilizadas en otros países son originarias de Francia, adaptándolas a las características de los productos de cada zona.

Existe un claro predominio de las conservas cárnicas, de variedad infinita en cuanto a materias primas y métodos de elaboración utilizados. Son productos de gran aceptación en este país y que también han traspasado fronteras (el ejemplo más claro que se nos puede ocurrir es el de los patés)

#### **2.2.2.10. Grecia**

Grecia es un mercado con importantes contrastes. Al ser miembro de la Unión Europea, el comercio no está sometido a trabas, pero su posición geográfica y otros factores, hacen que la forma de operar de sectores como la industria agroalimentaria se sitúe a medio camino entre la

de un país del sur de la UE como Italia o España y uno de la orilla sur del Mediterráneo u Oriente Próximo.

La agricultura constituye una porción importante del PIB, pero su productividad es inferior a la que cabría esperar de este sector de la economía. En este aspecto influyen enormemente la sequía y la erosión del suelo. Los cultivos más importantes son tabaco, trigo, fruta (sobre todo naranjas y uvas), hortalizas, maíz, oleaginosas, patatas y algodón.

La pesca es limitada, las esponjas son el principal producto marino destinado a la exportación y la industria conservera de productos de la pesca es escasa.

La industria alimentaria no constituye una porción importante del sector de la manufacturación. Las industrias conserveras no están, por tanto, muy presentes. La mayoría de la industria se concentra en la zona de Atenas.

#### **2.2.2.11. Israel**

La agricultura ha tenido tradicionalmente una gran importancia en la economía de Israel, aunque actualmente el sector primario representa sólo el 2'6% del PIB, y se exporta el 20% de la producción agrícola. Los principales productos son cítricos, seguidos por hortalizas, frutas y semillas.

La agricultura cubre aproximadamente tres cuartas partes de las necesidades del país, y algunos productos, sobre todo los cítricos y los huevos, se exportan. Se produce sobre todo fruta (naranjas, manzanas, melones, aguacates y uvas), patatas y trigo.

Las capturas de productos de la pesca no son nada despreciables, destaca que aproximadamente la mitad de las capturas provienen de pescado de agua dulce criado en piscifactorías.

El conjunto del sector industrial supone el 34'1% de la economía, pero la importancia de la industria alimentaria es muy baja. Así como en los sectores de la electrónica, los productos químicos o las telecomunicaciones gozan de un gran desarrollo, en la industria alimentaria la situación es inversa. Israel será, por tanto, un importador neto de productos alimentarios manufacturados, entre ellos las conservas.

#### **2.2.2.12. Italia**

Italia se encuentra entre los primeros productores mundiales de aceituna y aceite de oliva. Los demás productos agrícolas importantes son hortalizas, remolacha azucarera, maíz, trigo, patatas y arroz. En menor cantidad se produce cebada, centeno, alcachofas, guindillas y sandías. Entre los productos de huerta los más importantes son las aceitunas, las manzanas, las naranjas, los higos, los dátiles y las nueces.

En cuanto a la industria pesquera, entre las especies capturadas destacan los mejillones y otros moluscos, camarones, gambas, sardinas, truchas, salmonetes, calamares y boquerones. En este país la elaboración de conservas se practica para la mayoría de las familias descritas en este trabajo. La estructura de su industria conservera comprende desde pequeñas empresas artesanales hasta grandes industrias de la alimentación.

Son típicas las alianzas y acuerdos entre diferentes empresas, son muchas las industrias dedicadas a producción de conservas de carne, pescado o vegetales que se acogen a esta modalidad empresarial.

Las industrias conserveras se sitúan sobretodo en zonas como Lombardía, Emiliar, Sicilia o Campania, entre otras. Las zonas del sur son las que tienen más tradición conservera, destacando como en el caso de Francia las conservas cárnicas.

#### **2.2.2.13. Líbano**

La llanura costera se encuentra cultivada intensamente y produce tabaco y productos hortofrutícolas, entre los que destacan las naranjas, plátanos, uvas, higos y melones. En el valle de Bekaa, parcialmente irrigado, se cultivan cereales y verduras. Las áreas más frescas producen manzanas, cerezas, ciruelas, patatas, trigo y cebada.

Líbano no destaca como zona de producción de conservas, ya que es un país muy poco industrializado que basa su economía en la agricultura y la ganadería, la poca industria agroalimentaria es predominantemente pequeña, familiar y artesanal. Existe una estructura para la llamada industria “ligera”, pero los productos más importantes son seda, textiles de algodón, calzado, fósforos y jabón, no destaca la industria alimentaria.

Se sabe que Líbano exportaba gran parte de su producción de conservas (del 50 al 70%), pero últimamente la fracción exportada ha bajado mucho a causa de la competitividad con otras zonas productoras como Arabia Saudí, Emiratos Árabes o Siria.

#### **2.2.2.14. Libia**

La zona más importante en cuanto a agricultura es Tripolitania, pero las provincias del este se están revitalizando en este sector. En general, existen dificultades de producción derivadas de la escasez de agua y se depende en gran medida de las lluvias. Destacan cereales, fruta, hortalizas y oleaginosas.

Libia es considerado un país autosuficiente en cuanto a productos alimentarios. La mayor parte de la producción agrícola va a consumo doméstico, ya que la industria alimentaria es escasa.

En las aguas costeras de Libia se capturan pequeñas cantidades de atún y de sardinas y en el litoral se recogen esponjas. La industria de productos de la pesca también es poco importante, el consumo es principalmente en fresco y alguna semiconserva de carácter artesanal (pescado seco/salazonado)

#### **2.2.2.15. Malta**

La agricultura desempeña un importante papel en la economía de Malta.

Como en el caso de Chipre, Malta es un país pequeño en cuanto a superficie y población, por lo que su influencia en la industria conservera va a ser baja. El sector de la industria de alimentos y bebidas ocupa al 16% de la población activa.

Las industrias alimentarias existentes son pequeñas y con pocos trabajadores, lo que implica un bajo nivel tecnológico por dificultades de modernización.

De las pocas industrias conserveras existentes, destacan las dedicadas a los productos de la pesca. A pesar de esto, este sector se enfrenta a un grave problema, ya que las aguas marítimas de este país se encuentran muy contaminadas a causa del impacto de diferentes industrias, con el consecuente impacto negativo sobre la calidad del pescado y otros productos.

#### **2.2.2.16. Marruecos**

Los principales cultivos de Marruecos son cereales, patatas, uvas, caña de azúcar y remolacha azucarera. También se cultivan otras frutas y verduras.

La industria alimentaria se concentra sobre todo en la zona de Casablanca. Se trata en su mayoría de pequeñas / medianas empresas

Es evidente la importancia de la industria conservera de productos de la pesca en Marruecos, soportada por las enormes capturas en sus aguas atlánticas. Las especies más abundantes en sus aguas son sardina, atún, caballa, anchoa y marisco. Constituye el principal tipo de industria alimentaria del país.

Destacan también las industrias conserveras dedicadas a frutas y vegetales, así como las empresas de derivados cárnicos.

#### **2.2.2.17. Mónaco**

La economía de Mónaco depende en gran medida de las industrias de servicios, en particular del turismo y de los sectores bancario y financiero.

En la industria no destaca el sector alimentario, la fabricación de productos farmacéuticos y químicos, equipamiento electrónico, cosméticos, papel, textiles y ropa son la base de la economía industrial de este pequeño país.

#### **2.2.2.18. Siria**

A pesar de las desventajas climáticas, Siria tiene una amplia variedad de cultivos, algunos en suficiente cantidad como para ser exportados. Los principales son los cereales, el algodón, el tabaco, las uvas, las aceitunas, los cítricos y las verduras.

Los textiles constituyen la única gran industria manufacturera, aunque sectores como el de los alimentos transformados se encuentran en pleno crecimiento.

Muchas de las empresas procesadoras de alimentos en conserva son de propiedad pública, aunque el sector privado está emergiendo cada vez con más fuerza. La mayoría de las exportaciones de productos alimentarios van a parar a Jordania y Líbano.

Los vegetales y frutas no se procesan en demasía, se consumen en su mayoría frescos. Por otro lado, Siria es una gran productora de cítricos, de forma que parte de su producción va a parar a la elaboración de zumos. Existen seis industrias en Siria dedicadas a esta actividad.

#### **2.2.2.19. Túnez**

El sector primario representa en este país aproximadamente un 15% del PIB, por lo que su peso específico en la economía del país es importante. Los índices de cosechas anuales fluctúan como consecuencia de las frecuentes sequías y la falta de recursos de regadío extensivo. Los principales cultivos son cereales, fruta, hortalizas y oleaginosas. La zona más productiva se encuentra en las fértiles llanuras del norte, en la península del cabo Bon, el cultivo de naranjas es particularmente importante; en las semiáridas regiones del centro se cultivan sobre todo aceitunas, y en los oasis de la región del Sahara, dátiles. Túnez es uno de los mayores productores y exportadores de aceite de oliva.

La captura de productos de la pesca destaca por la recogida de sardinas, jureles, atún y varias especies de pescado blanco. El sector pesquero se orienta cada vez más hacia el desarrollo de la industria transformadora como las conservas, las industrias de este tipo se concentran sobretodo en la zona de Sfax.

#### **2.2.2.20. Turquía**

La diversidad climatológica en Turquía permite un cultivo especializado, como es el caso del té. Destacan el trigo, la cebada, el maíz, la remolacha azucarera, los tomates, melones, uvas, manzanas, cebollas, berenjenas, nueces, coles, patatas, centeno, avena, algodón, tabaco, aceitunas y cítricos.

Las capturas de pescado son importantes y el boquerón ocupa más de la mitad de estas. Las aguas de captura son del Mediterráneo, pero también del Egeo y Mar Negro. Otras especies importantes son caballas, sardinas, salmonetes y carpas.

La industria de procesado de alimentos en Turquía se caracteriza por un crecimiento sostenido y una alta diversificación de la producción. Este desarrollo es posible por el aumento de la competitividad y de las inversiones extranjeras en el país. Igual que en otros países, el cambio en los hábitos alimenticios de su población ha hecho necesaria la presencia de productos como las conservas, productos fáciles y rápidos de preparar.

La estructura de la industria conservera turca comprende desde pequeñas empresas unipersonales (artesanos podríamos decir) hasta grandes multinacionales de la alimentación con gran capacidad productiva y de desarrollo.

El tipo de industria conservera más importante en este país es el dedicado a los productos de la pesca, crustáceos y moluscos son los más producidos en estas empresas. Los productos de la pesca en conserva constituyen la porción más importante de exportación del sector pesquero de Turquía.

Otro sector importante en cuanto a conservación de sus productos es el de frutas y vegetales.

Gracias a sus características de clima y suelo, Turquía destaca por procesar productos con muchísimas variedades de fruta y vegetales que se recolectan en este país. Esto deriva también en una estructura de industria conservera de estos productos muy presente en todo su territorio, con una operatividad de gran eficacia.

Uno de los productos en conserva más producido es el tomate triturado. La mayoría de las plantas dedicadas a este producto se encuentran en las zonas de Bursa y Marmara. La mayoría de estas industrias también se dedican a otros productos como otros vegetales y frutas, platos preparados o mermeladas y confituras. Con esto se consigue aprovechar la estacionalidad de las cosechas.

CAPÍTULO III

**PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CONSERVAS Y ASPECTOS AMBIENTALES**

El siguiente capítulo describe los diferentes procesos productivos del conjunto de la industria conservera, indicando las tecnologías aplicadas así como los aspectos e impactos ambientales derivadas de estas.

La elaboración de conservas a partir de vegetales, pescados y carnes tienen operaciones principales comunes (por ejemplo el tratamiento térmico para su conservación) y operaciones principales características del tipo de materia prima procesada (eviscerado, pelado, picado) Además, estos tres tipos de industrias tienen en común operaciones auxiliares que dan servicio a las instalaciones y equipos del proceso principal (producción de vapor)

Con el fin de evitar repeticiones que no aportarían nada al estudio se ha optado por estructurar el capítulo de acuerdo al esquema siguiente:

<b>APARTADOS</b>	Proceso	Operaciones unitarias	Aspectos impactos ambientales
3.1 Operaciones unitarias generales	✓	✓	
3.2 Procesado de conservas de pescado	✓	✓	✓
3.3 Procesado de conservas de frutas y hortalizas	✓	✓	
3.4 Procesado de conservas de productos cárnicos y platos preparados	✓	✓	
3.5 Operaciones auxiliares generales		✓	

El contenido de los distintos apartados posibles para cada ámbito descrito es el siguiente:

- **Proceso:** Descripción del proceso de elaboración. Incluye esquema del proceso. Concretamente en el apartado 3.2, 3.3 y 3.4 se detallan los procesos de elaboración para la totalidad de familias descritas en el capítulo 2.

- **Operaciones unitarias:** Para cada una de las principales operaciones unitarias que constituyen los procesos se detallan las tecnologías utilizadas, así como los aspectos ambientales.
- **Aspectos e impactos ambientales del proceso:** A partir del análisis de los principales aspectos ambientales posibles, se cuantifican para distintos procesos. En base a los aspectos cuantificados se valoran sus posibles impactos.

### **3.1. Operaciones unitarias generales**

Los procesos de producción en la industria alimentaria normalmente consisten en las siguientes fases: lavado de la materia prima, eliminación de la parte no comestible, preparación del producto alimenticio y envasado.

Dichas fases de proceso pueden ser aplicadas a cualquier industria conservera y lo que las hace características, respecto al resto de las industrias alimenticias, es el tratamiento térmico, esterilización o pasteurización aplicado tras el envasado, cuya finalidad es la destrucción microbiana.

La elaboración de conservas parte de la materia prima: frutas, verduras, pescado o carne, la cual es acondicionada aplicándose diferentes tratamientos como el lavado, pelado o cortado. Una vez preparado el producto es envasado en envases metálicos o de vidrio a los que se les añade en la mayoría de los casos un líquido de gobierno que optimiza y protege al alimento del tratamiento posterior.

Debido a que los períodos de cosecha, en el caso de verduras y frutas, y las estacionalidades de los productos pesqueros son cortos, muchas fábricas están preparadas para elaborar más de un producto. Ello da lugar a grandes diferencias en las cantidades de residuos que se generan a lo largo del año, dificultando su tratamiento.

Las características básicas de una industria de elaboración de conservas son:

- Actividad simple e independiente de la cadena de frío. Al perder la dependencia de la cadena de frío mediante la conservación, conseguimos aumentar la vida útil del producto y se disminuyen costes.
- Eficiencia elevada desde un punto de vista energético.
- Ayudan a superar las limitaciones de la producción estacional.
- Reducen las pérdidas de producto por no disponer de medios para conservarlas adecuadamente.

### 3.1.1. Proceso general de la industria conservera

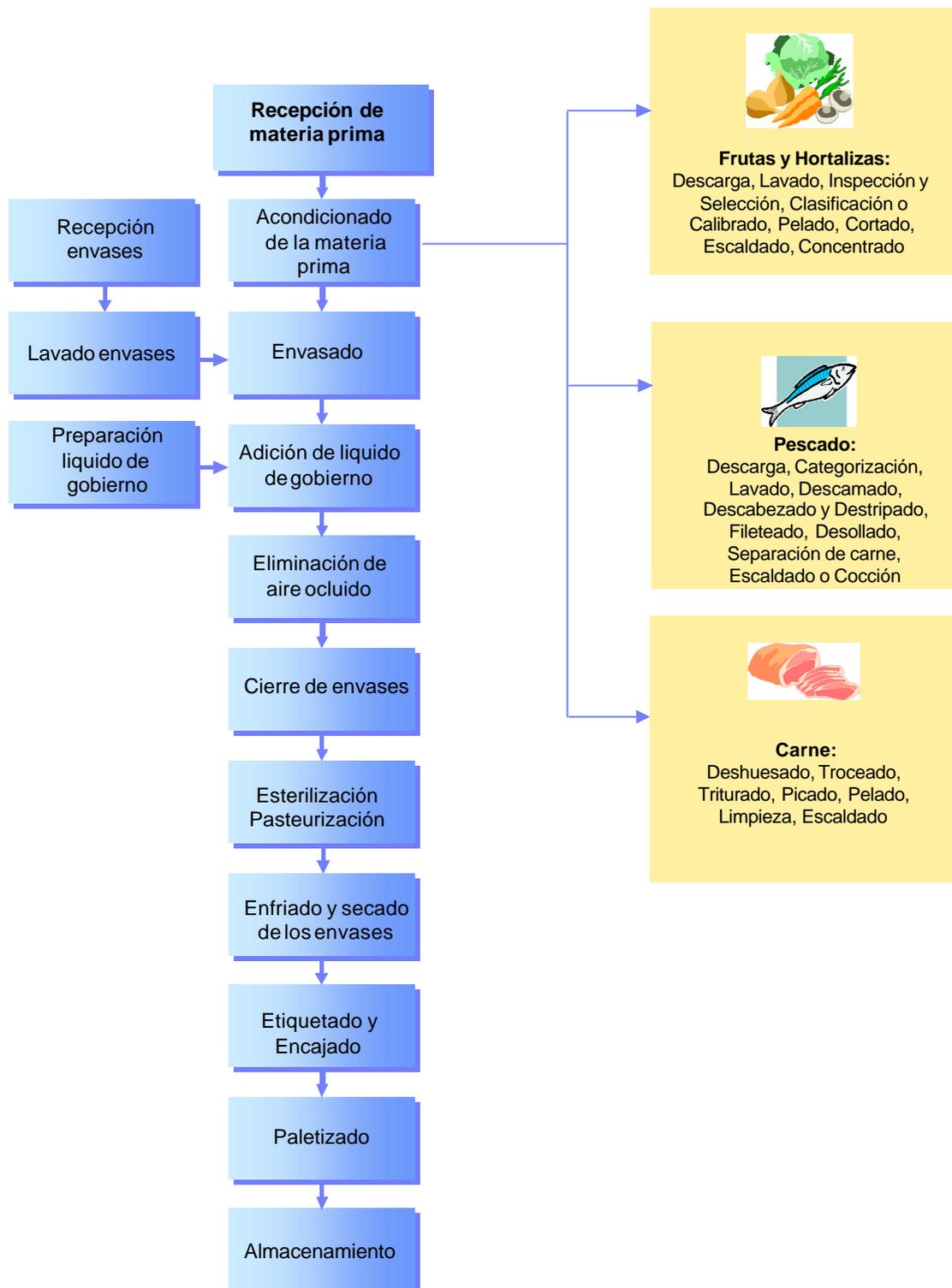


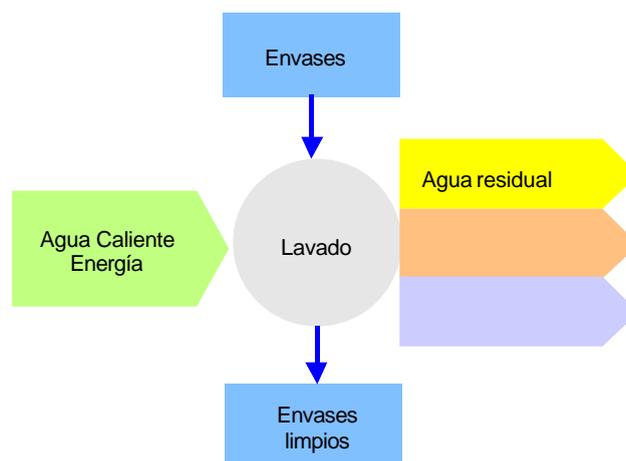
Figura 3.1. Proceso de la industria conservera

### 3.1.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales

#### 3.1.2.1. Lavado de envases

Previamente, antes de proceder al llenado de los envases, a pesar de que son suministrados normalmente limpios, es a menudo necesario lavarlos antes de su utilización. Para que el lavado sea efectivo debe hacerse mediante rociados de agua caliente con el envase invertido, ya que un chorro de vapor es insuficiente para un lavado correcto.

Es importante que el envase quede limpio ya que juega un papel fundamental ya que acompaña al producto durante toda la vida comercial de este, contribuyendo de forma significativa.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Envases	1 000 kg	Envases	1 000 kg
Agua	0,1-0,5 m3	Agua residual	0,1-0,5 m3
Energía	30-50 kw/h		

Tabla 3.1. Balance de materia y energía en el lavado de envases

### **3.1.2.2. Preparación líquido de gobierno**

La mayoría de los productos envasados se rellenan con soluciones calientes de jarabes azucarados, salmueras (sal con un poco de azúcar) o salsas, que deben estar a la temperatura más alta posible en el momento de incorporación al envase. Esto contribuye a optimizar el proceso de esterilización, porque el envase parte de una temperatura inicial alta, y al mismo tiempo ayuda a eliminar el aire del espacio de cabeza del envase.

En el caso de hortalizas se emplea una solución de salmuera del 2% que contiene un poco de azúcar para intensificar el sabor

La mayoría de las frutas excepto la manzana, se envasan en almíbar. Esto endulza el fruto al mismo tiempo ayuda a mantener la textura firme y a prevenir la pérdida de color que podría tener lugar por la degradación de los pigmentos antociánicos.

Este proceso genera únicamente aguas residuales de limpieza.

### **3.1.2.3. Llenado de envases y eliminación aire ocluido**

Una vez lavados los envases se procede al llenado que se realiza de manera uniforme con la cantidad de producto apropiada, para conseguir expulsar los gases indeseables, en especial el oxígeno. Es en este punto donde se adiciona el líquido de cobertura que según el tipo de conserva podrá tratarse de una salmuera, una salsa, un jugo o un jarabe.

Existen en el mercado diferentes equipos de llenado, desde los semiautomáticos o los automáticos totalmente, sin embargo, para productos como espárragos, es necesario el llenado a mano.

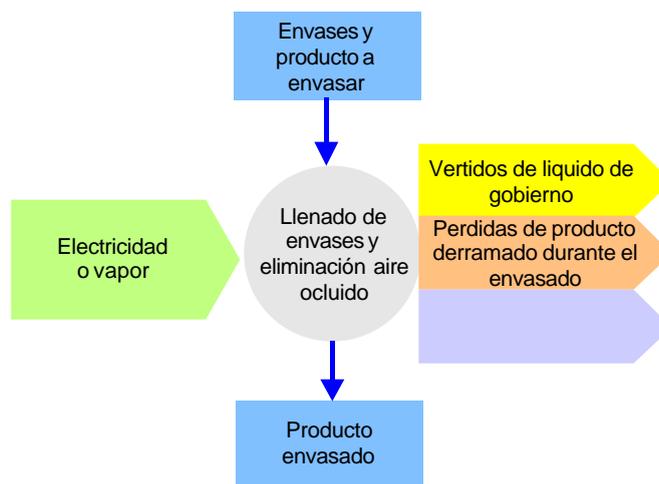
Normalmente se emplean llenadoras sólido/líquido para productos constituidos por pequeños trozos, tales como judías verdes, habas que llevan un líquido de cobertura. Los envases son introducidos en la máquina sobre una pequeña cinta transportadora y transferidos directamente por medio de un alimentador sincronizado hacia la cabeza llenadora de sólidos. El envase, mientras se mueve, recibe la cantidad prefijada de producto pasando luego a la cabeza llenadora de líquido yendo colocados los envases sobre plataformas elevadoras hasta los lugares de llenado. Aquí se llenan por gravedad dejando un espacio de cabeza predeterminado.

Las llenadoras de pistón o émbolo constan de un tanque cilíndrico con cilindros externos de medida en los que el producto es drenado a medida que el tanque gira.

Una vez llenos los envases y sin haber sido cerrados se realiza un precalentamiento de estos con el fin de eliminar el aire ocluido en el interior de los envases, obtener un vacío parcial que evite alteraciones durante el almacenamiento y reducir el tiempo de esterilización, a la vez que se disminuye la presión interior que soporta el envase durante el período de esterilización.

En el caso de algunos alimentos ácidos, como la fruta enlatada, se produce hidrógeno en la lata por el ataque de ácidos a la base de acero de la hojalata. Una vez que se ha producido suficiente hidrógeno, el envase puede reventar a no ser que se haya dejado el vacío suficiente.

Otra posibilidad es realizar el llenado con el producto o el líquido de gobierno en caliente, caso que se aplica sobretodo a envases de formato pequeño. En este caso durante el cierre será necesario la aplicación de chorros de vapor.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Producto	1000 Kg	Producto envasado	1145-1190 Kg
Líquido de gobierno	100-750 Kg	Vertidos líquido de gobierno	0-25 Kg
Envases	100-250 Kg	Pérdidas producto envasado	10-30 Kg
Vapor	0-25 Kg		

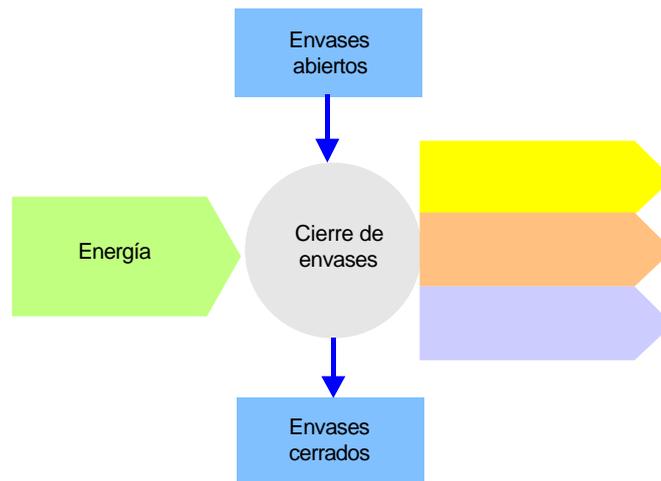
Tabla 3.2. Balance de materia y energía en el llenado de envases

### 3.1.2.4. Cierre de envases

El cerrado de los envases es un punto esencial del proceso de enlatado, ya que un incorrecto cerrado daría lugar a una recontaminación del alimento una vez esterilizado.

Existen varias alternativas de cerrado en función del tipo de envase. Así en el caso de envases de cristal, se cierran normalmente al vacío, y en el caso de las latas éstas pueden cerrarse mediante la formación de una doble costura del mismo tipo que la usada sobre el otro extremo de la lata, pudiéndose realizar al vacío.

El cerrado puede realizarse tanto con aparatos manuales como con máquinas muy modernas y eficientes con velocidades de cerrado de mil o más botes por minuto.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Producto envasado abierto	1 000 Kg	Producto envasado cerrado	1 000 kg
Energía	5-6 kw/h		

Tabla 3.3. Balance de materia y energía en el cerrado de envases

### **3.1.2.5. Esterilización**

El tratamiento térmico es la operación más importante del proceso de fabricación de los productos en conserva. En esta operación el alimento es calentado a una temperatura suficientemente elevada y durante un tiempo suficientemente largo, como para destruir la actividad microbiana y enzimática en el alimento, permitiendo alargar la vida útil del producto.

Fue Nicolás Appert quién ensayo por primera vez el proceso de esterilización en 1809, consiguiendo la elaboración de conservas estables envasadas en tarros de vidrio sellados. Desde entonces, el sistema ha ido evolucionando diseñándose equipos con más eficaces y que permitan aplicar un tratamiento lo más homogéneo y adecuado posible.

Hoy en día se clasifican los diferentes mecanismos de esterilización en dos sistemas: por cargas y en continuo. La diferencia entre ellos radica en que en el primer sistema se trabaja con autoclaves con un sistema en discontinuo que dificulta la automatización de la línea de producción, y en el segundo con esterilizadores en continuo en el que el producto se hace circular por diferentes zonas a diferentes temperaturas, que se mantendrán constantes durante todo el tiempo en que el esterilizador esté en marcha. Este segundo sistema supone:

- Un ahorro energético
- Un tratamiento uniforme del producto

La desventaja del primer sistema, por cargas, se puede soslayar montando varios autoclaves en paralelo y un sistema mecanizado de alimentación, el cual se encarga de colocar los envases en las cestas, transportarlas hasta el autoclave que esté dispuesto para comenzar la operación, introducir las en él, y una vez transcurrido el tiempo de proceso, sacarlas del autoclave y desencestarlas.

Los criterios de selección del sistema a utilizar según producto y producción de la industria son los siguientes:

### **3.1.2.6. Sistema por cargas**

**Por cargas:** Cuando la fábrica produce un número considerable de alimentos distintos, en envases diferentes y de tamaños variados, ya que presentan la flexibilidad suficiente para responder de forma eficiente a las variaciones de tiempos y temperaturas de proceso que exige ese tipo de producción.

### 1. Calentamiento por vapor de agua saturado

**Principio:** El producto es esterilizado dentro de autoclaves utilizando como fluido calefactor el vapor de agua saturado, libre de aire.

Este tipo de autoclave de sección circular dispuesto bien en posición vertical u horizontal, es ampliamente empleado en la industria conservera.

Existe la posibilidad de realizar el enfriamiento de los envases bien en el interior o en el exterior de los autoclaves. Si se realiza en el interior del autoclave al iniciarse el enfriamiento la presión del recinto se reduce bruscamente mientras que la presión del interior del envase se mantiene elevada debida al tratamiento térmico. Dicha diferencia de presión exige que los envases presenten una resistencia mecánica elevada, cosa que únicamente cumplen los envases de hojalata

### 2. Calentamiento por mezcla de vapor de agua - aire

**Principio:** Se basa en el mismo principio que el sistema de calentamiento por vapor de agua saturado excepto en que los equipos disponen de sistemas de inyección de aire comprimido, variante que permite mantener durante todo el proceso la presión del recinto superior a la del interior del envase.

En estas condiciones es posible la esterilización de los productos en cualquier tipo de envase, sin que su resistencia mecánica sea un factor limitante.

Esquema:

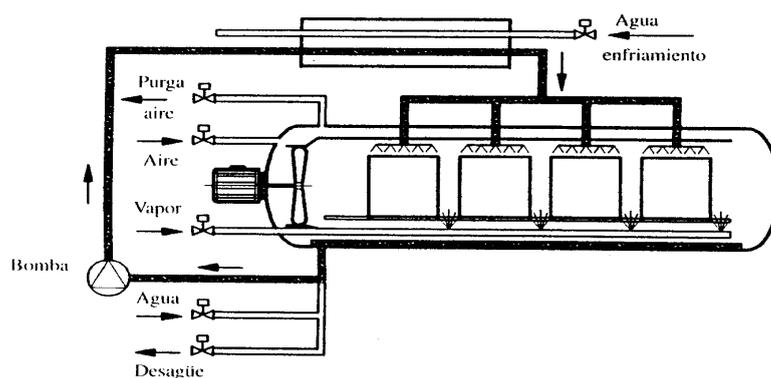


Figura 3.2. Esquema de funcionamiento de un autoclave horizontal, calentado por mezcla vapor – aire.

(Fuente: ver Ref. 78)

### 3. Calentamiento por agua sobrecalentada

**Principio:** El producto es esterilizado a partir de agua sobrecalentada mantenida en el autoclave a una presión superior a la de saturación del vapor a la temperatura de trabajo. En este caso el calentamiento del producto se consigue por intercambio de calor sensible cuyo coeficiente de transferencia de calor es mucho menor que en el caso de la condensación del vapor.

El agua irá perdiendo temperatura a medida que recorra la superficie a calentar lo que conllevará a una estratificación por densidad. Es necesario, por tanto, que el agua esté en movimiento en todo momento, y con una velocidad de circulación que siempre sea la misma.

### 4. Calefacción por inmersión

**Principio:** La esterilización se realiza utilizando como medio calefactor la inmersión de los envases en agua sobrecalentada. Para evitar que la estratificación natural del agua por temperaturas dentro del autoclave no permita un tratamiento homogéneo del producto, se aplica agitación al producto o bien se hace recircular el agua.

Esquema:

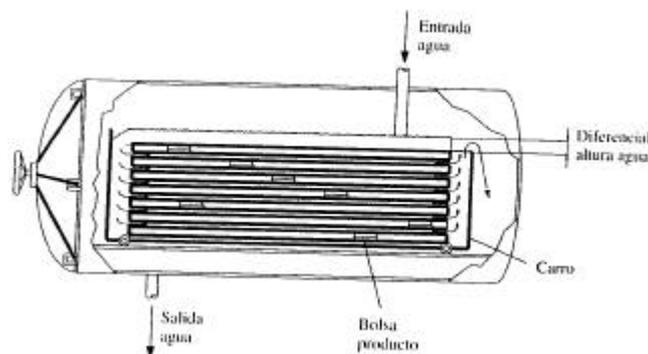


Figura 3.3. Convenience Food Sterilizer (F.M.C. (Fuente: ver Ref. 78)

### 5. Calefacción por lluvia

**Principio:** En este caso el calentamiento se consigue por medio de un gran caudal de agua sobrecalentada que se deja caer sobre las cestas llenas de envases. El volumen total de agua es muy inferior comparado con el utilizado en los otros sistemas anteriores, y se calienta por inyección directa de vapor o por calentamiento indirecto en un cambiador de calor apropiado.

### 3.1.2.7. Sistema en continuo

En continuo: Se aplica en el caso de que se trabaje con grandes series del mismo producto en el mismo envase.

#### 1. Esterilizadores hidrostáticos

**Principio:** Constan de una cámara de vapor parcialmente llena de agua que se mantiene bajo presión gracias a dos columnas hidrostáticas, de 12 a 18 metros de altura, a las que está conectada. En estas condiciones la temperatura de la cámara de vapor es la del vapor saturado a la presión a la que se encuentre, y que se corresponde con el desnivel existente entre la altura del agua en la cámara de vapor y en las dos columnas hidrostáticas.

Debido a que al iniciarse el enfriamiento la presión interior del envase es superior a la del recinto, este sistema de esterilización no es apropiado a productos que se envasen con materiales o con tipos de cierre que no soporten esa presión interna.

Esquema:

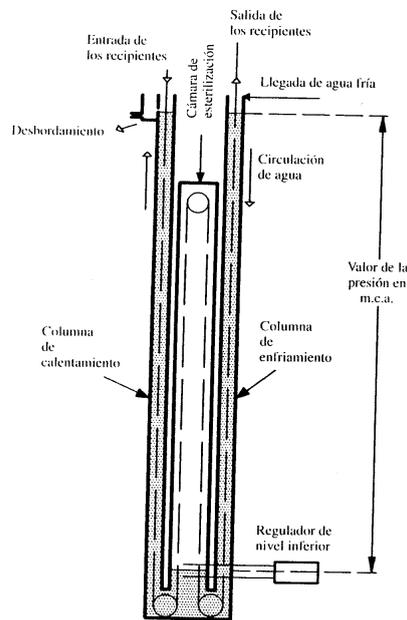


Figura 3.4. Esquema de un esterilizador hidrostático (Fuente: ver Ref. 78)

## 2. Esterilizadores neumohidrostáticos

**Principio:** Este sistema de esterilización surgió para contrarrestar el vacío que dejaba el sistema anterior, que no permitía aplicar la esterilización hidrostática a los envases semirrígidos o deformables.

El principio es el mismo que el anterior con la única variación es la utilización de agua sobrecalentada en vez de vapor de agua.

## 3. Esterilizadores continuos

**Principio:** Compuesto de dos o más carcassas horizontales cilíndricas, colocadas en serie, y en las que se produce el calentamiento y el enfriamiento de forma sucesiva para todos los envases.

En la primera carcassa se produce la esterilización mediante vapor de agua, y en las siguientes se efectúa el enfriamiento a sobrepresión o a presión atmosférica por inmersión parcial en agua. El traspaso de los envases se realiza por medio de una exclusiva que permite el paso de una carcassa a otra.

Esquema:

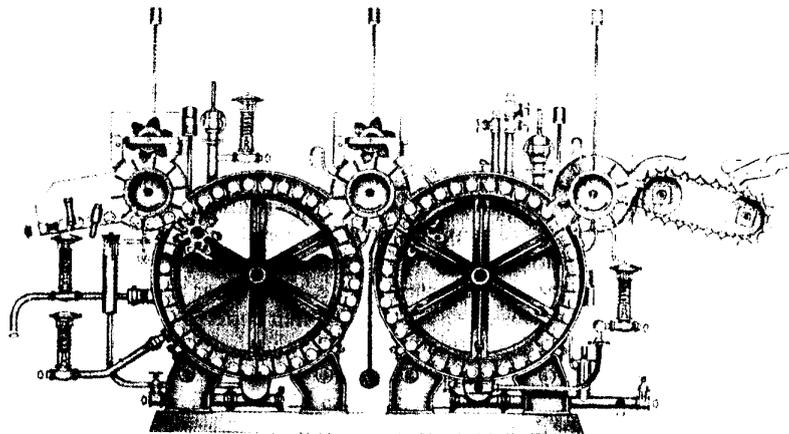
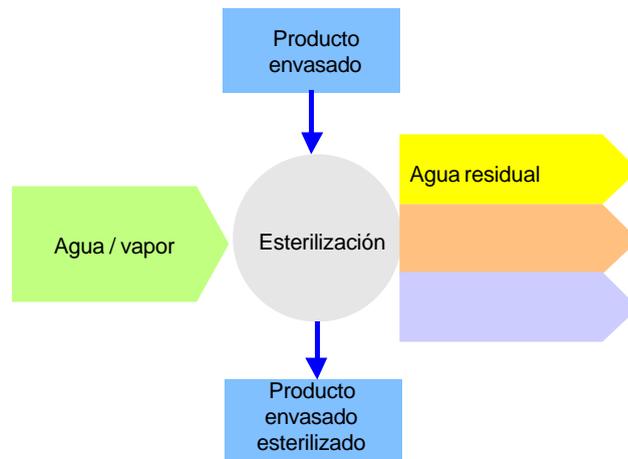


Figura 3.5. Sección del esterilizador Sterilmatic (F.M.C.) (Fuente: ver Ref. 78)

## 4. Esterilizadores por llama directa

**Principio:** Se basa en el principio de que la velocidad de penetración del calor es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre el producto y el medio de calefacción.

Los envases son precalentados con vapor vivo, para posteriormente recibir un calentamiento intenso por contacto con las llamas de unos quemadores de gas a 1.100 °C. y un calentamiento con llama más suave durante el tiempo necesario para esterilizar el producto. El enfriamiento de los envases se realiza posteriormente por medio de duchas de agua fría.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Producto envasado	1 000 kg	Producto envasado esterilizado	1 000 kg
Vapor	300-750 kg		
Agua	3-7 m3	Agua residual	3-7 m3

Tabla 3.4. Balance de materia y energía en el esterilizado

### 3.1.2.8. Pasteurización

Dicho tratamiento corresponde a la aplicación de temperaturas inferiores a la esterilización (inferiores a 100 °C) y con intensidad baja con el objetivo de conseguir una estabilización del producto que respete sus cualidades organolépticas.

En el caso de los zumos de fruta (tipo de conserva que utiliza dicho tratamiento) no es necesario un tratamiento con temperatura superior, caso de la esterilización, ya que en los alimentos ácidos no es posible el crecimiento de bacterias esporuladas.

Existen dos sistemas de pasteurización:

- **Baja temperatura durante un tiempo largo (LTLT: low temperature-long time)** Este sistema puede trabajar por cargas o continuo, para todo tipo de presentación del producto (líquido o sólido, a granel, envasado)
- **Alta temperatura durante un tiempo corto (HTST: high temperature-short time)** En este caso el sistema sólo se aplica a productos líquidos en procesos continuos.

### **3.1.2.9. Sistema LTLT en productos envasados**

En el primer sistema LTLT en el caso de productos envasados, el calentamiento del producto se consigue por inmersión o por pulverización de agua caliente.

#### 1. Inmersión en baño de agua

**Características:** Utilizado para la pasteurización de productos cárnicos, el pasteurizador consta de dos secciones, una de calentamiento y otra de enfriamiento, ambas formadas por recipientes rectangulares llenos de agua a la temperatura adecuada. Dichos recipientes son recorridos por unos transportadores que se encargan de desplazar a los productos por el interior del baño. A la salida del segundo baño, el de enfriamiento, se puede disponer de una sección de enfriamiento por aire que a la vez seque superficialmente el envase.

#### 2. Lluvia de agua

**Características:** Utilizado en el caso de conservas envasadas en tarros de vidrio, consta de un túnel calorifugado, por el interior del cual se desplazarán los envases. Existen diferentes zonas en el interior del pasteurizador: zona precalentamiento, zona de pasteurización y zona de enfriamiento.

Estos equipos constan de sistemas de recuperación del calor, ya que el agua recogida del enfriamiento del producto se recoge y se utiliza para el precalentamiento.

### **3.1.2.10. Sistema HSTT**

El equipo necesario para realizar la pasteurización en el sistema HTST tienen como núcleo central el cambiador de calor, zonas en las que se realiza el intercambio térmico. El calor necesario es suministrado por agua caliente, ya que la temperatura de trabajo no requiere el uso de vapor de agua.

El enfriamiento final del producto también se realiza con agua fría o helada, dependiendo de la temperatura a la que se desea que quede el producto al concluir el proceso.

Los cambiadores de calor presentan dos opciones: flujo en contracorriente y flujo en paralelo. En el primer caso el líquido a pasteurizar y el fluido térmico circulan en sentidos contrarios, y en el segundo caso circulan en el mismo sentido.

En el primer caso el producto se puede calentar hasta una temperatura ligeramente inferior a la de entrada del fluido térmico, mientras que en el segundo caso es imposible conseguir un mayor calentamiento del producto que el que se obtendría si se mezclase físicamente con el fluido calefactor.

Existen diferentes modelos de cambiadores de calor:

### 1. Cambiadores de calor tubulares

**Característica:** La superficie de intercambio está formada por tubos, pudiéndose tratar líquidos de viscosidad baja, media e incluso alta, y dependiendo del diámetro de los tubos, incluso partículas sólidas hasta un cierto tamaño.

Esquema:

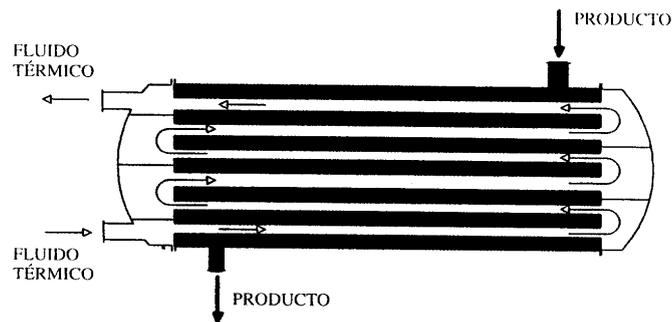


Figura 3.6. Cambiador de calor multitubular de tubos rectilíneos (Fuente: Ver Ref. 78)

### 2. Cambiadores de calor de placas

**Característica:** Equipo compuesto por uno o varios paquetes de placas de acero inoxidable, utilizado para la pasteurización de productos líquidos de baja viscosidad.

Cada par de placas adyacentes forma una canal y los dos fluidos (producto y fluido térmico) circulan por canales alternativos. Por lo tanto cada placa estará en contacto con los dos fluidos, cada uno de ellos por una de sus caras.

Esquema:

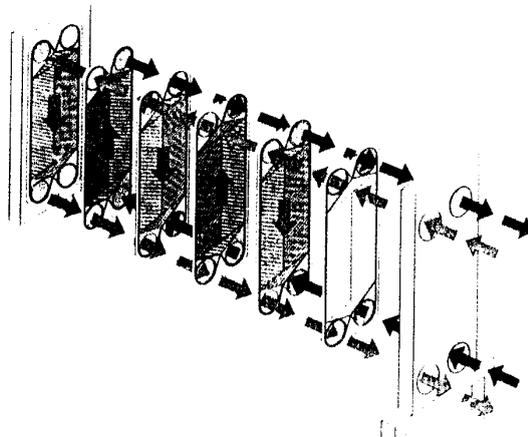
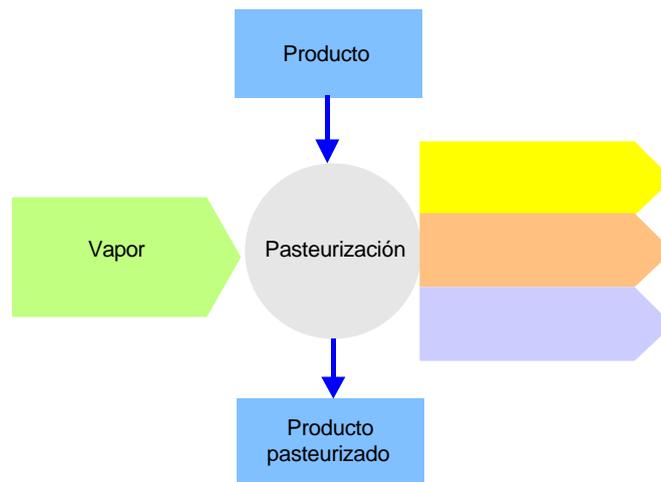


Figura 3.7. Circulación de los fluidos por un cambiador de placas (alfa-Laval)  
(Fuente: ver Ref. 78)



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Producto	1 000 Kg	Producto pasteurizado	1 000 Kg
Vapor	60-150 Kg		

Tabla 3.5. Balance de materia y energía en el pasterizado

### 3.1.2.11. Acondicionamiento final (enfriamiento, etiquetado, encajado, paletizado)

Una vez recibe el tratamiento térmico, el producto es enfriado. El objetivo de dicha operación es evitar los efectos perniciosos de una sobrecocción, ablandamiento excesivo del alimento y cambios negativos en el sabor o color.

Muchos de los sistemas de tratamiento térmico explicados en el apartado anterior, incluyen la fase de enfriamiento del producto dentro del mismo sistema.

El agua utilizada para realizar dicho enfriamiento está clorada y no contaminada microbiológicamente. El envase alcanza los 38-40 °C reteniendo suficiente calor para secarse, ya que un envase mojado es un peligro.

Una vez secos, los envases son etiquetados, encajados, y paletizados.

## **3.2. Procesado de conservas de pescado**

### **3.2.1. Procesos**

#### **3.2.1.1. Túnidos**

Las factorías de procesado reciben el pescado refrigerado o congelado. Los largos tiempos de captura hacen imprescindible que los buques pesqueros dispongan de tanques de refrigeración en salmuera o sistemas de congelación con el fin de preservar al máximo las propiedades del pescado fresco. La operación de descarga y recepción puede realizarse manual o automáticamente.

En el caso del pescado congelado, el proceso se inicia con una fase de descongelación. El atún se introduce en balsas con agua a temperatura ambiente hasta que alcanza la temperatura adecuada. Una vez descongelado el pescado tiene características equivalentes al pescado refrigerado original.

La siguiente operación consiste en la eliminación de la fracción más importante de partes no deseables en el producto final: la cabeza y las vísceras. Existe en el mercado de maquinaria una amplia gama de posibilidades para realizar esta operación manual o automáticamente. En esta etapa suele realizarse también la inspección para eliminar pescados deteriorados.

Las piezas descabezadas y evisceradas de pescado se lavan mediante con agua a presión para posteriormente desangrarla en balsas de agua durante un cierto tiempo.

Con el fin de reducir aproximadamente a un 65 % la tasa de humedad existente en el pescado para evitar la dilución de la salsa o del aceite por el agua liberada durante la esterilización por el calor, se someten las piezas a un tratamiento térmico mediante vapor hasta que la temperatura final de la columna vertebral alcanza los 71 °C (344K).

Este proceso se realiza en hornos de cocción en los que se introducen las piezas colocadas en parrillas. Una vez finalizada la cocción las parrillas se extraen del horno y se enfrían. Tomando el producto de las parrillas se elimina la piel, cola, aletas y carne oscura de cada una de las piezas. Por último, la carne se separa de los huesos en forma de lomos o trozos diversos.

Antes del envasado, latas y botes se enjuagan con agua presión o vapor antes de llenarse. Con esto se eliminan los microorganismos que en otro caso incrementarían la carga bacteriana inicial del producto.

En la mayoría de las presentaciones de atún enlatado, el llenado de las latas se realiza mecánicamente. Los lomos de atún se envasan en recipientes como “troncos” o relleno compacto. Los trozos más pequeños y los raspados de carne se envasan generalmente como desmenuzados o “migas” siendo previamente prensados dentro de moldes.

A continuación se añade el resto del relleno, como agua, salmuera, aceite vegetal, tomate, mostaza o salsas diversas. En este punto se controla el peso para evitar un llenado excesivo que puede motivar que el alimento no sea procesado convenientemente, que hagan prominencia las caras de la lata o inclusive que salten las suturas y seguidamente se elimina el aire de cabeza de la lata mediante inyección de vapor o vacío y se cierra la lata. Las latas cerradas se limpian para eliminar los restos de relleno y se disponen para la esterilización.

La esterilización se realiza en las condiciones óptimas de temperatura que aseguran un nivel de esterilidad comercial suficiente y la preservación de las propiedades nutritivas del producto. Esta operación puede realizarse en función de la cantidad y diversidad de producto a procesar por cargas o bien en continuo.

La esterilización por cargas se realiza en un autoclave que es un recinto generalmente de forma cilíndrica vertical u horizontal, capaz de soportar una presión interna mayor que la atmosférica, en el que se colocan los envases a tratar (generalmente en cestas o jaulas) y que dispone de adecuados sistemas de calefacción, de enfriamiento y de control de proceso.

Finalmente las latas se etiquetan y encajan convenientemente de acuerdo al sistema de distribución al que van destinadas.

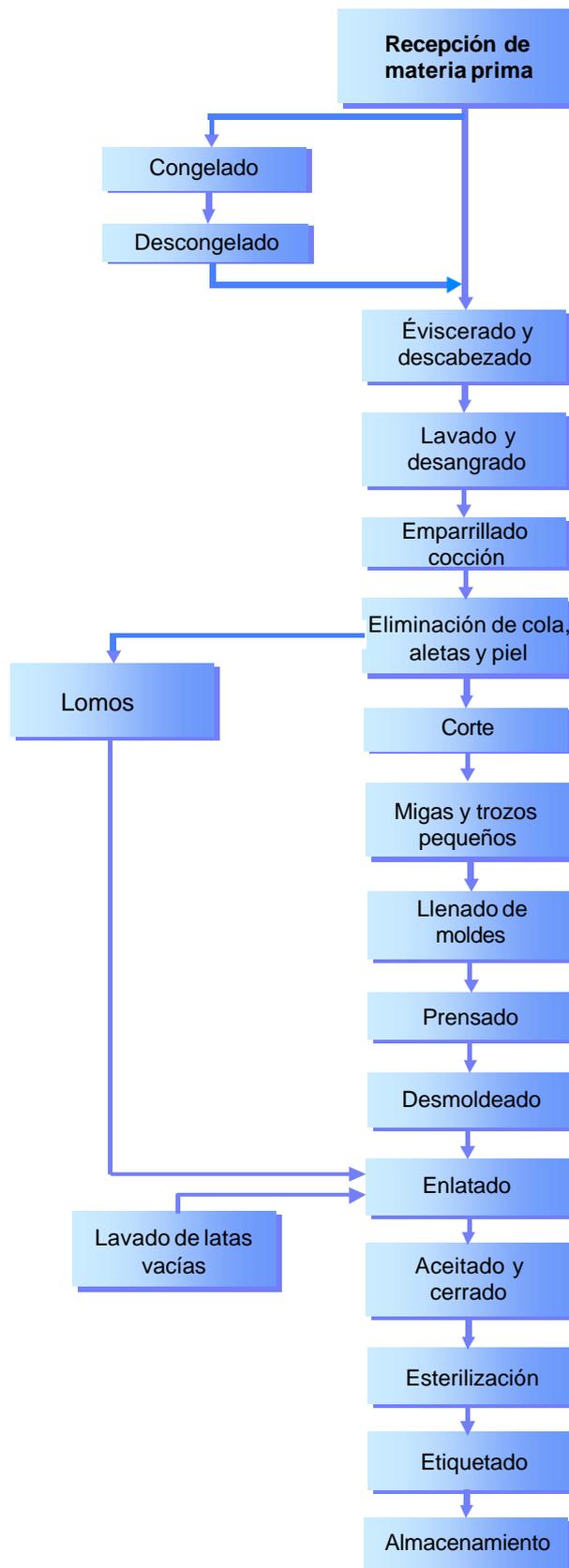


Figura 3.8. Proceso de elaboración atún en aceite

### **3.2.1.2. Cupleídos, caballa y agujas**

#### **3.2.1.2.1. Procesado de caballa**

Los productos enlatados de mejor calidad de esta especie se obtienen a partir de peces ricos en grasa y de más de 25 cm de longitud.

El pescado, una vez descargado, se introduce en el proceso productivo iniciándose con el descabezado, cortado de la cabeza, cola, aletas y extrayendo las vísceras. Dichas operaciones pueden efectuarse a mano o a máquina, en función del volumen de producto.

Luego se lava cuidadosamente el abdomen y la carne se corta en rodajas en sentido transversal. Los trozos obtenidos pasan a ser sumergidos después en una salmuera a una temperatura próxima a los  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (270K) El tiempo de inmersión depende de la concentración de sal utilizada. Esta operación elimina los residuos de sangre y evita la formación de líquidos y masas turbias durante el proceso de la carne.

Después del remojo, la carne se enjuaga con agua limpia y se introduce en las latas, que han sido lavadas anteriormente.

Si se trata de caballa en salmuera, ésta se añade inmediatamente, cerrándose a continuación la lata al vacío. Si se prepara caballa en aceite o en salsa, la lata llena se cuece primero en vapor fluente durante 10-20 minutos, se escurre el líquido y se añade la salsa o el aceite vegetal. Por lo general, las latas se cierran al vacío y se procesan en calderas en reposo.

Una vez finalizado el tratamiento térmico, las latas se enfrían y se secan para su posterior etiquetado y almacenamiento.

El funcionamiento de esta planta es muy irregular a lo largo del año, debido, principalmente, a las disponibilidades de materia prima.

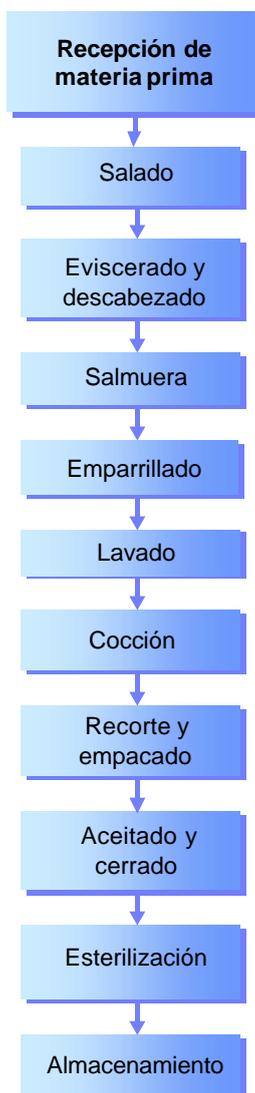


Figura 3.9. Proceso de elaboración de caballa en conserva

### 3.2.1.3. Cefalópodos

Las conservas de calamar pueden partir bien de producto en fresco o congelado. En el segundo caso antes de pasar al procesado será necesario descongelar previamente el calamar.

Una vez descongelado se procede a la evisceración y posterior lavado y escurrido del calamar. Existen diferentes formas de presentación del calamar, según la forma que se realice el cortado. Así están las rodajas de calamar, filetes o patas de calamar.

El producto pasa a cocción cuyo objetivo principal es lograr una deshidratación previa, pues de otro modo durante la esterilización tendría lugar la expulsión de un exudado acuoso que podría afectar negativamente a la presentación comercial del producto. También se consigue mejorar la textura o acondicionar la carne.

Una vez finalizada la cocción el producto debe ser enfriado rápidamente para evitar un ablandamiento excesivo del producto. Se eliminan los restos de piel que queden y se procede a su enlatado. El líquido de cobertura de dicho producto es el aceite, que se adiciona en estado caliente o bien se calientan los envases una vez incorporado. Con dicha operación se elimina el aire ocluido en el interior del envase.

Los envases son cerrados herméticamente y pasan a ser esterilizados, etapa en la que se destruyen o inactivan los gérmenes capaces de producir toxinas o alterar el alimento en conserva. Una vez finalizado, se enfrían los envases para evitar que el producto sea cocido excesivamente por el calor residual, y para reducir roturas o alteraciones de la textura del producto, si la manipulación se hace de forma brusca estando éste aún caliente.

Los envases se etiquetan y empaquetan para pasar a ser almacenados a temperatura ambiente.

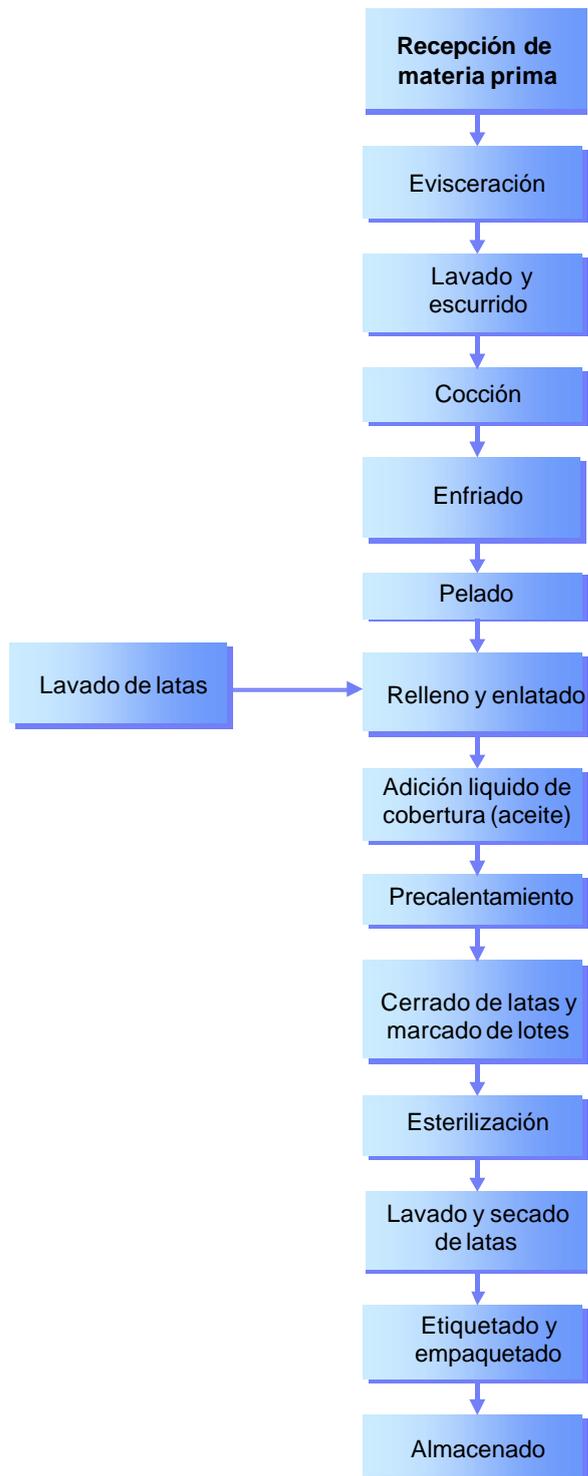


Figura 3.10. Proceso de elaboración de calamares en aceite

#### **3.2.1.4. Moluscos**

Una vez llega el producto a la factoría, se procede a su lavado para la eliminación de restos de barro y arena. En esta operación el consumo de agua es elevado, con un contenido en sólidos en suspensión altos.

Una vez limpios, se procede a la cocción de los mejillones operación que se realiza por inyección de vapor recalentado en cámaras con una capacidad de 250 Kg de mejillón y un ciclo de cocción de dos minutos. El caudal resultante es de unos 0.5 litros por kilogramo de mejillón procesado.

Las conchas de los mejillones se retiran entonces de forma manual quedándose con la carne del mejillón. Ésta es frita en aceite vegetal y deshidratada posteriormente antes de proceder a su envasado. La fritura tiene como objetivo modificar el sabor y el aroma de los alimentos.

El producto es envasado, generalmente a mano, y posteriormente se adiciona la salsa o aceite al envase. Una vez cerrados los envases estos son sometidos a un tratamiento térmico de esterilización, para asegurar la destrucción o inactivación de los gérmenes capaces de producir toxinas o alterar el alimento en conserva.

Al finalizar el tratamiento térmico los envases son enfriados para evitar que el producto sea cocido excesivamente por el calor residual, y para evitar roturas y alteraciones de la textura a causa de la manipulación del envase. Se etiqueta y encaja el producto para pasar a ser almacenado.

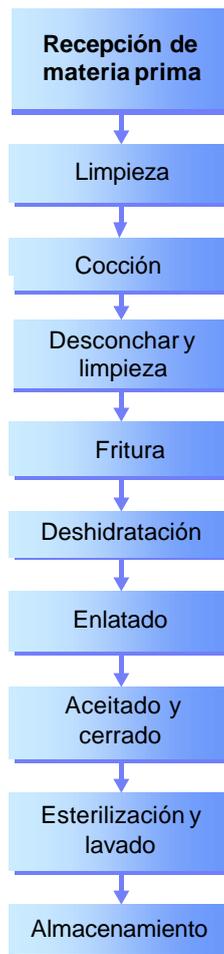


Figura 3.11. Proceso de elaboración de conservas de moluscos

### **3.2.1.5. Semiconservas de anchoas, y otros cupleidos**

A nivel industrial, tras adquirir la materia prima, la primera etapa del procesado es la evisceración, descabezado, eliminación de la espina central y otras espinas laterales.

Posteriormente realiza el fileteado de las piezas. Seguidamente, el salado se hace distribuyendo los filetes de boquerón frescos en recipientes de maduración a la vez que se salan con las distintas mezclas de sal.

Es importante que no haya contacto físico entre las distintas piezas ya que esto puede afectar de forma notable al salado final de la anchoa.

La maduración dura tres días y durante este tiempo tiene lugar una hidrólisis enzimática de las proteínas musculares. Debido a la actividad de agua muy baja (alrededor de 0.80-0.75) el crecimiento bacteriano es inhibido.

Durante este tiempo el producto sufre cambios tanto físicos como químicos y biológicos. Al finalizar el período de maduración, se pasa a limpiarle la sal y envasarlo.

Normalmente el envasado se realiza en envases de cristal, y se le adiciona aceite de oliva como líquido de gobierno. El aceite previamente es calentado hasta alcanzar temperaturas de 65 °C.

El envase pasa a ser cerrado y etiquetado, y finalmente se almacena.

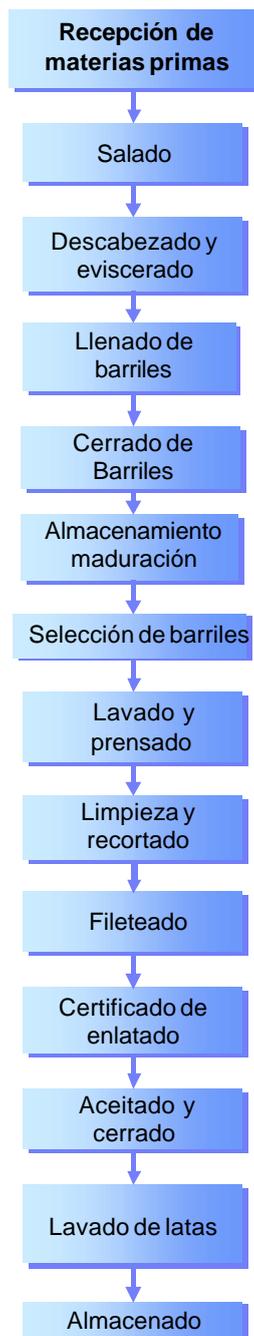


Figura 3.12. Proceso de elaboración de anchoas en conserva

### **3.2.1.6. Caviar**

En la producción de caviar se parte de los huevos extraídos de diferentes especies, siendo la más popular el esturión, estando todavía estos vivos. Los ovarios y membranas de los mismos obtenidos de los peces se pasan por mallas especiales, con el fin de separa los huevos del tejido conjuntivo.

Una vez separados se lavan con agua fría limpia y se colocan en un cedazo, para que el agua que se hace pasar a través de éste los acabe de limpiar.

Ya bien lavados, los huevos son salazonados con una mezcla de sal fina seca y un antiséptico. La cantidad de sal es del 3-5% del peso de los huevos. La salmuera que se forma durante la salazón se elimina una vez que la sal se introduce en los huevos. Para ello los huevos se colocan de nuevo en cedazos y se lavan.

Los huevos se envasan en envases de vidrio o latas metálicas cerradas al vacío. El caviar recibe el tratamiento térmico de pasteurización a una temperatura de unos 60 °C, proceso que dura 3 horas.

A su conclusión, el envase se refrigera en agua fría hasta alcanzar una temperatura de 20-30 °C, luego se enjuaga o se seca y se mantiene a 0-2 °C durante 24 horas. Las latas enfriadas se introducen en cajas de cartón para pasar a su almacenamiento.

El caviar blando pasteurizado presentado en latas pequeñas es el artículo más valioso entre los elaborados con huevas de peces. Las sal común es la principal sustancia conservadora. Los antisépticos son sustancias conservantes adicionales, permitidas por las autoridades sanitarias.

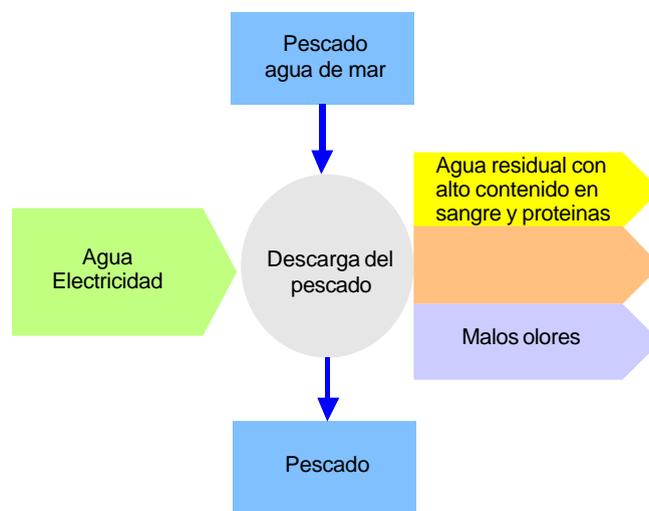
## **3.2.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales**

### **3.2.2.1. Descarga**

En los barcos de pesca, el pescado se mantiene en tanques de agua. El método más común para descargar el pescado desde las bodegas consiste en el bombeo y/o alimentación por gravedad con agua de mar hasta las plantas de procesado. Una vez allí el agua se deja ir y el pescado se pesa y se almacena de nuevo en tanques con agua dentro de la planta de procesado.

En algunos procesos también se utiliza el agua de mar para el transporte del pescado en el interior de la planta de procesado.

La principal corriente residual de esta operación lo constituye el agua utilizada en este transporte así como el agua utilizada en los buques para la conservación. El agua residual de esta etapa contiene sangre de pescado, piedras y arena de los tanques de los barcos de pesca. Dependiendo de la especie de pescado y las condiciones en las que se encuentran a la hora de hacer la descarga, el agua residual con sangre puede llegar a representar el 20-25% del total de la carga orgánica que genera una industria conservera de pescado.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado y agua del mar	1 000 kg	Pescado	980 kg
Agua	2-5 m3	Aguas residuales	2-5 m3
Electricidad	3 kw/h	DQO	27-34 kg

Tabla 3.6. Balance de materia y energía en la cocción del atún

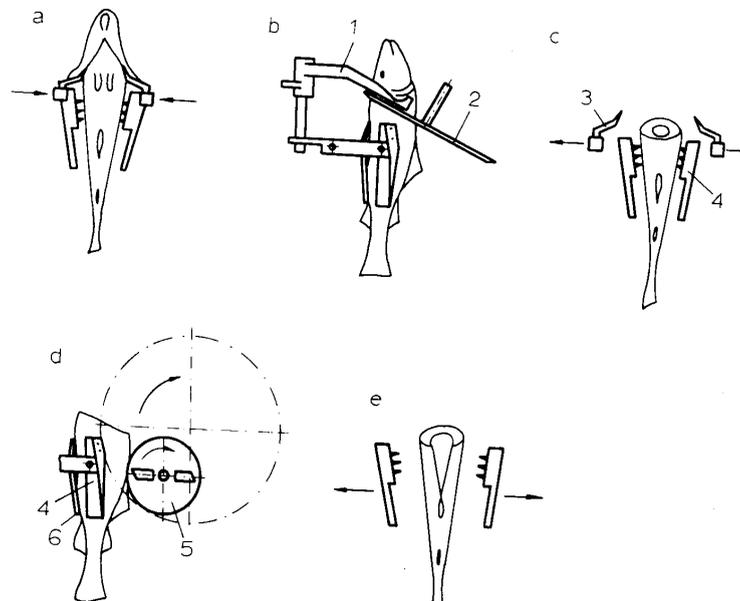
### 3.2.2.2. Eliminación de partes no deseables del pescado

La eliminación de partes no deseables del pescado no es en si misma una operación unitaria, sino un conjunto de ellas que tienen como objetivo preparar las fracciones del pescado que tienen valor como alimento. La realización de una o varias de las operaciones que se describen a continuación está en función principalmente del tipo de pescado.

La cabeza del pescado no se utiliza para consumo humano por lo que se elimina mediante la operación del descabezado. La cabeza de los peces representa un elevado porcentaje de su peso total y se elimina a mano o mecánicamente. En la mayor parte de las industrias conserveras de pescado y dadas las dimensiones de estas, está operación suele realizarse manualmente.

El requisito principal es que el descabezado origine la mínima pérdida posible de tejido muscular.

Las máquinas descabezadoras más empleadas realizan el corte transversal u oblicuo. La determinación del plano de sección más rentable no se gradúa automáticamente, sino que depende de la experiencia y habilidad de la persona que maneja la máquina. En las instalaciones más automatizadas el pescado se apoya en correderas por las agallas o por las aletas pectorales, sobre las que será decapitado por cuchillas giratorias que practican una incisión en forma de V.



1) colgador 2) cuchillo 3) brazo de uña sujeción 4) uña sujeción 5) cuchilla evisceradora 6) soporte dorso pez

Figura 3.13. Esquema de funcionamiento de una máquina descabezadora y evisceradora (fuente: ver Ref. 63)

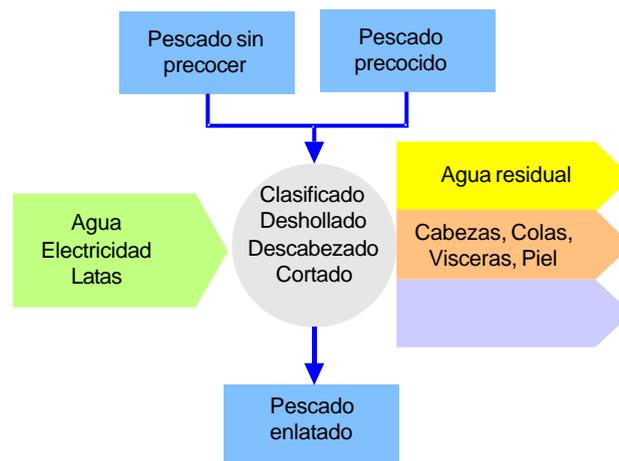
A veces la cabeza se separa sin cortar las vísceras conectadas con ella. Este tipo de corte facilita la extracción de dichas vísceras presionándolas hacia el exterior después de seccionar la cabeza. Esta operación recibe el nombre anglosajón de “nobbing” y se practica en el procesado de arenques para salazón.

El eviscerado a máquina más habitual consiste en abrir la cavidad abdominal mediante una incisión que se practica antes o después de descabezar, extrayendo las vísceras mecánicamente. Existen también técnicas en las que se extraen las vísceras por succión realizada después de descabezar.

El descamado puede realizarse de forma manual o automática. Las máquinas utilizadas en el descamado mecánico no deben dañar la piel, ni debilitar la textura del tejido muscular. En la industria procesadora del pescado se emplean tres clases de máquinas descamadoras:

- De tambor, en las cuales el pescado es descamado al rozar contra las paredes ásperas del tambor giratorio;
- Mecánicas, donde el pescado atraviesa un sistema de rascadores estáticos o en movimiento (escáner);
- Eléctrica; en este caso, el descamado se realiza mediante el paso repetido de un rascador giratorio a lo largo de la superficie del pez, desde cola a cabeza.

Las principales corrientes residuales de esta operación lo constituyen los restos de las partes no utilizables para alimentación del pescado, así como el agua residual que utilice la propia máquina para limpiar las piezas una vez descabezadas y evisceradas.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado	1 000 kg	Pescado clasificado	970-1 000 kg
Agua	0,2 m3	Aguas residuales	0,2 m3
Electricidad	0,15 kw/h	DQO	0,35-1,7 kg
		Residuos sólidos	0-30 kg

Tabla 3.7. Balance de materia y energía en el clasificado del pescado

Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado	1 000 kg	Pescado	750-760 kg
Agua	0,2-0,9 m3	Aguas residuales	0,2-0,9 m3
Electricidad	0,4-1,5 kw/h	DQO	7-15 kg
		Cabezas y vísceras	150 kg
		Raspas y carne	100-150 kg

Tabla 3.8. Balance de materia y energía del descabezado, eviscerado y eliminación de raspas

Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado desollado	1 000 kg	Pescado sin piel	940 kg
Agua	17 m3	Aguas residuales	17 m3
Electricidad	NA	DQO	3-5 kg
Productos químicos	NaOH (8%)	Residuos de piel	55 kg

Tabla 3.9. Balance de materia y energía en el pelado del pescado

### 3.2.2.3. Fileteado

La presentación del pescado en conserva en forma de filetes se da en el caso de productos como las anchoas, boquerones o caballa. Para llevar a cabo el fileteado de las primeras dos especies se suele realizar manualmente, siendo este un trabajo duro, ya que para alcanzar un rendimiento elevado hace falta mucha habilidad y experiencia por parte de los operarios. En esta operación una cierta cantidad de carne se elimina con los apéndices, lo que reduce los rendimientos hasta en un 25%.

En el caso de la caballa y arenques puede utilizarse máquinas para realizar el fileteado. Las operaciones básicas de la máquina fileteadora son:

- Sección de los apéndices superiores e inferiores a lo largo del cuerpo del pez
- Corte de las costillas a lo largo de la columna vertebral.

Al presentar dichas especies simetría bilateral, cada operación es realizada por un par de cuchillas simétricas.

#### **3.2.2.4. Separación de la carne**

En los últimos años se ha popularizado mucho el pescado desmenuzado como materia prima en la industria procesadora. Se obtiene a partir de los residuos de fileteado ordinario, peces descabezados y eviscerados, y porciones de la espina dorsal. Esta clase de producto se ha promocionado con objeto de economizar materia prima costosa y ha sido potenciado con la fabricación de máquinas capaces de separar la carne de las partes no comestibles tales como huesos, aletas y piel.

La utilización de máquinas separadoras permite obtener de un 15 a un 30% más de carne en forma de pescado desmenuzado que en forma de filetes deshuesados.

#### **3.2.2.5. Lavado del pescado**

En el procesado pescado destacan las siguientes operaciones de lavado:

- Lavado del pescado a la recepción
- Lavado y desangrado del pescado después de la evisceración

El lavado del pescado pretende disminuir la contaminación bacteriana del pescado. Un lavado eficaz depende de dos factores: energía cinética del agua que efectúa el lavado y proporción agua/pescado. Para asegurar un lavado adecuado, esta proporción debe ser como mínimo del 1:1, en la práctica, sin embargo, se utiliza doble cantidad de agua. La acción lavadora del agua se ve reforzada por el frotamiento mecánico de la superficie del pescado en diversos modelos de máquinas lavadoras.

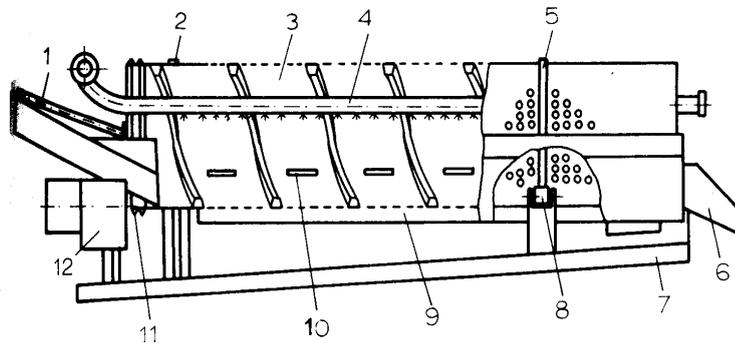
En las plantas procesadoras ubicadas en tierra se utiliza agua del grifo para el lavado; a bordo, se emplea agua limpia del mar, que debe recogerse en la proa de las embarcaciones.

Existen diversos modelos de máquinas lavadoras:

- Lavadoras de tambor de eje horizontal, (Figura 3.14)
- Lavadoras de tambor de eje vertical (escáner), (Figura 3.15)
- Lavadoras - transportadoras.

Las lavadoras de eje vertical se usan frecuentemente a bordo de los barcos, debido a sus reducidas dimensiones. La lavadora de tambor de eje horizontal es el tipo más utilizado.

El elemento principal de la máquina es un tambor giratorio con perforaciones de unos 10 mm de diámetro. En el interior del tambor existen relieves metálicos o de goma fijos, que aseguran el adecuado volteo del pescado. Los giros del tambor y su inclinación hacen que el contenido se desplace hacia la salida. La operación de lavado es continua bajo una corriente de agua que ingresa por una cañería perforada existente en el interior del tambor. El agua sucia fluye al exterior hasta un tanque de residuos. Suelen utilizarse normalmente para lavar peces redondos así como pescado descabezado y eviscerado de frágiles tejidos, puesto que no provocan ningún deterioro.

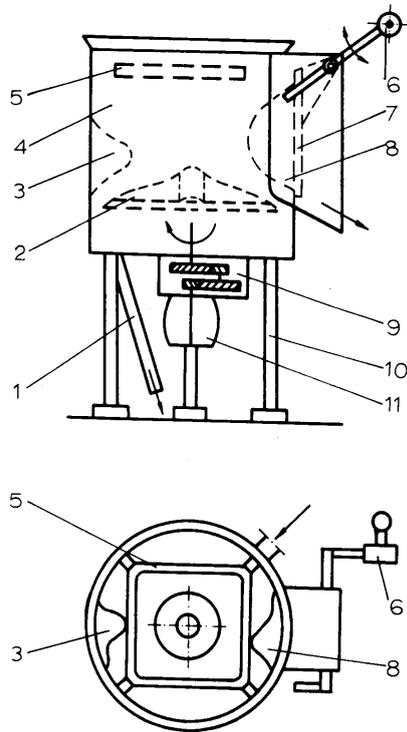


- 1) Entrada de agua 2 y 5) guías del tambor 3) tambor perforado  
4) conducción principal de agua 6) salida pescado limpio 7) soporte 8 y 11) poleas  
9) tanque agua residuos 10) impulsor 12) motor eléctrico con transmisión,

Figura 3.14. Tambor de lavado de eje horizontal (Fuente: ver Ref. 63)

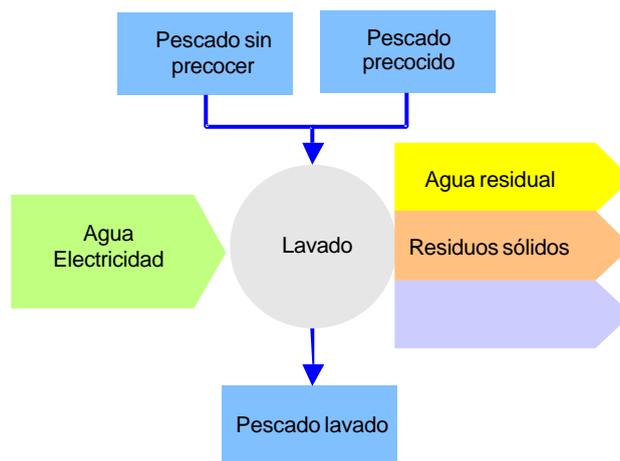
Las lavadoras - transportadoras es el último pueden actuar también como eliminadoras de hielo. Este, al exhibir una densidad menor que la del pescado, flota enseguida y es eliminado mecánicamente. El pescado cae sobre un transportador de rejilla, que lo traslada fuera del tanque. A pesar de disponer de un chorro complementario de agua, la eficacia de este tipo de máquina lavadora es inferior a la de los otros dos modelos.

El principal aspecto ambiental de esta operación son las aguas de lavado rechazadas. Esta agua contienen principalmente jugos, sangre, aceite, escamas, restos de tejido, sal procedente del pescado. La principal característica de las corrientes residuales de las aguas de lavado consiste en que tienen un nivel de contaminación bajo con relación a otras corrientes, sin embargo, constituyen un volumen importante respecto al total de la planta.



1) desagüe 2) fondo giratorio 3) impulso 4) tambor 5) entrada de agua 6) contrapeso  
7) salida de pescado limpio 8) impulsor 9) engranaje de transmisión 10) soportes 11) motor eléctrico.

Figura 3.15. Tambor de lavado de eje vertical (Fuente: ver Ref. 63)



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado	1 000 kg	Pescado lavado	970-1 000 Kg
Agua	3 -6 m3	Aguas residuales	3-6 m3
Electricidad	0,15 kw/h	DQO	0,35-1,7 Kg
		Residuos sólidos	0-30 Kg

Tabla 3.10. Balance de materia y energía en el lavado

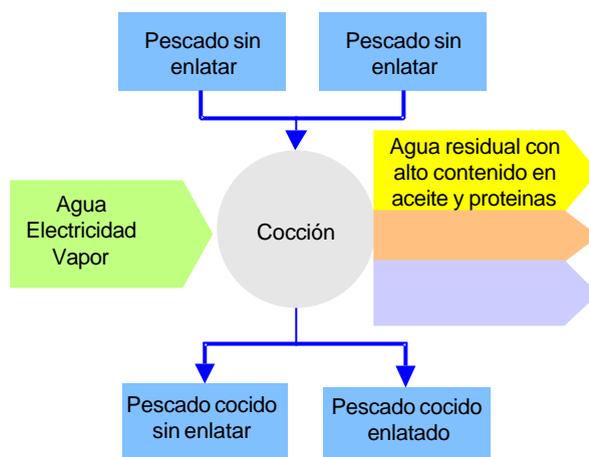
### 3.2.2.6. Cocción

La cocción y posterior enfriamiento del pescado, así como la separación de piel y espinas, son operaciones en las que el pescado se mantiene dentro de unas parrillas que se lavan diariamente con una disolución de sosa.

La cocción del pescado se realiza por contacto directo del pescado con vapor en el interior de cocedores durante un tiempo aproximado de 2 horas. Al cabo de este tiempo se purga el agua producida y el pescado se enfría mediante aspersores. El agua generada por este proceso está constituida por dos fracciones, una propiamente derivada de la cocción con una concentración de materia orgánica muy alta y otra debida a las aguas de lavado y enfriamiento (agua de mar en general) menos cargada, pero de alta salinidad. Especialmente significativo es que, siendo el caudal de este agua un 1% del total, contiene el 7,4% de la carga orgánica y su temperatura media es de 45 °C.

Los caldos de cocción son la corriente más importante en cuanto a carga orgánica y nutrientes se refiere, y son, además, ricos en cloruros. Tienen un pH ligeramente ácido y se vierten a una temperatura próxima a los 90 °C.

Durante la cocción se consumen grandes cantidades de energía para la producción de vapor. En la tabla 3.11. Se muestra el balance de materiales y energía de esta operación.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Producto	Cantidad
Pescado crudo	1 000 kg	Pescado precocido	850 kg
Vapor	560 kg	Aguas residuales	0,07-0,27 m3
Electricidad	0,3- 1,1 Kw / h	Residuos sólidos	150 kg

Tabla 3.11. Balance de materia y energía en la cocción del pescado

### 3.2.3. Aspectos e impactos ambientales

#### 3.2.3.1. Consideraciones generales

Los principales aspectos ambientales derivados del procesado de conservas de pescado son:

- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Aguas residuales
- Residuos sólidos

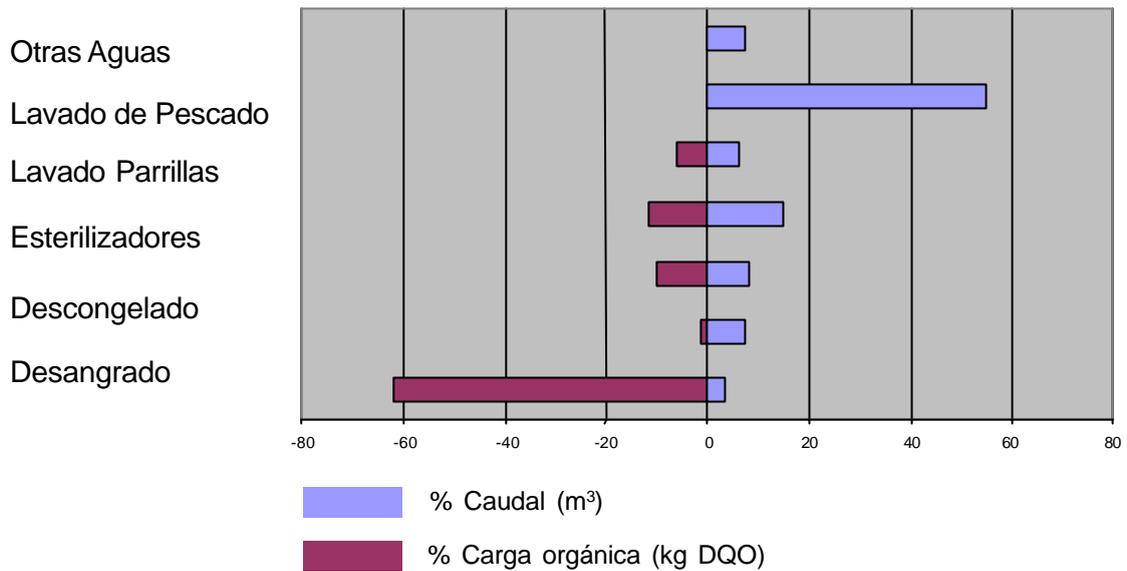


Figura 3.16. Distribución porcentual del caudal y la contaminación en distintas corrientes de agua residual en una conservera de túnidos

Las plantas de procesamiento de pescado son por lo general de grandes dimensiones y se encuentran concentradas en zonas muy determinadas cerca del mar. Los vertidos directos mediante emisarios marinos provocan un impacto negativo en el medio provocado por la alta contaminación. Algunas industrias disponen de tratamientos finales aunque la depuración biológica de estas aguas presenta problemas muy específicos debido a la alta salinidad.

Por lo que se refiere a residuos consisten en general en restos orgánicos de pescado que tradicionalmente se han procesado para obtener harina y aceite de pescado útiles para la alimentación animal (piensos) y humana (margarinas y shortenings) respectivamente.

Unos de los principales impactos a escala local de este tipo de industrias son los malos olores debidos a la fácil descomposición del pescado que se agravan cuando las plantas disponen de instalaciones para producción de harina y aceite de pescado.

Aspecto medioambiental	Características principales	Operaciones
Consumo de agua	En algunos casos se utiliza agua de mar.	Descarga Eliminación partes no deseables Lavado del pescado Cocción o Escaldado Esterilización Lavado de envases
Consumo de energía	Térmica o eléctrica	Descarga Eliminación partes no deseables Lavado del pescado Cocción o Escaldado Esterilización Lavado de envases
Aguas residuales	Elevada carga orgánica	Descarga Eliminación de partes no deseables Lavado del pescado Cocción Esterilización Lavado de envases

### 3.2.3.2. Consumo de agua

El agua se usa en grandes cantidades en las operaciones de descongelación, limpieza (producto, envases, instalaciones) y desangrado.

En la figura 3.16. se muestra la distribución del consumo de agua en una planta de conservas de atún. Puede observarse el predominio de algunas operaciones en cuanto al consumo y el de otras en cuanto a niveles de contaminación.

El consumo de agua de las industrias conserveras de pescado es muy elevado y dado que se concentran en espacios muy reducidos en algunos casos puede representar un factor crítico. Puesto que las industrias se encuentran en zonas próximas al mar debido a la necesidad de disponer de materia prima fresca, suelen utilizar para determinados procesos agua del mar. Este hecho está en función del nivel de contaminación de esta y muchas veces no es posible. El principal impacto que pueden provocar captaciones excesivas de acuíferos es la inversión del caudal de estos y la entrada de agua de mar en las zonas freáticas inutilizando las captaciones.

### **3.2.3.3. Consumo de energía**

La energía se consume principalmente para el funcionamiento de la maquinaria, la producción de hielo, el calentamiento, la refrigeración y la cocción. Dadas las dimensiones de esas industrias, así como:

- La necesidad importante de frío industrial para la conservación del producto,
- El elevado nivel de automatización y,
- La sucesión de saltos térmicos en el proceso

Supone un elevado consumo. El consumo aproximado de combustible por tonelada de producto asciende a 100 Kg fuel/Tm.

Las fuentes de energía utilizadas son:

- Energía eléctrica suministrada por la compañía eléctrica
- Energía eléctrica producida mediante cogeneración
- Combustibles fósiles para el funcionamiento de la caldera (Fueloil, Gas natural, etc.)

La repercusión de la energía sobre los costes totales del sector es del 1.8 % y la distribución de la energía utilizada es entre un 40-60 % para ambas.

Este equilibrio entre ambas fuentes de energía se debe a que este sector con plantas en general de grandes dimensiones se encuentran muy automatizadas.

### **3.2.3.4. Emisiones a la atmósfera**

La contaminación del aire causada por la industria conservera del pescado puede ser debida principalmente a:

- Fugas accidentales de gases de los circuitos de refrigeración (Amoniaco y CFCs). Las emisiones de CFCs destruyen la capa de ozono.
- Emisiones directas debidas a la combustión de las calderas o indirectas provocadas por el consumo de energía eléctrica.

El impacto ambiental debido a la combustión se muestra en la tabla siguiente:

Consumo		Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
		100	101	209	277
		kg fuel/tm	kg gas-oil/tm	kg carbón/tm	GJ PCS/tm
Emisiones					
SO2	g/tm cons.	5,406	601	1,402	0
NOX	g/tm cons.	642	268	448	14
CO	g/tm cons.	57	65	327	2
CO2	Kg/tm cons.	288	298	298	6
COV	g/tm cons.	3	3	5	1
CH4	g/tm cons.	12	1	5	0
PART	g/tm cons.	330	27	851	0
N20	g/tm cons.	1	1	42	0

El consumo energético estimado por tonelada de producto que se ha considerado es el consumo total, ya que sea energía eléctrica o bien energía térmica las fuentes suelen ser combustibles fósiles a excepción de la energía nuclear.

En esta tabla se constata la diferencia abismal de contaminación atmosférica provocada por el gas y por el resto de los combustibles fósiles.

Los principales problemas ambientales derivados son:

- Contribución al efecto invernadero con cantidades importantes de CO<sub>2</sub>
- Contribución a lluvia ácida en el caso de consumo de fuel y con posibilidades de problemas transfronterizos debido a la ubicación de estas industrias
- Contribución a problemas a escala local debido a la presencia de contaminantes tóxicos

Con el fin de visualizar de alguna manera el impacto local sobre el territorio de esta necesidad energética a continuación vamos a valorar los niveles de inmisión partiendo de una hipótesis de trabajo.

Hipótesis de trabajo:

- Zona productora de conservas de pescado que produce 100 Tm/semana.

- Condiciones meteorológicas de estabilidad que durante una semana con inversión térmica promedio a 500 m y un régimen de vientos que únicamente permite la difusión en un radio de 100 km<sup>2</sup>
- La situación anterior al episodio semanal hace que los niveles de inmisión existentes tiendan a cero.
- La difusión al final de la semana es homogénea en la totalidad del territorio y en todas las capas por debajo de la capa límite.

Sobre esta hipótesis y partiendo de los datos de la tabla anterior confeccionamos la tabla siguiente:

	Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
SO2	54	6	14	0
NOX	6	3	4	0
CO	1	1	3	0
CO2	3	3	3	0
COV	0	0	0	0
CH4	0	0	0	0
PART	3	0	9	0
N2O	0	0	0	0

Datos en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a excepción del  $\text{CO}_2$  que es de  $\text{mg}/\text{m}^3$

En esta tabla se constata que la concentración de  $\text{SO}_2$  en esta zona se encontraría por encima del límite promedio establecido por la UE para la protección de los ecosistemas ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y aproximadamente la mitad de los niveles de inmisión para la salud de las personas. Para parámetros como las partículas o los óxidos de nitrógeno aunque por si solos no superarían los límites establecidos si tendrían una contribución importante.

### 3.2.3.5. Aguas residuales

En la industria de transformación de productos marinos y, en concreto, en la industria conservera se originan, como consecuencia de las transformaciones a que se somete la materia prima, elevados volúmenes de residuos, principalmente, como aguas residuales. Las corrientes residuales corresponden a número variado de procesos como son la limpieza, cocción y enlatado del producto. La principal característica de estos efluentes es su elevada carga orgánica, ya que una parte significativa de la materia prima (pescado y mariscos) se elimina en estas corrientes, bien en forma de sustancias solubles o de sólidos en suspensión.

En la mayoría de los casos, la corriente de vertido general de la factoría está compuesta por todas las aguas de vertido de la misma. En general sus principales características son una carga orgánica baja y una elevada salinidad. La Tabla 3.12. muestra las principales características de los efluentes de una conservera de atún. La carga orgánica baja se debe a la alta contribución al caudal de las aguas de lavado y baldeo junto con la alta carga de las aguas cuyo origen es la cocción. En la Figura 3.16. se presenta el nivel de contaminación expresado en DQO junto al caudal para distintas corrientes residuales.

<b>CONSERVERA DE TÚNIDOS</b>	
<b>parámetro</b>	<b>valor</b>
DQO (mg/l)	4 300
DBO5 (mg/l)	2 970
Conductividad (mS/cm)	20 500
pH	6.1
Sólidos solubles (mg/l)	480
Nitrógeno total Kjeldahl (mg/l)	720
Amonio (mg/l)	140
Sulfato (mg/l)	270
Fosfato (mg/l)	210
Cloruros (mg/l)	6 900
Grasa (mg/l)	400
Tensioactivos (mg/l)	6

Tabla 3.12. Características del efluente final de una conservera de túnidos

El caudal y las características de las corrientes residuales varían sensiblemente con el tiempo debido a que son fruto de vertidos discontinuos. En la Tabla 3.13. se muestran las variaciones observadas en una planta durante los ensayos de una planta piloto.

<b>Día operación</b>	<b>hora</b>	<b>pH</b>	<b>DQO (mg/l)</b>	<b>Cloruro (mg/l)</b>
85	11:15	9	4 270	19 460
451	11:15	10,3	2 190	16 640
673	18:15	9,8	2 330	16 690
673	19:30	8,4	950	17 030
723	13:15	9,9	940	13 260

Tabla 3.13. Variación con el tiempo de las características del efluente final de una conservera de túnidos

A continuación, vamos a profundizar en las operaciones que dentro del proceso contribuyen a las corrientes residuales más destacables. En la Tabla 3.14. se presentan datos correspondientes a la contaminación de distintas corrientes dentro de la planta. De ella se deriva que la mayor parte de la contaminación proviene de la cocción.

Corrientes residuales	pH	DQO total(mg/l)	Sólidos en Suspensión (mg/l)	Cloruro (mg/l)
Descongelado	6,6	2 090	490	3 670
Lavado de pescado	6,6	3 420	1 980	130
Desangrado	6,4	3 710	1 180	400
Cocción	5,7	50 500	2 700	5 600
Lavado de parrillas	11,9	870	290	-

Tabla 3.14. Características de distintas corrientes residuales de una conservera de túnidos

El 90% de la carga orgánica se concentra en el 26% del caudal del vertido de la factoría, que agrupa las corrientes de cocción, desangrado y descongelado, con unas características en pH, salinidad y concentración media (8-10 Kg DQO/ l) que la hace idónea para su tratamiento por vía anaerobia.

Otra perspectiva de la problemática nos la muestra la tabla en la que se muestran niveles de emisión para distintas industrias conserveras. En esta tabla destacan las diferencias en cantidad y calidad de vertidos para distintos tipos de conservas, del orden 20.000 ppm de DQO para la elaboración del mejillón y 500 ppm de DQO para la elaboración del pulpo.

	Corriente	Caudal m3/sem	pH g/L	SST g/L	SSV g/L	DCOt g/L	Cl <sup>-</sup> g/L	T°C	Kg DCO/sem
<b>Pulpo</b>	Descongelado	100	6,70	0,68	0,28	1,11	18,11	4	110
	Cocedor	20	6,30	1,92	1,24	14,50	17,15	100	290
	Lavado	60	6,94	0,47	0,19	1,40	17,15	amb	80
	<b>Total</b>	<b>180</b>	<b>6,74</b>	<b>0,75</b>	<b>0,36</b>	<b>2,69</b>	<b>17,68</b>	<b>-</b>	<b>480</b>
<b>Mejillón</b>	Desbarbado	8 000	7,97	1,59	0,69	1,20	19,21	amb	9 600
	Lavado	8 000	8,06	0,34	0,15	0,23	19,32	amb	1 800
	Cocedores	480	6,95	1,30	1,06	16,90	13,66	100	8 100
	Deshidratado	60	6,47	1,32	1,02	27,13	17,79	100	1 600
	Transporte	1 600	8,11	0,21	0,06	0,15	19,21	amb	240
	<b>Total</b>	<b>18 140</b>	<b>7,99</b>	<b>0,91</b>	<b>0,41</b>	<b>1,18</b>	<b>19,11</b>	<b>-</b>	<b>21 340</b>
<b>Atún</b>	Descongelado	140	6,48	0,53	0,39	2,55	19,72	4	360
	Pelado con sosa	105	10,39	5,04	3,76	8,37	18,34	amb	880
	Postpelado	220	8,86	0,33	0,20	0,75	19,12	amb	160
	Lavado	240	7,99	0,52	0,33	1,70	19,34	amb	410
	Cocedores	255	6,18	1,93	1,74	12,36	16,79	45	3 150
	Lavado parrillas	15	12,40	3,38	2,09	16,78	0,30	70	250
	<b>Total</b>	<b>975</b>	<b>7,82</b>	<b>1,38</b>	<b>1,09</b>	<b>5,74</b>	<b>18,28</b>	<b>-</b>	<b>5 210</b>
<b>Sardina</b>	Desescamado	20	6,70	1,03	0,65	3,12	18,23	amb	60
	Transporte	1 500	7,89	0,18	0,08	0,20	19,94	amb	300
	Troceado	320	6,75	1,61	1,47	4,10	19,57	amb	1 310
	Lavado parrillas	10	12,44	2,29	1,43	17,15	6,86	amb	170
	Clareo parrillas	340	9,05	0,40	0,18	0,33	19,23	amb	110
	<b>Total</b>	<b>2 190</b>	<b>7,91</b>	<b>0,44</b>	<b>0,31</b>	<b>0,89</b>	<b>19,70</b>	<b>-</b>	<b>1 950</b>

Tabla 3.15. Características de las diferentes corrientes residuales de distintas industrias de elaboración de conservas

Los principales impactos ambientales que puede provocar la emisión de contaminantes procedentes de esta industria se basan en la elevada DQO y en la elevada concentración de sal. Otros contaminantes que se producen en menor cantidad pero que pueden contribuir a la degradación son los nitratos (3 Kg/Tm) y fosfatos (0.4 Kg/Tm)

Por lo que respecta a las consecuencias para el medio el grado de afectación a los ecosistemas estará en función del sistema utilizado para la evacuación.

- La evacuación directa a ríos será poco probable dado que esta industria se ubica cerca del mar. En tal caso dado los caudales relativamente bajos de los ríos de la cuenca mediterránea (exceptuando el Nilo y otros) supondría una contribución importante a la eutrofización de las aguas y la limitación de determinadas especies debido a la alta presencia de sal.
- La evacuación a rías y como consecuencia de la poca circulación de estas supondría la acumulación en zonas muy concretas lo cual podría degradar notablemente estas zonas.
- La evacuación al mar mediante emisarios es la solución óptima, sin embargo, puede provocar problemas de pesca en ciertos puntos dado que el nivel de contaminación sea excesivo. La salinidad no supone ningún problema.

### **3.2.3.6. Residuos sólidos orgánicos**

En los procesos de elaboración de conservas de pescado los residuos sólidos que se generan corresponden principalmente a las operaciones de acondicionamiento del producto para su envasado. En dichas operaciones entre las cuales se incluyen el descabezado, eviscerado, fileteado, descamado, se puede llegar a perder desde un 20 hasta un 50% del peso total del pescado. El destino de estos residuos suele ser en las plantas de elaboración de harinas de pescado para consumo animal o la extracción de aceites.

La producción de harina se inició a principios del último siglo en el norte de Europa y en Norteamérica, como un método para la fabricación de aceite de arenque.

La elaboración de harina de pescado supone unos consumos energéticos (50 l de fuel/Tm y 32 Kw/h/Tm) elevados, así como caudales de agua residual de 21 m<sup>3</sup>/Tm y emisiones de DQO de 42 Kg. Esta industria produce también malos olores.

Un residuo importante en el caso de la elaboración de conservas de bivalvos son las conchas, como es el caso de los mejillones. No existe en este momento ningún tratamiento de aprovechamiento de dicho residuo por lo que las grandes empresas productoras se encuentran con el problema de no tener salida a dicho residuo, optando por importar el mejillón sin concha de países como Perú donde la producción es elevada, ahorrándose el problema de tratamiento del residuo.

### **3.3. Procesado de frutas y hortalizas**

#### **3.3.1. Procesos**

##### **3.3.1.1. Néctares y zumos**

Los zumos de frutas se desarrollaron en un principio como consecuencia del exceso de producción de frutas. Aunque esto todavía ocurre en algunas zonas, el 60% de los zumos de frutas comerciales se hace hoy a partir del fruto cultivado para este fin.

Existen muchas variedades de zumos, en los que se incluyen:

- Zumos claros clarificados de uva, manzana, grosella
- Ligeramente turbios como los de piña
- Zumos muy turbios, conteniendo material celular en suspensión (naranja, pomelo, etc.)
- Jugos pulposos como el tomate
- Néctares hechos con la pulpa completa del melocotón.

El proceso productivo comienza tras la recepción de la fruta. La fruta recibida se lava para eliminar las impurezas orgánicas que pueda contener y posteriormente se prepara para la fase de extracción de jugo, con fases previas de deshuesado y pelado para algunos tipos de productos. Posteriormente se realiza la trituración de la fruta con o sin precalentamiento previo, y la extracción del jugo mediante prensado o tamizado. Las operaciones de prensado suelen ser estacionales, en función de las temporadas de las diferentes frutas. En algunos casos (cítricos) existen sistemas de extracción muy específicos que no precisan la trituración previa de la fruta.

Una vez obtenida la papilla se procede al refinado del zumo obtenido mediante decantación, clarificación y/o filtración. Dicha filtración se realiza normalmente para dar brillo y claridad y eliminar levaduras. Todos los métodos utilizan coadyuvantes de filtración, usualmente tierras de infusorios, que son retenidas por el filtro. Los filtros principales son de placas, filtros rotatorios a vacío y filtros de bujías. Cada día se utilizan menos los filtros de placas de amianto.

Seguidamente se realizan las operaciones de conservación del producto mediante desaireación y pasteurización.

La desaireación de los zumos de frutas es un paso obvio, en vista de la susceptibilidad general al oxígeno y a los efectos corrosivos de éste sobre la hojalata.

La desaireación normalmente tiene lugar haciendo fluir el zumo hacia una columna en la que el líquido es dispersado sobre una superficie, mientras se aplica un vacío de aproximadamente 950 mbares. El zumo puede ser precalentado hasta un grado límite. Este paso debe estar precedido por la pasteurización u otro tratamiento térmico, porque el oxígeno podría producir un rápido deterioro del zumo calentado y deberían tomarse precauciones adecuadas para evitar que el aire entre de nuevo.

En la pasteurización se eleva la temperatura del zumo hasta unos 70 °C por medio de un intercambiador de calor de placas o tubular y el zumo calentado se mantiene a esta temperatura durante un corto período, al cabo del cual es enfriado antes del llenado. En la pasteurización rápida se utilizan temperaturas de hasta 80 °C durante 15 segundos, durante períodos muy cortos. Como los zumos de fruta tienen bajo pH la esterilidad comercial es prácticamente conseguida.

Por último, el jugo puede ser enviado a un almacenamiento refrigerado. Para su posterior envasado, o pasar a una fase de concentración.

En función de la materia prima y el tipo de producto el orden de las operaciones y el número de estas puede variar considerablemente.

Las tecnologías utilizadas por las empresas para cada operación dependen en gran medida del tipo de materia prima con la que se trabaja y la tipología del producto buscado.

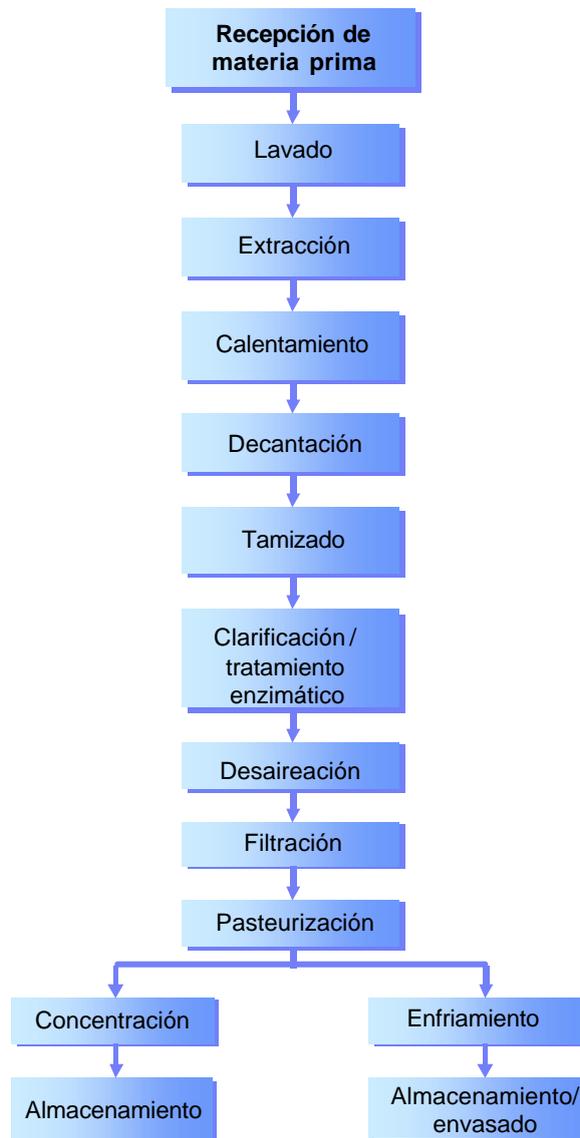


Figura 3.17. Proceso de elaboración de zumo

### 3.3.1.2. Confituras y mermeladas

Las confituras y mermeladas se componen de frutas, pectina, azúcar, ácido, agua, colorantes y aromas. La fruta es el componente principal y determinante de la calidad de la confitura y de la mermelada. No es necesario emplear exclusivamente fruta fresca, sino que también se puede utilizar fruta congelada, refrigerada, enlatada o conservada por tratamiento con anhídrido sulfuroso.

El proceso de elaboración de confituras y mermeladas es semejante, aunque las confituras requieren una mayor agitación durante la cocción para distribuir homogéneamente los trozos de fruta.

La fruta debe ser sometida a las operaciones previas de limpieza antes de su utilización: inspección y eliminación de las frutas en malas condiciones, mohosas y con insectos, eliminación de pedúnculos y huesos, en el caso de frutas con hueso duro como el melocotón o la ciruela, lavado y troceado.

Una vez se tiene los diferentes ingredientes dispuestos, se procede a su mezcla y cocción. En dicho proceso se produce la evaporación del agua hasta conseguir el contenido deseado de sólidos. Durante la cocción tiene lugar una serie de fenómenos tales como:

- Reblandecimiento de las frutas
- Eliminación del exceso de agua y  $SO_2$
- La inversión parcial de la sacarosa
- La concentración del producto, hecho que permite el desarrollo del sabor y textura característicos
- La destrucción de mohos y levaduras
- La extracción de pectinas y eliminación de los enzimas hidrolíticos que las degradan

Existen dos variantes para realizar la cocción: cocción a presión atmosférica y cocción al vacío. En el primer caso, la cocción se lleva a cabo en calderas abiertas, también denominadas evaporadores, ollas o pailas de cocción), calentadas mediante vapor, que contiene normalmente partidas de 75-100 Kg. En ellas se deposita la fruta preparada, mezclada con agua, azúcar, pectina y jarabe de maíz.

Las calderas se disponen en lotes de 4 a 8, y se van cargando en rotación, de manera que la producción de mermelada sea continua. Una vez cargada, se conecta el suministro de vapor y la mezcla hierve hasta alcanzar el nivel preciso de sólidos. Una vez finalizado, se enfría el producto hasta alcanzar la temperatura óptima de llenado.

En el segundo caso, a vacío, se pueden cocer cantidades mayores de producto y no es necesario el enfriamiento después de la descarga. Los inconvenientes que presentan se basan en el hecho de que es más difícil controlar la cocción, y cambios de tipo de fruta a procesar suponen un sistema de limpieza complicado.

Dentro de este sistema existen dos variantes: ebullición discontinua o por partidas, y ebullición continua. En este caso es necesario elevar la temperatura del producto después de romper el vacío para destruir mohos y levaduras.

Una vez realizada la cocción, el producto debe ser envasado a temperaturas entre 85 y 90 °C. El hecho de que se realice a dicha temperatura garantiza una serie de aspectos como son:

- Una correcta gelificación y solidificación
- Una distribución de forma uniforme por todo el recipiente
- Minimiza la variación de peso en el llenado por cambios de densidad
- Atenúa el choque térmico y favorece al enfriado
- Esteriliza el producto.

Normalmente se utilizan tarros de vidrio para su envasado, y las máquinas empleadas son de pistón múltiple rotatorio, automáticas y continuas, de gran capacidad de llenado.

Una vez llenados y cerrados, los envases, se enfrían hasta alcanzar los 35 °C. Para ello se utilizan refrigeradores de banda continua provistos con pulverizadores de agua. En principio, las pulverizaciones se realizan a 60 °C para evitar el shock térmico y asegurar que el enfriamiento inicial no es demasiado rápido, pudiendo dar lugar a una ebullición en el centro del producto. Tras el enfriamiento, se elimina la humedad del exterior de los envases pasándolos por un chorro de aire. Se comprueba el cierre hermético a partir de un detector de vacío, que comprueba automáticamente la concavidad de la tapa.

Los envases pasan entonces a una zona de inspección visual, en la que se observa cualquier defecto como materias extrañas, flotación de la fruta o formación de burbujas, dando lugar al rechazo de dichos envases. Posteriormente pasan a almacenarse en reposo durante al menos 24 horas antes de proceder al etiquetado y almacenado final, con objeto de favorecer la gelificación. Una vez etiquetados y encajados se almacena el producto teniendo en cuenta que debe tratarse de lugares frescos, aireados y sin demanda de luz.

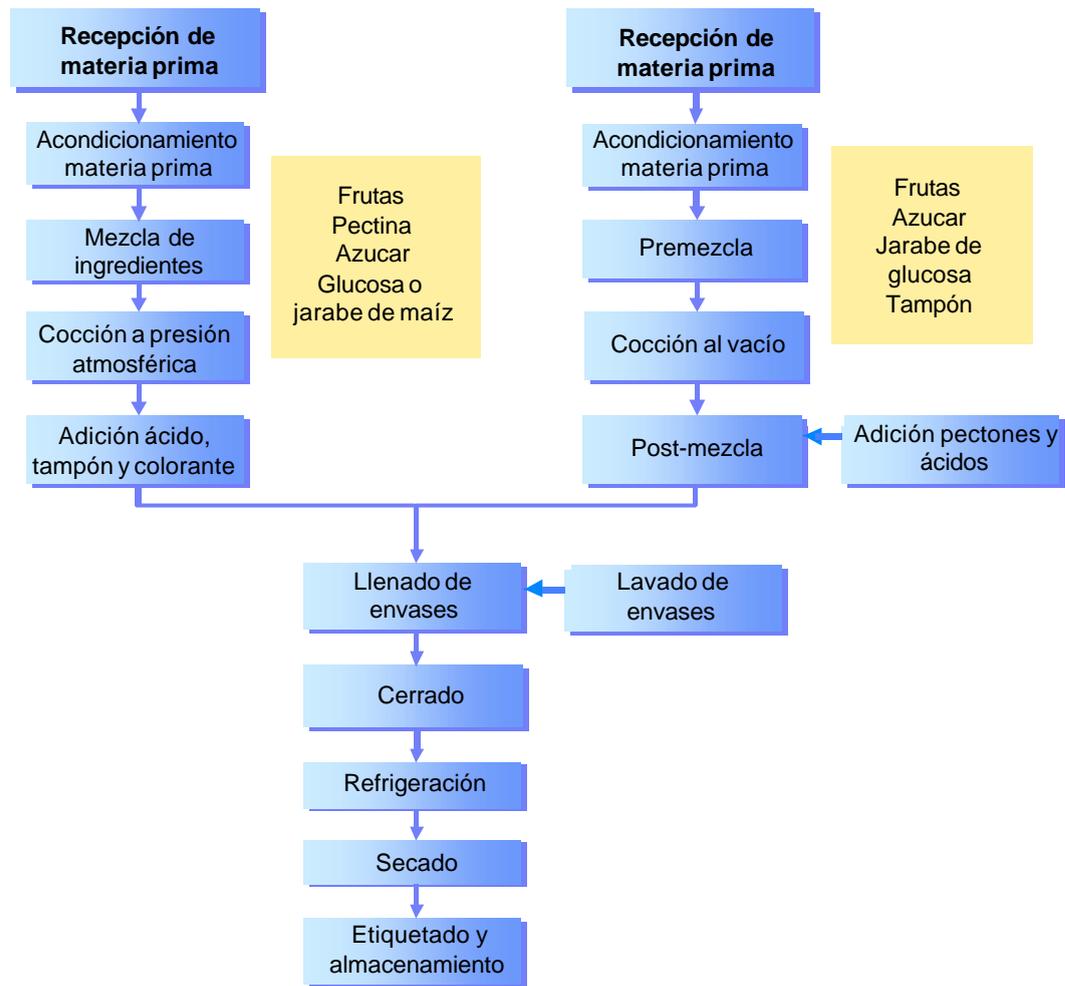


Figura 3.18. Proceso de elaboración de mermeladas

### 3.3.1.3. Conservas frutas en almíbar

Tras la recepción y pesaje de las frutas, se realiza una selección de los frutos dañados y de los que no cumplen con las especificaciones. Se suele partir de frutas sabor) adecuadas y con una estructura correcta que les permita recibir el tratamiento térmico sin deteriorarse. Una vez son seleccionadas, se realiza la medición de los grados Brix y la acidez.

Las frutas son lavadas con agua potable, y posteriormente se pelan y trocean. La operación de pelado se realiza generalmente por pelado químico, no obstante, en algunos casos como en peras y manzanas se sigue empleando el pelado mecánico.

Las máquinas utilizadas para éstas están diseñadas exclusivamente para cada una de éstas frutas. En ellas, se colocan manualmente en unos dispositivos giratorios y mediante una cuchillas móviles, cuya presión es regulable, se realiza el pelado. Estas máquinas además del pelado realizan las operaciones de descorazonado y cortado en forma de medios frutos, cuartos, etc.

El tipo de troceado dependerá del tipo de fruta: cubos, rodajas, gajos, barras. Los trozos no deben ser muy pequeños o delgados, para que puedan mantener la estructura una vez que estén en contacto con el almíbar y reciban el tratamiento térmico.

Los trozos se colocan en mallas o mantas limpias y se sumergen en almíbar caliente por un período igual o inferior a un minuto. Esta operación supone el escaldado de la fruta. Posteriormente se saca la fruta del baño en almíbar y se deja escurrir.

Una vez escurridos, los trozos de fruta son colocados en los frascos o recipientes utilizados para su conservación, los cuales son debidamente lavados y esterilizados con agua caliente al igual que las tapas. Posteriormente se añade el almíbar caliente ( a temperatura de ebullición), el cual se distribuye homogéneamente en el envase, cubriendo totalmente las frutas. Se elimina el aire ocluidos y se cierran los recipientes.

El almíbar, que en este tipo de conserva cubre las funciones del líquido de gobierno, es una solución de azúcar en agua, estando el azúcar en cantidad suficiente para tener un medio líquido, con el sabor dulce requerido de acuerdo a los grados Brix de la fruta y del producto final.

Dicho líquido de cobertura cubre las siguientes funciones:

- Transferir el calor necesario para la esterilización del producto, ya que el calor no puede aplicarse directamente del recipiente a la fruta porque sino se quemaría.
- Mantener suaves y apetitosas los trozos de fruta, sin que pierdan su estructura.
- Evita la oxidación de la fruta protegiéndola del contacto con el oxígeno del medio, evitando que la fruta cambie de color y pierda sus características organolépticas.

Antes de proceder al tratamiento de esterilización, los envases son lavados en duchas de agua a presión para eliminar los residuos de fruta o almíbar que hayan podido quedar en la superficie del envase. Una vez esterilizados, se secan los envases y se etiquetan pasando a ser almacenados.

#### **3.3.1.4. Conservas de vegetales al natural**

##### **3.3.1.4.1. Procesado de espárragos**

El espárrago fresco llega a las plantas de procesado desde el campo en vehículos frigoríficos para su mejor recepción, pesado y lavado, teniendo los turiones un manejo especial para el mejor aprovechamiento de los mismos.

La materia prima es seleccionada para rechazar el producto que llegue en mal estado y posteriormente es cortada a las dimensiones requeridas para los diferentes envases, pudiéndose ser estos tanto de hojalata como de vidrio. Posteriormente es lavada utilizando agua clorada que permite eliminar la carga bacteriana.

Las operaciones siguientes de escaldado, pelado y calibrado se realizan en orden diferente según el tipo de pelado que se realice.

En el caso de los espárragos blancos se pueden aplicar tres tipos de pelado: mecánico en fresco, manual en fresco, y pelado mecánico una vez escaldado.

En el mercado existen dos modelos de equipos de pelado mecánico con cuchillos: circular y rectangular. El primer sistema consta de un carrusel giratorio en el que hay distribuidos veinte cabezales o vasos neumáticos destinados a recibir los espárragos y otros tantos pares de cuchillas en pinza que efectúan mecánicamente el pelado. Los espárragos se colocan manualmente en los cabezales, suspendidos verticalmente por la yema. Las cuchillas en pinza suben abiertas y se cierran abrazando al turión y al descender producen dos peladuras por las caras opuestas. Al final del giro del carrusel y de los cabezales, los turiones, ya pelados, caen a un compartimiento, desde donde son transportados hasta la sección de escaldado.

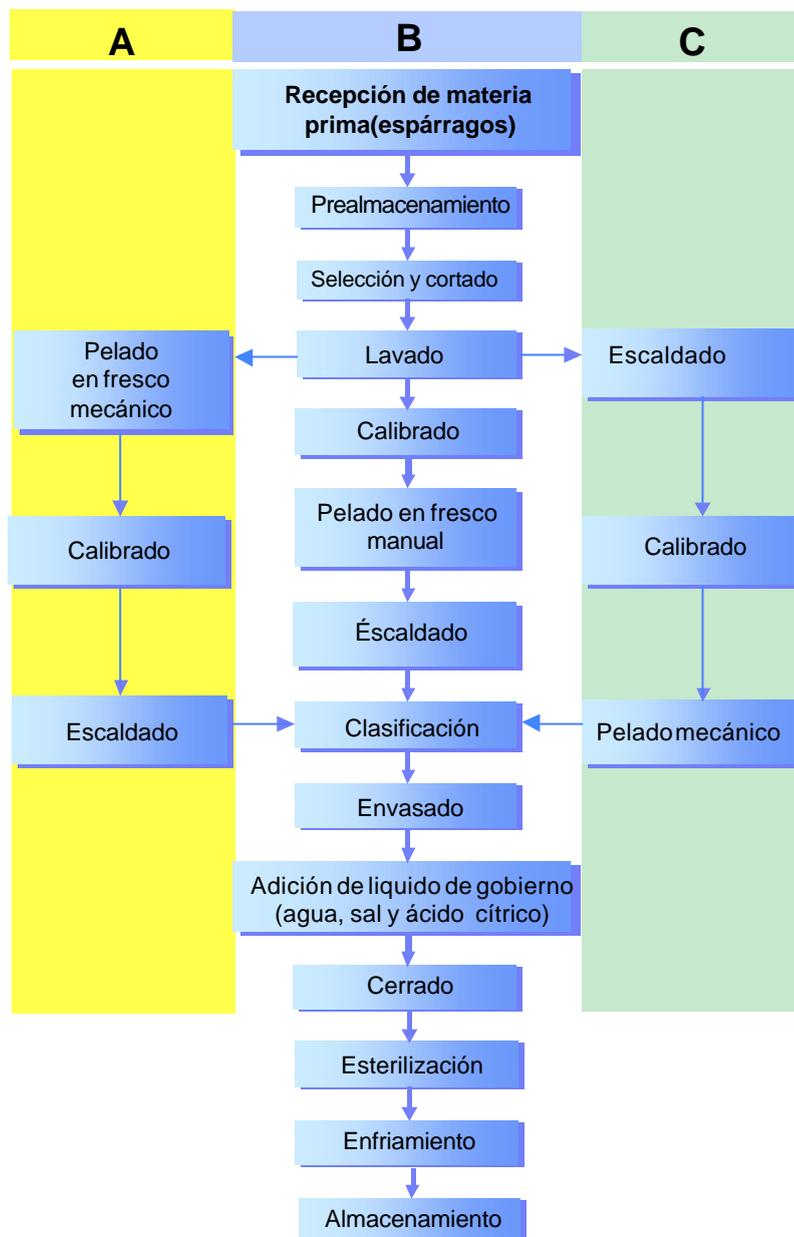
El escaldado, operación en la que el producto es precocido por contacto con agua caliente, tiene como objetivo desactivar enzimas que provocan la oxidación y degradación del sabor de los espárragos. Esta operación es también conocida por el nombre de Blanqueo. Seguidamente se aplica un golpe frío al producto para evitar el sobrecocimiento de éste.

La clasificación de los espárragos se hace de acuerdo al diámetro y a la calidad de las puntas. Una vez realiza dicha clasificación el espárrago escaldado es transportado hasta las mesas de envasado y pesado. La colocación del producto en los envases puede ser mecánica o manual.

Durante el llenado es importante controlar el peso para alcanzar el peso mínimo escurrido establecido según normativas. Durante este proceso de llenado el espárrago está constantemente en contacto con agua para evitar deshidratación.

Una vez el producto se encuentra en el interior de los envases, éstos son llenados con el líquido de cobertura calentado, hasta la ebullición, en marmitas de acero inoxidable. Seguidamente se elimina el aire contenido en el envase a partir de chorros de vapor y se cierran herméticamente. A partir de duchas de agua clorada se retiran los restos de producto o líquido de cobertura del exterior de los envases.

Los envases pasan al tratamiento de esterilización. Una vez esterilizados los envases se revisan minuciosamente durante el etiquetado y empaquetado, pasando a ser almacenados.



A) Pelado mecánico en fresco y escaldado posterior;

B) Pelado manual en fresco y escaldado posterior C) Escaldado y pelado mecánico posterior

Figura 3.19. Proceso de elaboración de espárragos blancos en conserva

### 3.3.1.4.2. Procesado de pimientos en conserva

Una vez recibida la materia prima, se realiza una selección previa en la cual se separan los pimientos verdes, los dañados o defectuosos. Posteriormente se realiza el pelado, y para ello existen varias opciones de proceso. Así se puede aplicar el pelado con llama o el pelado químico.

En el primer caso, pelado con llama, los pimientos son asados en hornos rotatorios, que son unos cilindros inclinados, recubiertos interiormente por una capa de material refractario. La llama producida por el quemador, tipo centrífugo o atomizador, se inyecta por la parte baja del cilindro atravesándolo en casi toda su longitud. Los pimientos, transportados por un elevador, entran por la parte superior y por acción de la gravedad y el movimiento de rotación del cilindro, van rodando hasta la salida. Esta rotación permite exponer toda la superficie del fruto a la acción directa de la llama.

Posteriormente la piel quemada, se elimina mediante un tambor rotatorio de malla metálica, seguido de un lavado con duchas de agua. No es necesario un escaldado posterior ya que los pimientos quedan asados tras estas operaciones.

En el caso del pelado químico, los pimientos seleccionados se sumergen en una solución de NaOH (18-20%) a 95-97 °C durante un tiempo de 40-50 segundos. Tras este período la piel es eliminada por la acción del agua a presión. Los pimientos son transportados a través de un tambor giratorio de varillas o superficie rugosa, con duchas de agua a presión situado a lo largo de eje central.

Para eliminar la acción de los restos de NaOH que hayan podido quedar, el producto es lavado en un baño que contiene una solución ácida. En este caso, el pimiento debe ser escaldado.

Una vez pelados, se realiza un repaso y selección del producto y una clasificación por color y tamaño. Los pimientos pasan entonces a ser envasados y se les adiciona el líquido de cobertura que está formado por una solución de ácido cítrico de pH inferior a 4.4.

Antes de cerrar los envases, se precalientan para eliminar el aire que pueda quedar ocluido en el interior. Una vez cerrados se lavan y se les aplica el tratamiento térmico de esterilización.

Posteriormente se secan los envases, se etiquetan y pasan a su almacenamiento.

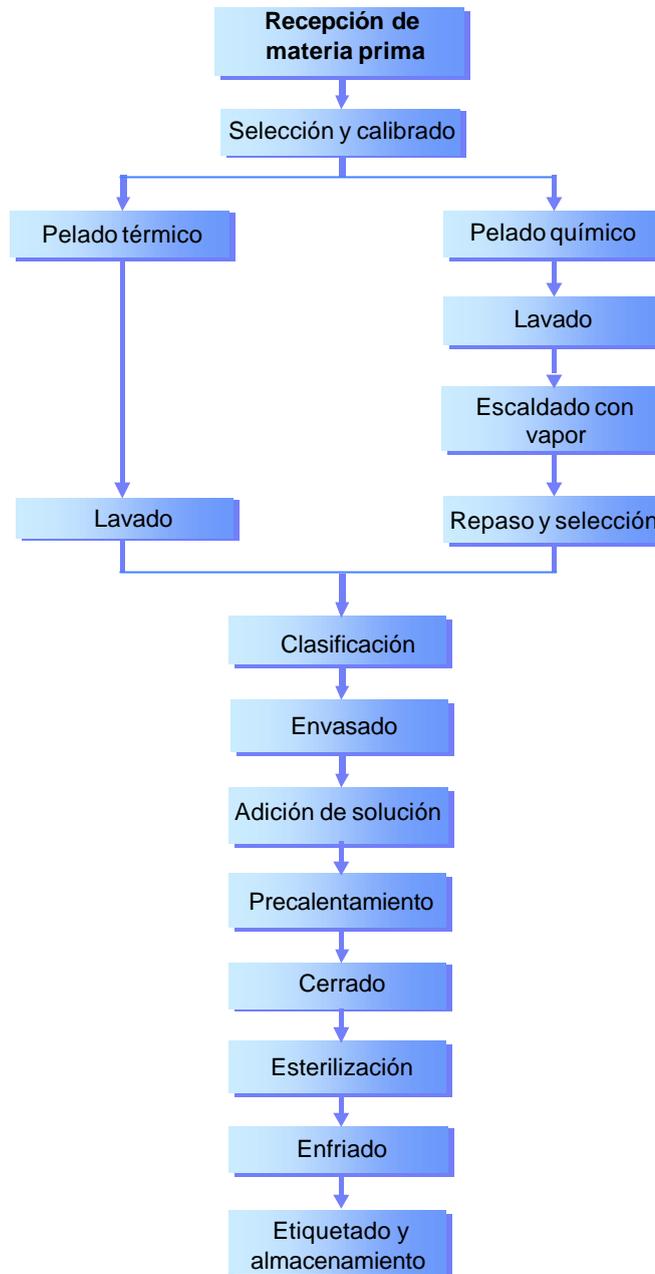


Figura 3.20. Proceso de elaboración de pimientos en conserva

### 3.3.1.4.3. Procesado de corazones de alcachofas en conserva

Tras ser recepcionada la materia prima, se procede a su selección y calibrado. En esta operación, normalmente realizada de forma manual, las alcachofas en mal estado son rechazadas, y se realiza una clasificación por tamaños de los diferentes frutos recepcionados.

Posteriormente se lavan para eliminar restos de tierra, piedras o otros contaminantes que puedan haber en la superficie. Una vez lavados, se cortan los tallos de las alcachofas hasta una longitud inferior a tres centímetros. Los frutos pasan después a ser escaldados, por inmersión en agua a una temperatura de 96-98 °C durante un período de 10-20 minutos, dependiendo del tamaño y consistencia del fruto.

Una vez escaldados, los extremos fibrosos de las brácteas son cortados. Los equipos que existen para realizar dicha operación consisten en un transportador de copas que conduce los frutos hasta la sección de pelado, que realiza la operación en dos fases:

Una primera donde se recortan las brácteas, y una segunda donde se tornea el fondo de la alcachofa, de forma que las brácteas externas quedan desprendidas del fondo de la base del receptáculo. A continuación los frutos pasan por un tambor rotatorio de varillas, donde por efecto del roce de unos frutos con otros y por de los de las varillas, se elimina dichas brácteas.

Otra versión de línea consta de dos máquinas. En la primera se corta el pedúnculo y las brácteas de los frutos sin escaldar. Posteriormente se escaldan y pasan a una segunda donde se extrae el fondo mediante una cuchilla especial accionada por aire a presión que se adapta automáticamente a la forma del fruto.

Los corazones de alcachofa son repasados y seleccionados antes de ser envasados. Una vez dentro de los recipientes, se adiciona el líquido de gobierno, que consta de una salmuera con ácido cítrico con pH inferior a 4.4. Antes de pasar a cerrar los envases, se precalientan, y una vez cerrados se lavan.

Los recipientes son esterilizados, enfriados y secados para su almacenamiento.

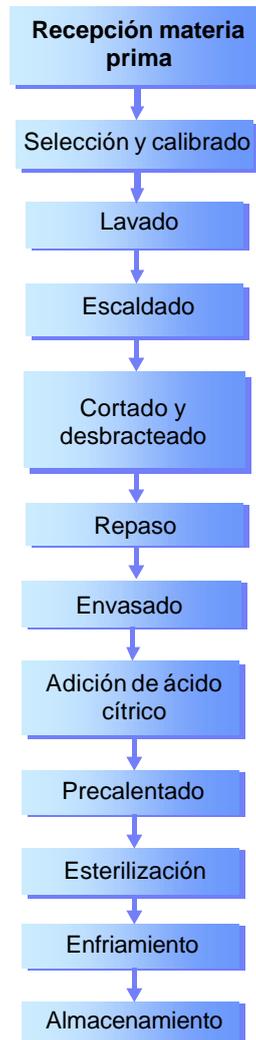


Figura 3.21. Proceso elaboración corazones de alcachofa

#### **3.3.1.4.4. Procesado de judías verdes**

A la recepción de las judías verdes, estas pasan a su procesado con un calibrado previo de las vainas mediante el sistema de cribas de tambor, las cuales están constituidas por unos cilindros de malla o láminas metálicas perforadas que ruedan en posición casi horizontal.

Una vez calibrado el producto se procede al despuntado de los extremos de las vainas, pasando a un segundo calibrado.

Existen en el mercado unas cortadoras especiales para judías verdes. El primer paso es la eliminación de los extremos en una despuntadora que esencialmente consiste en un cilindro perforado que gira con una ligera inclinación y con cuchillas fijas en el exterior. Las puntas de

las vainas pasan a través de las perforaciones y son cortadas por la cuchilla. A continuación la vaina se corta transversalmente o en tiras axialmente.

Posteriormente se lleva a cabo un repaso del producto, para evitar que hayan quedado vainas sin despuntar, y se procede al lavado.

Para la cocción de las judías se les aplica el tratamiento térmico de escaldado por inmersión en agua a 78-80 °C. Si el producto no va a ser envasado inmediatamente, se enfría mediante la utilización de agua para que no se deteriore.

Las judías son envasadas por lo general en envases metálicos, a los cuales se les adiciona salmuera en caliente como líquido de gobierno. Una vez cerrados los envases, se realiza el tratamiento térmico de esterilización. El producto esterilizado, es enfriado y secado para su posterior etiquetado y almacenado.



Figura 3.22. Proceso de elaboración de judías verdes en conserva

### **3.3.1.5. Conservas de vegetales en salmuera (encurtidos)**

Para la elaboración de las aceitunas, estas deben ser recogidas cuando su tamaño es óptimo pero antes de llegar a su madurez completa.

Una vez en la industria, son seleccionadas y calibradas. Posteriormente se colocan en baños de lejía (solución de hidróxido sódico de concentración entre 1,25-2,5%) Las aceitunas permanecen en el baño durante un tiempo suficiente para eliminar la mayor parte de su amargor. La penetración de la lejía debe ser entre dos tercios o tres cuartos de la distancia al hueso.

Las aceitunas son, entonces, totalmente lavadas en un proceso que dura de uno a dos días hasta que se hallan libres de lejía. Si el lavado se prolonga demasiado se pierden los hidratos de carbono necesarios para la fermentación, en cambio si quedan residuos de lejía no se produce la fermentación por la pérdida de bacterias.

Acto seguido se trasladan las aceitunas a barriles o tanques de salmuera que contienen un 11% de sal manteniéndose esta concentración añadiendo sal cuando se necesita.

La fermentación es mucho más lenta que la de los pepinillos, y a menudo, es necesario incubar a 25 °C para acelerar el proceso. Es frecuente añadir glucosa para mantener la fermentación.

Una vez finalizada la fermentación, se procede a llenar los envases, ya sean de vidrio, metálicos o bolsas. Se añade la salmuera, de una concentración del 7%, que puede contener también ácido láctico.

La salmuera puede ser añadida en caliente, para evitar la presencia de oxígeno dentro del envase. Si no se añade en caliente, una vez llenado los envases se elimina el aire ocluido mediante chorros de vapor.

El producto puede ser pasterizado, tratamiento térmico suficiente en el caso de las aceitunas para una correcta conservación, ya que el producto durante la fermentación se aplica el descenso de pH del producto (valores alrededor de 3,5) por acción de las bacterias lácticas que se desarrollan y de la actividad del agua por la entrada del NaCl en las aceitunas. La acción de todos estos factores lleva a que estos alimentos sean estables a temperatura ambiente durante largo tiempo.

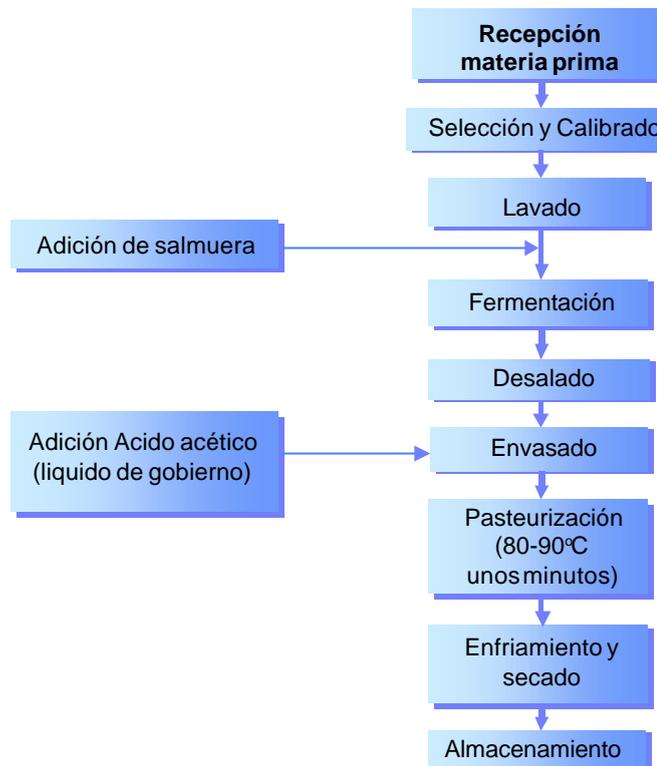


Figura 3.23. Proceso de elaboración de aceitunas

### 3.3.1.6. Conservas de setas

Una vez que la materia prima llega a la conservera, es sometida a una inspección y calibrado preliminar controlando los restos de tierra adherida al champiñón, el color y consistencia de este, así como la presencia de defectos (rotos, insectos, humedad exterior)

Posteriormente se acondiciona el producto, operación que incluye el cortado del pie, bien de forma manual o mecánica, a una longitud menor o igual al diámetro del sombrero.

Una vez acondicionado, se transporta por agua efectuándose un lavado hasta llegar a la etapa de blanqueo, que consiste en el escaldado del producto. Esta operación se realiza con agua o vapor durante 5-7 minutos dependiendo de la frescura del champiñón, así como de su tamaño y estado de madurez.

Una vez blanqueado, el champiñón es enfriado hasta temperaturas inferiores por debajo de 30 °C, con el fin de obtener un producto de mejor calidad. El enfriado se lleva a cabo en tanques de agua limpia y fría, a donde se transporta el producto rápidamente ya que exposiciones al aire superiores a los 30 segundos pueden causar importantes decoloraciones y pardeamientos en su superficie.

Posteriormente, el producto es envasado, teniendo en cuenta que se deben llenar los envases con cantidades de producto superiores al volumen que se desea obtener finalmente ya que, el champiñón presenta disminuciones importantes de volumen.

Al adicionar la salmuera se deja un espacio de cabeza, no siendo éste superior al 10% de la altura de la lata. La salmuera es calentada antes de ser añadida hasta temperaturas de unos 72 °C.

Una vez incorporada, se cierran los envases sin que transcurra mucho tiempo ya que se enfriaría dicha solución y se obligaría a la creación de vacío por métodos mecánicos como el chorro de vapor.

Los envases cerrados son lavados para eliminar los restos que puedan haber quedado tanto de producto como de salmuera, y pasarán al tratamiento de esterilización. Tras dicho tratamiento, se enfrían inmediatamente hasta unos 38 °C. Los envases deben estar secos cuando se proceda a introducirlos en cajas. Una vez etiquetados y encajados los envases, el producto es almacenado.

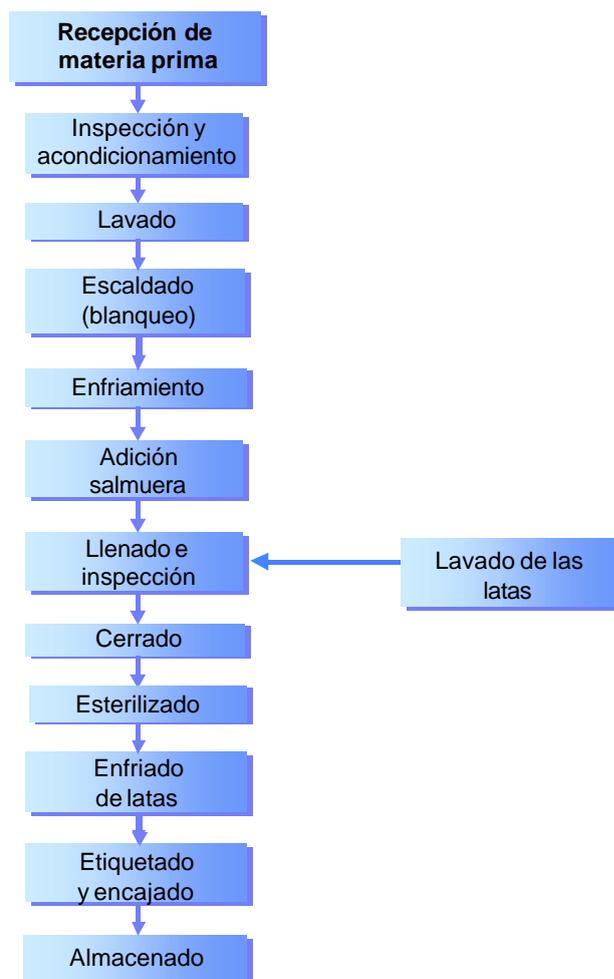


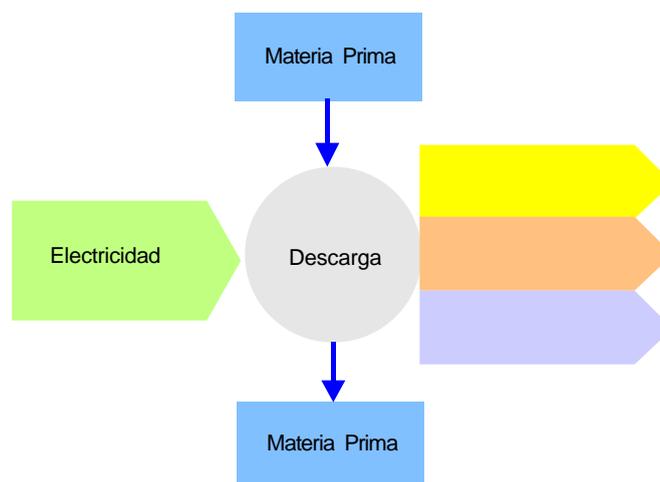
Figura 3.24. Proceso de elaboración de setas enlatadas

### 3.3.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales

#### 3.3.2.1. Descarga

Cuando el producto debe ser transportado desde largas distancias, normalmente se realiza una refrigeración del producto o el transporte en camiones refrigerados. Los métodos de enfriamiento varían notablemente de un producto a otro. Tanto el aire frío como la inmersión en agua fría son procedimientos bastante empleados. También se utiliza hielo triturado para mantener el producto frío.

Una vez el transporte llega a la industria, se descarga y se procede al almacenaje en condiciones refrigeradas.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Frutas y verduras	1 000 kg	Frutas y hortalizas	1 000 kg
Electricidad	3 kw/h		

#### 3.3.2.2. Lavado

En esta operación lo que se pretende es eliminar la suciedad, tierra, bacterias superficiales, mohos y otros contaminantes que presenta el producto en su superficie.

Se suele realizar previo al procesado del producto con objeto de evitar averías en las instalaciones, por piedras, huesos u objetos metálicos y de ahorrar tiempo y dinero que consume el procesado de componentes desechables. Además, la eliminación de estas pequeñas cantidades de alimentos contaminados puede evitar pérdidas posteriores producidas por la proliferación de los microorganismos.

Existen en el mercado diferentes equipos de lavado que se basan en dos sistemas: métodos húmedos y métodos secos.

Dentro del primer sistema se encuentran las modalidades de lavado en remojo, mediante duchas, por flotación y por ultrasonidos. Se utiliza para eliminar la tierra de vegetales como la remolacha, zanahorias y otras raíces, y residuos de pesticidas de las verduras y frutas blandas. El lavado mediante pulverización de agua a gran presión es el método más satisfactorio.

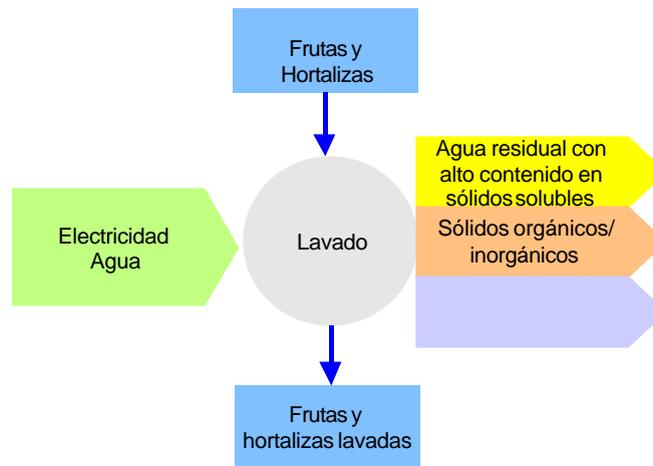
Dicho sistema no origina polvo y deteriora menos los alimentos, pero en contra da lugar a grandes volúmenes de efluentes que generalmente llevan en suspensión una elevada concentración de sólidos.

Con objeto de reducir costes, siempre que es posible, el agua utilizada se reaprovecha, previo un proceso de filtración y cloración

En el caso de productos de pequeño tamaño, de mayor consistencia mecánica y menor contenido en agua, el sistema de limpieza utilizado es el seco. Dicho sistema requiere generalmente instalaciones más baratas y originan un efluente concentrado seco cuya eliminación resulta más barata.

Dentro de la gama de equipos que realizan este sistema de limpieza nos encontramos los clasificadores por aire, separadores magnéticos o de cribas.

El lavado debe ir seguido de un buen escurrido, para eliminar los restos de agua de los productos y facilitar las operaciones posteriores.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Frutas y hortalizas	1 000 kg	Frutas y hortalizas	950-999 kg
Agua	0,1-1 m3	Agua residual	0,1-1m3
Electricidad	1 kw/h	Sólidos solubles	1-50 kg
		Sólidos orgánicos/inorgánicos	1-10 kg

Tabla 3.17. Balance de energía y materia en el lavado

### 3.3.2.3. Inspección, Selección

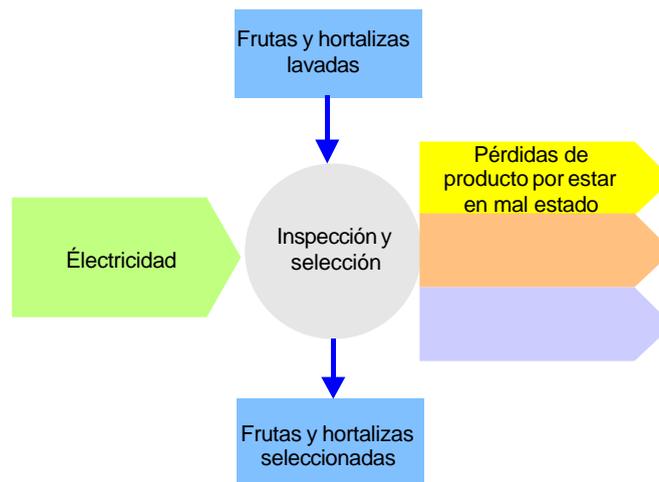
Antes de pasar al procesado, el producto debe ser inspeccionado. Dicha operación se lleva a cabo mediante control visual por parte de un equipo de personas que trabajan a uno o ambos lados de una cinta o mesa de inspección. El producto fluye a través de una cinta móvil y el personal retira de dicha cinta el producto que ve defectuoso. En el caso de cítricos y tomates los equipos llevan incorporados unas barras cilíndricas de forma que a la vez que la fruta avanza va girando, pudiéndose inspeccionar toda su superficie.

Hoy en día existen muchos equipos que realizan dicha operación de forma automática como por ejemplo los seleccionadores electrónicos por color, que detectan aquellos productos que presentan defectos o están descoloridos.

Un punto importante es la separación de los objetos metálicos que puedan acompañar al producto. Para ello se colocan separadores magnéticos en la línea de inspección.

Una vez realizada la selección de la materia prima los productos vegetales pueden sufrir un prealmacenamiento en cámaras con temperaturas y humedades relativas determinadas, o bien pueden pasar directamente a la siguiente operación.

Las cantidades de residuos orgánicos que se generan en dicha operación son importantes, aunque pueden ser reaprovechadas sin necesidad de un pretratamiento ya que el producto está entero y no presenta en su superficie residuos de sustancias químicas.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Frutas y hortalizas	1 000 kg	Frutas y hortalizas	900-990 kg
Electricidad	0,1-0,5 kw/h	Pérdidas de producto por estar en mal estado	10-100 kg

Tabla 3.18. Balance de materia y energía en la inspección y selección

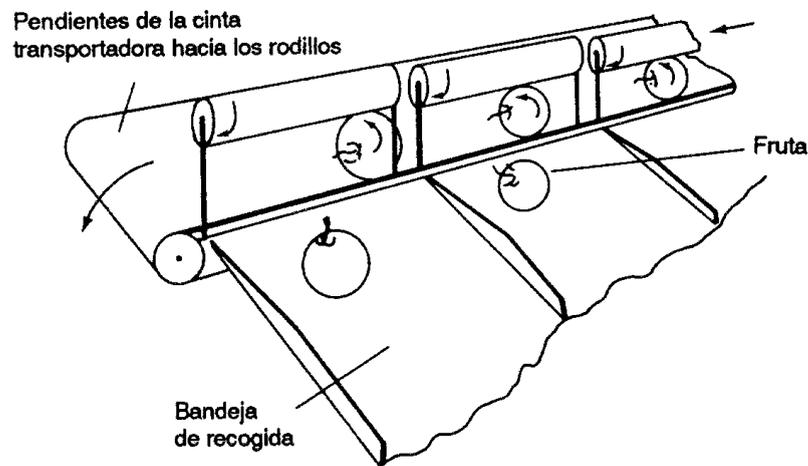
### 3.3.2.4. Clasificación o calibrado

Esta operación consiste en clasificar el producto según los diferentes criterios como es el tamaño, color o el peso. En el caso del tamaño es muy importante su correcta clasificación ya que el alimento va a sufrir posteriormente un tratamiento térmico, y para que éste sea lo más adecuado posible, el producto debe presentarse con tamaños homogéneos.

Para realizar la operación de clasificación por tamaño se puede hacer bien manualmente o mecánicamente. Las modalidades mecánicas se basan en cribas tanto de abertura de tamaño fijo o variable.

Dentro de las cribas de abertura fija las más corrientes son las planas y las de tambor. La plana múltiple está constituida por una serie de cribas inclinadas y horizontales con un tamaño de abertura que oscila entre 20 micras y 125 mm fijas en el interior de una estructura vibratoria. Las unidades de producto, más pequeñas que el tamaño de las aberturas, caen a través de ellas hasta que llegan a una criba de tamaño de abertura menor.

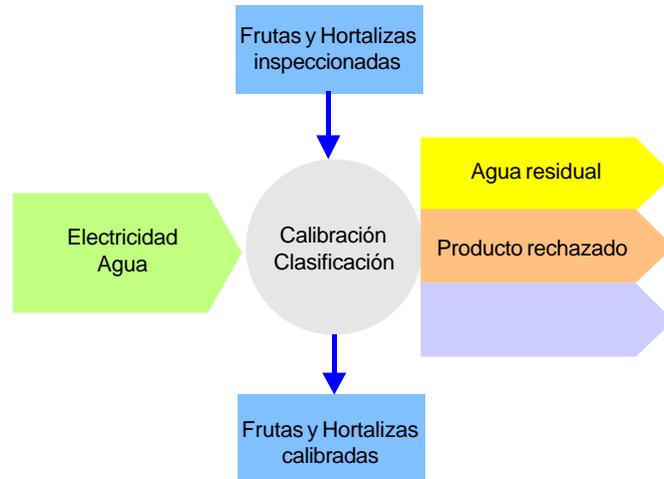
En el caso de cribas de tambor, se utilizan para la clasificación de alimentos de pequeño tamaño como guisantes o judías. Dichos equipos están constituidos o unos cilindros de malla o lámina metálicos perforados que ruedan en posición casi horizontal.



La cribas de abertura variable, se utilizan para la clasificación de la fruta, y funcionan a base de rodillos divergentes, cables o cintas sinfín de superficie afelpada en los que, se varia la velocidad de rotación para que el alimento atraviere la abertura de la criba.

La clasificación por color se basa en fotodetectores utilizados para detectar la luz que refleja cada producto y se compara con un estándar preestablecido. Aquello que no se ajuste es rechazado por un chorro de aire comprimido. Se utiliza para productos de pequeño tamaño.

En el caso de la clasificación por peso, más exacta que otros métodos, se emplea para productos de mayor valor. Se utilizan sistemas de aspiración y flotación que se basan en diferencias de densidad. Los guisantes y las judías se clasifican por flotación en salmueras. Aquellas unidades demasiado maduras se hundien mientras que las más verdes flotan.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente Residual	Cuantificación
Frutas y hortalizas	1 000 kg	Frutas y hortalizas	990-1 000 kg
Electricidad	0,1-3 kw/h	Agua residual	0-0,1 m3
Agua	0-0,1 m3	Producto rechazado	30-90 kg

Tabla 3.19. Balance de materia y energía en el clasificado

### 3.3.2.5. Pelado

Constituye una operación preliminar importante ya que, junto con el lavado, elimina la suciedad superficial y la contaminación microbiana asociada.

Los métodos más usados se clasifican en dos sistemas:

**Pelado químico:** Basado en la acción que algunas sustancias químicas, en determinadas condiciones, ejercen sobre las frutas y hortalizas.

#### 1. Pelado alcalino

**Características:** Este sistema utiliza sosa cáustica o lejía, la cual presenta una elevada efectividad y es económica, para el pelado. Es el sistema más utilizado.

El producto limpio entra en un tanque que contiene la solución de sosa cáustica (del 2 al 20%), calentada con vapor. El producto atraviesa el baño mediante transportadores de paletas bien en sistema tambor que gira sumergiendo el producto en la solución y conduciéndolo a través de ésta, o bien a partir de transportador de paletas situado en la parte superior del tanque.

En el caso de tomates, manzanas, peras, en los que las ceras contenidas en la piel dificultan la acción de la sosa, se adiciona al tanque agentes tensioactivos de tipo bipolar.

Después del tratamiento los frutos se lavan con abundante agua a presión separándose la piel de los frutos y eliminando los restos de sosa. Esta operación se suele realizar en tambores giratorios de varillas y superficie rugosa, con duchas a presión. El producto permanece un tiempo dentro del tambor acumulándose, cosa que facilita el desprendimiento de la piel por fricción o roce. Posteriormente el producto pasa a un baño que contiene una solución ácida para neutralizar los restos de sosa y regular el pH del producto. Finalmente para eliminar los restos de piel que queden, se realiza un repaso manual.

Este sistema utiliza grandes volúmenes de agua, así como genera grandes cantidades de agua residual con pH modificados debido al contenido de sosa y ácidos.

## 2. Pelado alcalino en seco

Sistema que consiste en recubrir el producto en una película de sosa cáustica concentrada (20%) mediante inmersión o pulverización. Seguidamente, el producto pasa a la unidad de infrarrojos que consta de un alimentador de frutos y un transportador de rodillos giratorios.

Durante el transporte los frutos están expuestos a la acción de los rayos infrarrojos. La acción combinada de calor y lejía da lugar a la disgregación de la piel y de una capa fina de pulpa, al tiempo que provoca el secado de la superficie.

La piel disgregada se elimina como residuo semiseco por efecto de la fricción de unos frutos con otros al pasar a través de un tambor rotatorio de varillas o de superficie rugosa. Los restos de sosa y de piel que quedan se eliminan finalmente con duchas de agua a presión.

Este sistema se aplica al pelado de patatas sobretodo. Es un sistema que supone un ahorro de agua, y una menor aportación de sosa a las aguas residuales

## 3. Pelado con sales de amonio

Para mejorar el pelado con sosa cáustica se ha diseñado un sistema de pelado cuya solución acuosa contiene ortofosfato de diamonio con agentes tensioactivos.

Dicho procedimiento se puede aplicar a zanahorias y patatas. Se obtienen unos efluentes con menos residuos, y pH más bajo facilitando el tratamiento de los residuos.

## 4. Pelado ácido

Sistema que se aplica al pelado de cítricos para eliminar el albedo de los segmentos o gajos. El proceso consta de dos partes: una primera en un tratamiento ácido para hidrolizar las sustancias pécticas contenidas en el albedo, y una segunda parte en la que se aplica un tratamiento alcalino para disgregar y eliminar el resto de la piel.

**Pelado mecánico:** Fue el primer sistema empleado por la industria conservera de vegetales. Se basan en el uso de cuchillos tradicionales u otros especialmente diseñados para los diferentes productos. Otros mecanismos menos manuales se están empleando en la industria con resultados satisfactorios.

#### 1. Abrasión

En dicho sistema los frutos se someten a un movimiento de giro, de forma que toda la superficie de los mismos está en contacto con la superficie abrasiva, que por fricción desprende la piel. Posteriormente se elimina mediante chorros de agua a presión. En el caso de frutos con piel fina, se utilizan cepillos o la acción combinada de ambos.

Los productos a los que se aplica dicho sistema son tubérculos o raíces.

#### 2. Cuchillos mecánicos

Existen muchos modelos de dicho sistema, debido al diseño específico por tipo de producto a pelar. Se basan en la mecanización del corte realizado por cuchillos.

En un primer momento dicho sistema se aplicó a frutas las cuales presentaban menos dificultades de pelado, pero posteriormente se ha extendido su uso a las hortalizas.

#### 3. Pelado con vapor

Los frutos se tratan con vapor de agua durante un tiempo corto pero suficiente para que los tejidos que hay bajo la piel reduzcan su adherencia para poder separarla.

Existen en el mercado diferentes aplicaciones de dicho sistema:

##### Empleo de vapor a presión

Mecanismo de pelado que presenta mayores rendimientos que el pelado con sosa cáustica, y en el que se inyecta vapor a presión (3-10 Kg/cm<sup>2</sup>) durante 5-10 segundos hasta que la temperatura que alcanza debajo de la piel sea superior a 100 °C.

Posteriormente se elimina la piel mediante rodillos o chorros de agua a presión.

##### Empleo de vapor a presión - vacío

El producto recibe un calentamiento superficial rápido e intenso, seguido de la aplicación de vacío, cosa que provoca la ruptura brusca de la piel y su desprendimiento. Posteriormente se aplica la acción de rodillos o chorros de agua a presión.

##### Empleo de cuchillos

En el caso de los tomates, estos son escaldados y enfriados, para pasar posteriormente por una serie de cuchillos giratorios y dispositivos de material rugoso que eliminan la piel.

4. Pelado con llama

Consistente en someter los frutos a la acción de llamas. Se realiza en hornos rotatorios.

5. Pelado por congelación

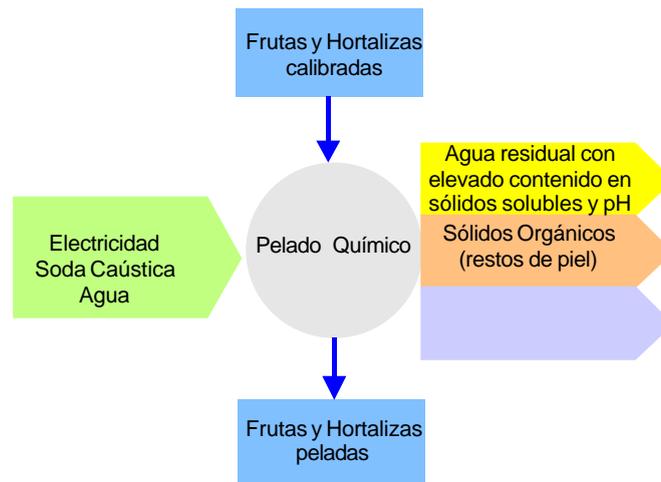
Basado en someter los frutos a una congelación rápida seguida de una descongelación. La piel se desprende debido a los cristales de hielo que se forman en la capa subcutánea que rompen los tejidos. La piel se elimina posteriormente mediante sistemas mecánicos

6. Pelado con aire a presión

Dicho sistema utiliza la acción combinada del pelado mecánico: fricción o cuchillos, y aire a presión, para separar y eliminar los restos de pieles.

7. Pelado con aceite

Consiste en sumergir el producto en un baño de aceite mineral neutro, calentado a 430-440 °C durante 30-40 segundos. Después del tratamiento térmico, los pimientos se transportan por una cinta de malla metálica, donde se escurre el aceite y a continuación se someten a la acción de potentes duchas de agua a presión, para separar y eliminar la piel.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Frutas y hortalizas	1 000 kg	Frutas y hortalizas	400-950 kg
Agua	0,1-1 m3	Agua residual	0,1-1 m3
Soda cáustica	10-200 kg	Sólidos solubles	10-100 kg
Electricidad/Energía Térmica	1-2 kw/h	Restos de piel	50-600 kg

Tabla 3.20. Balance de materia y energía en el pelado químico

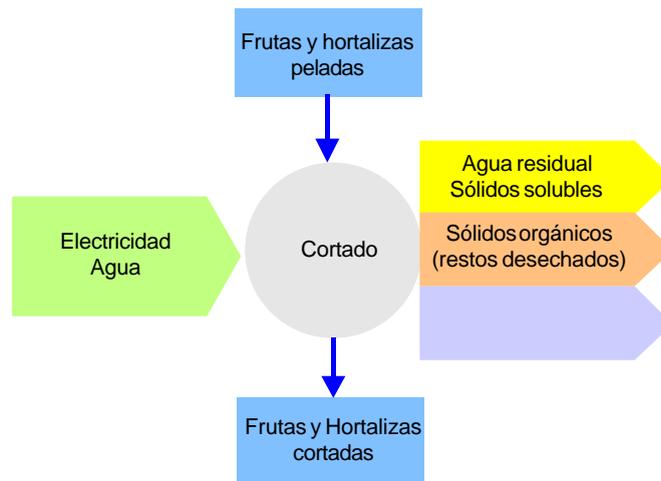
### 3.3.2.6. Cortado

Una vez pelado el producto, se procede a cortarlo ya sea en forma de cubos, rodajas o segmentos, y a retirar el hueso en caso de que contenga.

A pesar de que existen máquinas cortadoras universales y ampliamente utilizadas, cada producto requiere maquinaria diferente a menudo única para el mismo.

En el caso de las judías verdes, el primer paso es la eliminación de los extremos en una despuntadora que esencialmente consiste en un cilindro perforado que gira con una ligera inclinación y con cuchillas fijas en el exterior. Las puntas de las vainas pasan a través de las perforaciones y son cortadas por la cuchilla. A continuación la vaina se corta transversalmente o en tiras axialmente.

Para el deshuesado, operación importante en muchos frutos, en el caso del melocotón, éste es cortado en dos mitades a través del hueso. Después cada mitad se corta a parte.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente Residual	Cuantificación
Frutas y hortalizas	1 000 kg	Frutas y hortalizas	950-1 000 kg
Agua	0-0,1m3	Agua residual:	0-0,1 m3
Electricidad	1 kw/h	Sólidos solubles	1-10 kg
		Restos desechados	0-50 kg

Tabla 3.21. Balance de materia y energía en el cortado

### 3.3.2.7. Escaldado

El escaldado corresponde a un tratamiento térmico de poca duración y a temperatura moderada, cuyo objetivo previo a la esterilización es la eliminación de los gases ocluidos en los tejidos de los productos para:

- Incrementar la densidad del producto para que no flote en el líquido de gobierno.
- Hacer coincidir lo más exactamente posible la presión del interior del envase durante la esterilización y la de saturación del vapor de agua a la temperatura de proceso.
- Impedir la oxidación del producto y la corrosión de la lata durante su vida comercial debida a la presencia de oxígeno en el interior del envase.
- Dar mayor flexibilidad al producto, lo que permite el aprovechamiento de hortalizas ligeramente torcidas y favorece a la clasificación y el llenado de envases
- En algunos casos, eliminar malos olores y fijar el color del producto.

El escaldado se puede realizar mediante dos sistemas: Inmersión en agua caliente, y mediante vapor.

#### 1. Escaldadores por vapor

**Características:** En estos escaldadores el producto se transporta por medio de una cinta transportadora a través de un túnel. A partir de boquillas distribuidas en toda su longitud se inyecta vapor de agua saturado a una presión próxima a la atmosférica. El tiempo de permanencia del producto en el interior se controla regulando la velocidad de la cinta transportadora.

Existen en el mercado diversos equipos con variaciones de diseño que consiguen evitar la pérdida de calor en la entrada y salida del túnel. Así nos encontramos con equipos que disponen de cortinas de agua en la entrada y la salida, o equipos con cierres hidráulicos. Este sistema el agua que entra en contacto con el producto final contribuye a su enfriamiento y posteriormente se hace circular dicho agua al cierre de entrada recuperando así parte del calor que lleva consigo el producto al abandonar el escaldador.

Además del sistema de transporte en cinta transportadora, existen modificaciones en las que se sustituye por corrientes ascendentes formadas por una mezcla de vapor de agua y aire a 95 °C de temperatura y a una velocidad de 4 a 5m/s, consiguiéndose el calentamiento y la fluidificación del producto.

#### 2. Escaldadores por agua

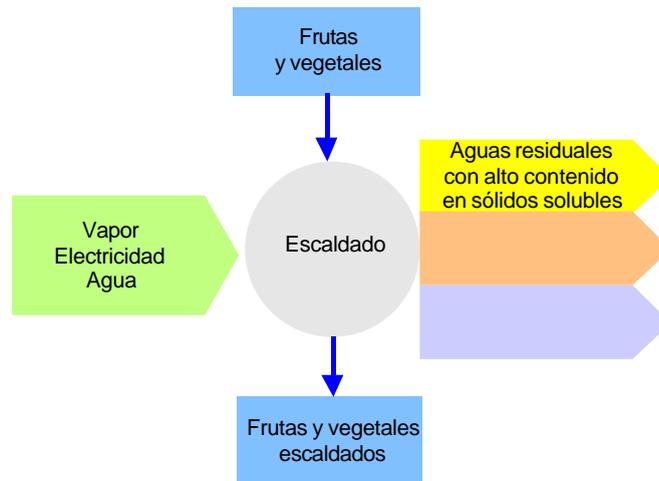
**Características:** Consiste en introducir el producto en un tanque con agua, que se mantiene a la temperatura adecuada, y hacerlo permanecer en el baño el tiempo necesario para que se complete el tratamiento. Dentro del tanque se dispone un tambor perforado coaxial que gira lentamente consiguiendo la agitación y el transporte del producto mediante un tornillo en el interior del tambor.

La calefacción del agua se consigue por inyección directa de vapor, y es necesario mantener su nivel, por adición continua de agua fresca, ya que una parte del agua es absorbida y arrastrada por el producto.

El llenado inmediato de los envases después del escaldado reduce el tiempo de tratamiento, ya que la temperatura de cerrado del envase es más alta. Si el llenado no se lleva a cabo inmediatamente, el producto debe enfriarse con agua para reducir la degradación térmica de éste y prevenir el crecimiento de bacterias que puede tener lugar rápidamente en el producto caliente.

Respecto al consumo de agua y de vapor, aunque las cifras son muy variables de una industria a otra, a grandes rasgos se pueden reseñar las cantidades siguientes: 1 tonelada de agua por 1 tonelada de producto tratado en el caso de escaldado con agua, y 0.150-0.300 tonelada de vapor por 1 Tn de producto en el caso de escaldado con vapor.

Por otra parte el gasto energético no es nada despreciable respecto al total, llegando a representar en el caso de la elaboración del guisante un 40.7% del gasto total.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Corriente Residual	Cuantificación
Hortaliza	1 000 kg	Vegetal escaldado	980 kg
Vapor	150-300 kg	Aguas residuales	0,15-0,3 m3
Electricidad	240 kw/h	Sólidos solubles	0,1-20 kg

Tabla 3.22. Balance de materia y energía en el escaldado de vegetales

El escaldado se comporta como un extractor sólido - líquido y entraña pérdidas de materias solubles por lavado y difusión, hecho que provoca que sea la operación fuente principal de generación de aguas residuales con elevados contenidos en residuos orgánicos.

Con el fin de hacer más eficiente la operación de escaldado necesaria para el procesado de conservas de frutas y hortalizas se han propuesto otros métodos como el uso de las microondas. El método de escaldado rápido individual consiste en someter cada partícula a una atmósfera de vapor durante un período de tiempo relativamente corto, después acumular el producto en un lecho profundo sin posterior aplicación de calor hasta que se produce el equilibrio de temperatura. Este tipo de escaldado permite obtener productos de calidad similar a los logrados por escaldado con vapor o con agua caliente, aunque con menor pérdida de nutrientes y produciendo un 60% menos de efluente.

### **3.3.2.8. Concentrado o Evaporado**

El objetivo de dicha operación es la concentración de la solución de la que se trate para evitar alteraciones microbiológicas cuando el total de sólidos solubles es superior al 65%, así como la ampliación de la conservación y la reducción del volumen almacenado.

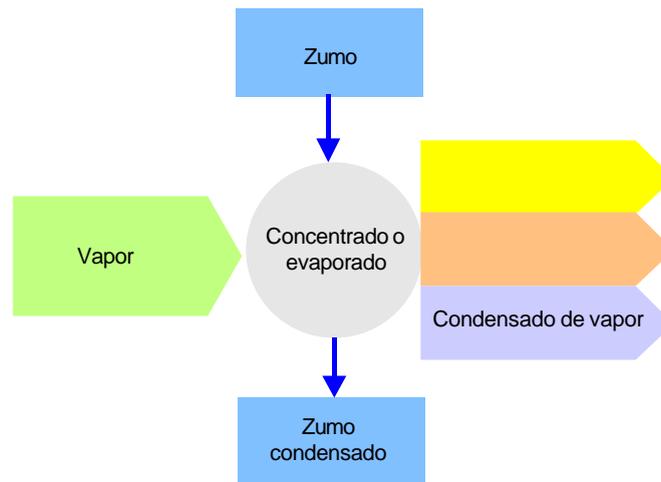
La evaporación consiste en la concentración de una solución por la evaporación de su disolvente. En el caso de la elaboración de zumo puede provocar pérdidas de aroma de la fruta en el agua evaporada y por esto los avances más importantes se han realizado con la recuperación de aromas.

Los equipos existentes en el mercado para llevar a cabo dicha operación se componen de tres elementos básicos:

- La calandria, es el intercambiador de vapor en el que se produce la transferencia de calor entre el fluido calefactor, normalmente vapor, y el fluido a concentrar, en este caso el zumo de frutas.
- Un sistema para separar el vapor producido por la evaporación del agua en el zumo
- Un sistema que elimine el vapor una vez separado del concentrado. Puede tratarse de una bomba de vacío mecánica o de un eyector de vapor.

Es frecuente guardar los concentrados del aroma separados, a baja temperatura y en ausencia de aire, para recombinarlos durante la operación de mezcla.

Los zumos de frutas pueden ser concentrados también mediante congelación lenta y separando el hielo del concentrado del zumo. Esta variante de proceso evita el calentamiento del producto permitiendo obtener un mejor sabor en el producto final. No es muy utilizado, sin embargo, porque se dan pérdidas de sólidos en los cristales de hielo.



Entrada		Salida	
Producto	Cantidad	Corriente Residual	Cuantificación
Zumo	1000 Kg	Producto concentrado (70 ° Brix)	157 Kg
Vapor	200-900 Kg	Condensado	843 Kg

Tabla 3.23. Balance de materia y energía en el concentrado de zumos

### 3.3.3. Aspectos e impactos ambientales

#### 3.3.3.1. Consideraciones generales

Se trata de una industria muy diversificada, ya que las materias primas pueden ser muy diferentes, así como las procedencias, instalaciones y tecnologías utilizadas.

Los principales aspectos ambientales derivados del procesado de conservas de pescado son:

- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Aguas residuales
- Residuos sólidos

Las plantas de procesado vegetales pueden ser de dimensiones muy diversas y se encuentran normalmente cerca de las zonas de producción. Como consecuencia de los elevados caudales consumidos los vertidos suelen ser a cauce público.

Por lo que se refiere a residuos consisten en general en restos orgánicos no utilizables en el producto que tradicionalmente se han procesado en algunos casos para la alimentación animal.

Aspecto medioambiental	Características principales	Operaciones
Consumo de agua	La calidad del agua depende del tipo de operación.	Lavado Escaldado Enfriado Elaboración salmuera Esterilización Enfriado de envases
Consumo de energía	Térmica o eléctrica	Descarga Eliminación partes no deseables Lavado del pescado Cocción o Escaldado Esterilización Concentrado o evaporación Lavado de envases
Aguas residuales	Elevada carga orgánica	Descarga Eliminación de partes no deseables Lavado del pescado Cocción Esterilización Lavado de envases
Residuos orgánicos	Biodegradables	Cortado

### 3.3.3.2. Consumo de energía

La energía se consume principalmente para el funcionamiento de la maquinaria, la producción de hielo, el calentamiento, la refrigeración y la cocción. Dadas las dimensiones de esas industrias, así como:

- La necesidad de frío industrial para la conservación del producto,
- El elevado nivel de automatización y,
- La sucesión de saltos térmicos en el proceso

Supone un elevado consumo. El consumo aproximado de combustible por tonelada de producto asciende a 82 Kg fuel/Tm.

Las fuentes de energía utilizadas son:

- Energía eléctrica suministrada por la compañía eléctrica
- Energía eléctrica producida mediante cogeneración
- Combustibles fósiles para el funcionamiento de la caldera (Fueloil, Gas natural, etc.)

La repercusión de la energía sobre los costes totales del sector es del 2 % y la distribución de la energía utilizada es entre un 80-90 % para el combustible y 20-10 % para la electricidad.

### 3.3.3.3. Emisiones en la atmósfera

La contaminación del aire causada por la industria conservera de vegetales puede ser debida principalmente a:

- Fugas accidentales de gases de los circuitos de refrigeración ( Amoniac y CFCs )  
Las emisiones de CFCs destruyen la capa de ozono.
- Emisiones directas debidas a la combustión de las calderas o indirectas provocadas por el consumo de energía eléctrica.

El impacto ambiental debido a la combustión se muestra en la tabla siguiente:

		Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
<b>consumo</b>		83 kg fuel/tm	83 kg gas-oil/tm	173 kg carbón/tm	229 GJ PCS/tm
<b>Emisiones</b>					
SO2	g/tm cons.	4,477	497	1,161	0
NOX	g/tm cons.	531	222	371	12
CO	g/tm cons.	47	54	271	2
CO2	Kg/tm cons.	239	247	247	5
COV	g/tm cons.	3	2	4	0
CH4	g/tm cons.	10	1	4	0
PART	g/tm cons.	274	22	705	0
N2O	g/tm cons.	1	1	34	0

El consumo energético estimado por tonelada de producto que se ha considerado es el consumo total, dado que sea energía eléctrica o bien energía térmica las fuentes suelen ser combustibles fósiles a excepción de la energía nuclear.

En esta tabla se constata la diferencia abismal de contaminación atmosférica provocada por el gas y por el resto de los combustibles fósiles.

Los principales problemas ambientales derivados son:

- Contribución al efecto invernadero con cantidades importantes de CO<sub>2</sub>
- Contribución a lluvia ácida en el caso de consumo de fuel y con posibilidades de problemas transfronterizos debido a la ubicación de estas industrias
- Contribución a problemas a escala local debido a la presencia de contaminantes tóxicos

Con el fin de visualizar de alguna manera el impacto local sobre el territorio de esta necesidad energética a continuación vamos a valorar los niveles de inmisión partiendo de una hipótesis de trabajo.

Hipótesis de trabajo:

- Zona productora de conservas de vegetales que produce 100 Tm/semana.
- Condiciones meteorológicas de estabilidad que durante una semana con inversión térmica promedio a 500 m y un régimen de vientos que únicamente permite la difusión en un radio de 100 km<sup>2</sup>
- La situación anterior al episodio semanal hace que los niveles de inmisión existentes tienden a cero.
- La difusión al final de la semana es homogénea en la totalidad del territorio y en todas las capas por debajo de la capa límite.

Sobre esta hipótesis, y partiendo de los datos de la tabla anterior confeccionamos la tabla siguiente:

	Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
Emisiones				
SO2	45	5	12	0
NOX	5	2	4	0
CO	0	1	3	0
CO2	2	2	2	0
COV	0	0	0	0
CH4	0	0	0	0
N20	3	0	7	0
PART	0	0	0	0

Datos en µg/m<sup>3</sup> a excepción del CO<sub>2</sub> que es de mg/ m<sup>3</sup>

En esta tabla se constata que la concentración de SO<sub>2</sub> en esta zona se encontraría por encima del límite promedio establecido por la UE para la protección de los ecosistemas (20 µg/m<sup>3</sup>) y aproximadamente la mitad de los niveles de inmisión para la salud de las personas. Para parámetros como las partículas o los óxidos de nitrógeno aunque por si solos no superarían los límites establecidos si tendrían una contribución importante. Dado que la industria conservera se ubica de forma dispersa en el territorio y normalmente se encuentra alejada de núcleos industriales, difícilmente se producirán efectos aditivos a estos valores.

#### **3.3.3.4. Consumo de agua**

La industria conservera utiliza volúmenes importantes de aguas para la elaboración de los distintos productos. Necesita el agua para el lavado de la materia prima, para el pelado, escaldado, concentrado, refrigeración del producto acabado, limpieza de equipos e instalaciones, así como la producción de vapor condensación de equipos frigoríficos y para el consumo doméstico.

Sólo una pequeña porción de agua utilizada, que varía según el tipo de conservas, se consume en la preparación de los líquidos de gobierno. El resto constituye el vertido líquido de la empresa, el agua residual, que como puede deducirse de los usos anteriormente descritos pueden variar desde una gran cantidad de materia orgánica hasta prácticamente nula, aunque, en su conjunto su contaminación es alta.

La principal problemática de la industria conservera de vegetales es que la demanda de agua se produce en periodos muy determinados y relativamente cortos. En algunas zonas en la que la industria conservera de vegetales es muy importante, el agua consumida asciende a unos 20 Hm<sup>3</sup>/año.

El principal impacto que puede provocar captaciones excesivas de agua cuyo origen suele ser los acuíferos de la zona, es la desecación de estos y la falta de agua. En algunas zonas la necesidad de agua de riego, junto el agua necesaria para la transformación exige el trasvase desde otras cuencas.

#### **3.3.3.5. Aguas residuales**

Dentro de una misma empresa la estacionalidad de los productos que se elaboran da lugar a una gran diferencia en las cargas contaminantes que se eliminan a lo largo del año. El agua residual generada en dichas industrias contiene elevadas cantidades de materia orgánica, alta biodegradabilidad y un pH variable.

En algunas zonas en las que la industria conservera tiene una presencia relevante, esta supone una incidencia en la contaminación de las aguas del 50% prácticamente. En algunas cuencas del mediterráneo la industria conservera aporta cada día unas 12.000 toneladas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de un total de 22.500 toneladas que caracterizan las aguas residuales.

En los cultivos hortícolas como los guisantes, judías, espinacas, espárragos, etc. el origen de los vertidos son las aguas de lavado, los sólidos de la clasificación y pérdidas de las máquinas llenadoras.

En el caso de las frutas como melocotones, tomates, cerezas, manzanas, peras o uva, el origen de los efluentes viene del pelado, lavado, clasificación, cortado, y llenado de latas.

Por otro lado, los cítricos se elaboran normalmente en una misma fábrica, en la que, además, se fabrica zumos o concentrados, aceites esenciales, harinas o otros sucedáneos. Las aguas residuales contienen: pectinas, líquidos y pulpa de las prensas, aguas de la refrigeración, aguas de lavado que contienen restos de corteza de la operación de pelado, semillas y frutas dañadas. Todos estos residuos forman una masa gelatinosa y resbaladiza no uniforme y con un contenido de humedad del 83% aproximadamente.

Vegetal	Proceso	DBO (mg/l)
Guisantes	Aguas de lavado	3 700
	Pérdidas en el llenado	13 800
	Fondo del depósito de escaldado	34 500
	Líquido del silo	35 000-78 000
Cítricos	Lavado de la fruta	20-110
	Pelado	30 000
	Cortado	2 500
	Aguas de lavado de tierra	4 000
	Goteos de los trozos de piel	30 000

Respecto al escaldado y enfriamiento posterior, son las operaciones responsables de gran parte de la carga contaminante de los procesos de conserva de frutas y hortalizas tal y como se indica en las tablas siguientes:

Producto	% de carga contaminante respecto al total
Espárrago	40%
Guisante	50%
Judía tierna	37%
Espinacas	48%

Efluentes de la elaboración de espárragos						
Operación	Caudal (l/min)	SST (mg / l)	SSF (mg / l)	DCO (mg / l)	DBO5 (mg / l)	pH
Lavado	26	1 860	1 641	109	65	7,2
Escaldado	3.3	154	58	2 920	2 125	7,2
Enfriado	36.5	95	37	87	72	7,4
Salida de fábrica	70	181	104	425	354	7,1

En el caso de la elaboración de hortalizas encurtidas se producen una serie de aguas residuales de características diferentes, según las técnicas empleadas, pero teniendo todas en común la utilización de salmueras de fermentación, hecho que da lugar al elevado contenido en NaCl y una elevada carga orgánica. Incluso en algunos casos, como es el de las aceitunas de mesa, las aguas residuales presentan, además, determinadas sustancias químicas de tipo polifenólico que poseen efecto bactericida.

Principales características de salmueras típicas			
Características	Aceitunas tipo verde en salmueras	Coles fermentadas	Unidades
PH	3,60-4,30	3,40-3,90	-
NaCl	60,00-90,00	22,00-45,00	g/l
Acidez libre	5,00-10,00	0,40-22,00	g ác.lactico / l
Acidez combinada	0,08-0,12	-	eq/ l
Polifenoles	0,18-0,30	-	g ác. tanico/ l
Color	0,20-0,60	-	Abs. (A <sub>440</sub> - A <sub>700</sub> )
Sólidos en suspensión	0,20-2,00	-	g/ l
Sólidos totales	50,00-80,00	42,00-75,00	g O <sub>2</sub> / l
DBO5	14,00-18,00	8,00-28,00	g O <sub>2</sub> / l
DQO	16,00-26,00	14,00-32,00	g O <sub>2</sub> / l

En líneas generales el impacto de los distintos tipos de aguas residuales se muestra en la tabla siguiente:

Producto	Caudal l/unidad	DBO, p.p.m	Sólidos en suspensión p.p.m
Tomates	17-295	616-1 870	550-925
Maíz	114-439	885-2 936	530-2 325
Judías verdes	396	93	291
Judías verdes y maíz	377	270	264
Verduras mezcladas	46	750	593
Peras	123-161	238-468	340-637
Melocotón	142	1.070	250
Manzanas	101	1.600	300
Cerezas	61	800	185

Los principales impactos ambientales que puede provocar la emisión de contaminantes procedentes de esta industria se basan una DBO5 relativamente alta y en los casos de encurtidos la elevada concentración de sal.

La carga orgánica contaminante de esta agua está constituida principalmente por restos de tejidos que constituyen la materia en suspensión y azúcares y almidones que constituyen la DBO5. La contaminación de las aguas de la industria conservera de vegetales es relativamente simple de eliminar mediante un EDAR biológica.

Por lo que respecta a las consecuencias para el medio el grado de afectación a los ecosistemas, considerando que el sistema de evacuación es el vertido directo a ríos y que los caudales des estos son relativamente bajos, supondrá una contribución importante a la eutrofización de las aguas y la limitación de determinadas especies debido a la alta presencia de sal en el caso de las salmueras.

### 3.3.3.6. Residuos sólidos orgánicos

Los residuos sólidos se generan en las etapas de lavado de la materia prima, en la clasificación o calibración de ésta, en el pelado y cortado. En el resto de las operaciones dichos residuos quedan incorporados en las corrientes de agua residual que se generan, dificultando su recogida y tratamiento.

Para una adecuada eficiencia del proceso productivo se reducen al mínimo los residuos sólidos orgánicos que se generan, ya que dichos residuos suponen pérdida de producto. De ello se deriva que cada día aparezcan métodos de pelado más precisos y ajustados a los formatos de los diferentes productos. La cuantía del efecto medioambiental que se genera en dicho punto depende del sistema de pelado utilizado.

La cantidad de residuos varía de forma muy importante entre las distintas industrias conserveras. En la tabla siguiente se puede apreciar esta variación.

Producto	% Residuo	Producto	% Residuo
Espárrago	45	Pimiento	56
Tomate	25	Alcachofa	67
Judía verde	12	Guisante	5
Patata	10	Champiñón	43
Puerro	38	Zanahoria	30
Melocotón	33	Ciruela	17
Pera	15	Melón	31
Calabaza	35	Cereza	20

Dichos residuos sólidos están constituidos por material lignocelulósico formado por las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis. Es en este sentido que su utilización como fuente de energía se considera el uso de una fuente de energía renovable.

Los componentes de la materia lignocelulósica se clasifican en tres grupos principales: sustancias extrañas, polisacáridos y lignina.

En los últimos años se han desarrollado procesos de transformación de estos residuos dirigidos a la obtención de combustibles y productos químicos, que actualmente se obtienen del petróleo.

### **3.4. Procesado de conservas de preparados cárnicos y platos preparados**

#### **3.4.1. Procesos**

##### **3.4.1.1. Conservas de paté**

Tras la recepción de los diferentes ingredientes que forman parte de la composición del producto final, desde la materia prima cárnica a los condimentos, especias y aditivos que se emplean, se procede a su almacenamiento en las condiciones requeridas según producto hasta el momento de su procesamiento.

Antes de proceder al procesado, las materias primas se acondicionan, realizando operaciones como el deshuesado, troceado, triturado, picado, descongelación, pelado o limpieza.

Una vez acondicionadas las diferentes materias primas, se realiza la mezcla en la cutter de todas ellas en un orden preestablecido para obtener la denominada pasta fina cárnica. La base del funcionamiento de la cutter consiste en la desintegración y mezcla de la masa a partir del movimiento generado por unas cuchillas de material resistente. La cutter puede ser abierta o cerrada y en el caso de la cerrada existe la posibilidad de aplicar vacío para evitar el deterioro de la masa por entrada de aire.

El llenado de los envases se suele realizar al vacío, normalmente acoplando una llenadora al vacío con la cutter. En la llenadora el producto se extruye en la lata o tarro de vidrio vacío. Estos envases han sido colocados en un túnel de lavado para de ahí pasar a la llenadora al vacío.

Los patés se suelen envasar en llenadoras de pistón al vacío para evitar que la pasta arrastre aire al interior del envase reduciendo la transmisión de calor y provocando un llenado no uniforme.

Los envases son cerrados al vacío inyectando vapor en el espacio de cabeza antes de aplicar la tapa. Estas técnicas de cierre al vacío minimizan la posibilidad de oscurecimiento por oxidación de la superficie del producto.

Por ser un alimento muy propenso a la putrefacción bacteriana, el paté es sometido a una esterilización. Tras el tratamiento térmico, los envases son enfriados rápidamente llevándolos a cámaras de enfriamiento con temperaturas lo más cercanas posibles a 0 °C. Posteriormente se realiza el etiquetado para pasar a su almacenamiento final.

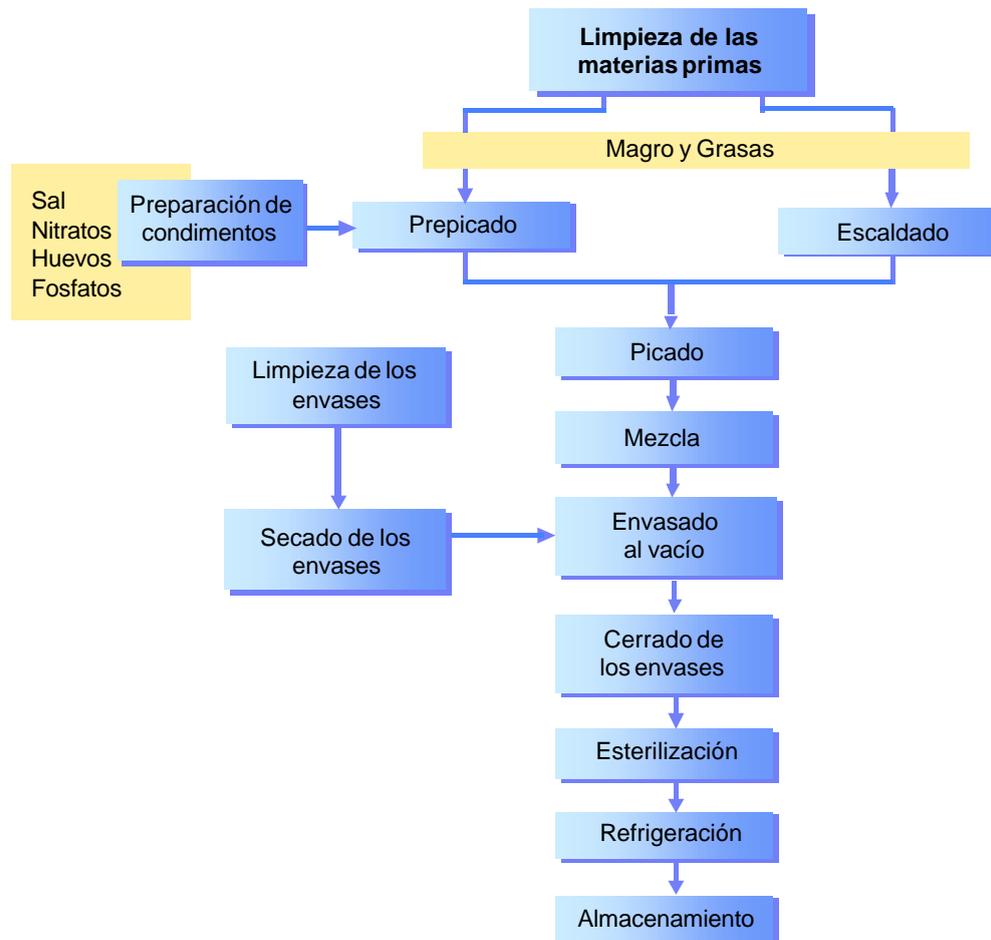


Figura 3.25. Proceso de elaboración de conservas de paté

### 3.4.1.2. Embutidos cocidos

La tecnología base de estos productos puede ser muy similar a la descrita para los patés (elaboración de una pasta fina emulsionada mediante una cutter), aunque en este caso la pasta fina se embute y se cuece previamente al envasado.

Una vez el picado/mezclado en la cutter ha terminado, la pasta fina obtenida pasa a ser embutida.

Acabado el cocido, se realiza el envasado en tarro de vidrio o envase metálico con líquido de gobierno y se le aplica un tratamiento térmico que permita su conservación durante largo tiempo.

Un caso especial es el de los jamones cocidos, de la pieza de jamón de cerdo, se retira el hueso, los tendones, el tejido conjuntivo, la piel, parte de la grasa subcutánea, y otros tejidos deteriorados, intentando mantener la integridad de los paquetes musculares. Esta etapa se realiza rápidamente y en frío.

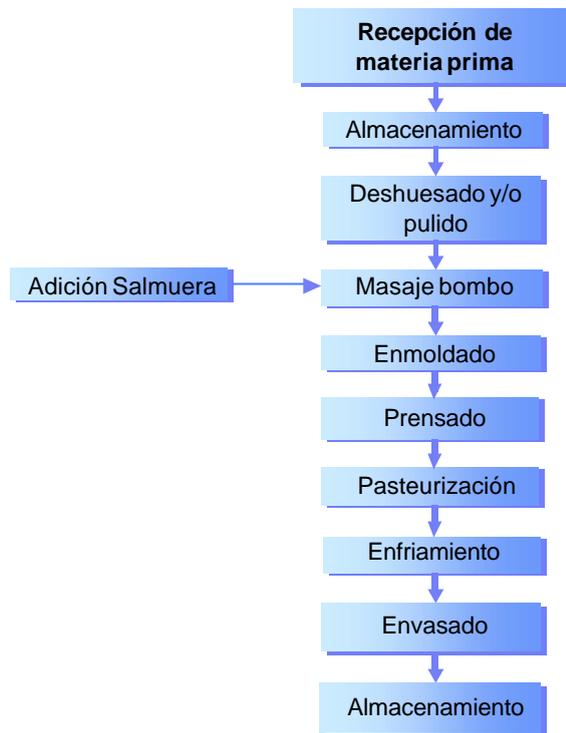
A las piezas deshuesadas se les inyecta una salmuera de curado, utilizando agujas perforadas y se les somete a un masaje discontinuo. La salmuera se introduce en frío para evitar el sobrecalentamiento durante el masaje. Para realizar el masaje, el producto es introducido en un bombo en el que, además, se incorporan los aditivos: gelatina, polifosfatos, conservantes, almidones, etc.

El producto envasado se introduce en moldes y se cuece. Dicho masaje suele durar un tiempo determinado en función de: carga del bombo, cantidad de inyección, revoluciones del bombo, etc.

El masaje tiene como finalidad distribuir la salmuera en el interior de la pieza, facilitar la acción de los aditivos y solubilizar las proteínas que facilitarán la ligazón final del producto.

Una vez masajeados, el producto es introducido en moldes previamente limpios y secos. Se prensa la carne, y se deja reposar para que se elimine el aire. Los moldes son cerrados herméticamente, y sumergidos en agua a una temperatura suficiente que asegure la pasterización de las piezas (65-75 °C), el desarrollo de las características organolépticas deseadas y la formación de la pieza debida a la coagulación de las proteínas.

Terminado el tratamiento térmico, el producto pasa a ser enfriado. Las piezas se sacan posteriormente del molde y son envasadas en el recipiente final. Los envases deben ser almacenados a temperatura de refrigeración, ya que se trata en este caso de un producto pasterizado.



1Figura 3.26. Proceso de elaboración de jamón cocido

### 3.4.1.3. Platos preparados

En el caso de los platos preparados cocinados a vacío, son elaborados en caterings y en la industria alimentaria.

El sistema de cocinado a vacío se desarrolló originalmente en Francia en los años 70, aunque actualmente se utiliza en muchos otros países de Europa y Norteamérica. Se suele realizar de forma semicontinua en producciones a gran escala.

El proceso de elaboración comienza con la recepción de la materia prima: carnes, vegetales, pescados, salsas, etc., la cual suele presentar un acondicionamiento según las necesidades.

Los platos con los alimentos transformados o semi-cocinados se envasan en bolsas plásticas laminadas o en bandejas termoformadas y tapadas con una lámina de aluminio. El primer tipo de envase se utiliza en los caterings mientras que el segundo se emplea para la comercialización debido a su mayor duración.

El equipo de vacío utilizado en dicho proceso varía según el producto, forma de envasado y volumen de producción. La cantidad de aire residual en el envase depende del tipo de producto, ya que los productos vulnerables no pueden someterse a un vacío completo, con lo que la presión residual en el interior suele quedar en 12 Pa.

Algunos envases se someten a una corriente de gas formada por una mezcla de CO<sub>2</sub> (70%) y N<sub>2</sub> (30%) antes de envasar el producto para evitar el aplastamiento de productos delicados como los mariscos. En productos firmes, la presión residual puede bajar hasta 1Pa.

Una vez aplicado el vacío se realiza el cocinado del alimento a temperaturas de pasterización, normalmente por debajo de 100 °C, durante un tiempo superior al normal del cocinado tradicional (habitualmente se duplica) Se utilizan temperaturas no muy elevadas en pescados y carnes, alrededor de 70 °C, y mayores para cocinar vegetales, aproximadamente 95 °C.

Una vez realizado este tratamiento, se somete el producto a un enfriamiento rápido hasta una temperatura de 1-8 °C, para evitar el daño térmico y minimizar el intervalo de temperatura adecuado para la germinación de bacterias (*Clostridium botulinum*) A continuación el alimento se almacena a 0-3 °C.



Figura 3.27. Proceso de elaboración de platos preparados

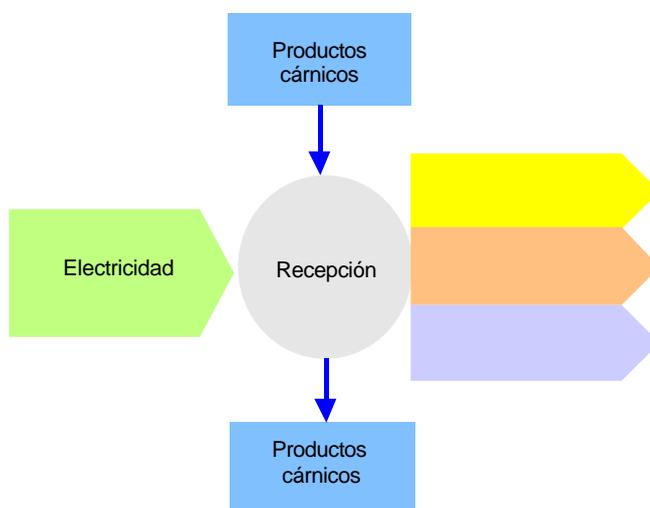
### 3.4.2. Operaciones unitarias y aspectos ambientales

#### 3.4.2.1. Recepción de materias primas

Dependiendo del tipo de industria cárnica que se considere (según su nivel de integración en la cadena productiva) esta operación unitaria abarcará un tipo de materia prima u otra. En este estudio no consideraremos el caso de industrias cárnicas que posean mataderos, ya que estas instalaciones tienen de por sí una problemática ambiental importante y específica que no entra en el alcance de este estudio. Se considerará desde la recepción de carnes de diferente naturaleza.

Las porciones comerciales utilizadas tienen diferentes categorías de calidad según cantidad de grasa y tejido conjuntivo y, por supuesto, condicionarán la calidad final del producto que llega al consumidor.

Lo más importante de esta operación unitaria es la recepción de las carnes a temperatura controlada. Es un punto en el que es frecuente que se rompa la cadena de frío y de que, por tanto, se merme la calidad del producto.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	1 000 kg
Electricidad	1-3 kw/h		

Tabla 3.24. Balance de materia y energía en la recepción de la materia prima

### 3.4.2.2. Acondicionamiento de las materias primas

En este punto se preparan las diferentes materias primas para su entrada al proceso de picado y mezclado. El acondicionamiento es preferible que se realice a temperatura controlada, ya que así también evitamos que se rompa la cadena de frío como en el caso de la recepción.

Una de las primeras fases de este acondicionamiento puede ser seguramente una descongelación. Existen diferentes modalidades de descongelación, se utilizará una u otra dependiendo del tipo de carne y del tamaño de las piezas. Son ejemplos la descongelación a temperatura ambiente controlada, la descongelación mediante agua corriente, la descongelación mediante microondas o la descongelación por vapor. Las pérdidas en peso de la carne durante este proceso pueden ir de un 0 a un 10%, según su naturaleza y las condiciones de descongelación.

El acondicionamiento de la carne propiamente dicho consistirá según los casos en un cortado, deshuesado y eliminación de grasa o tejido conjuntivo. Se trata de una fase poco mecanizada, muy manual, dada la heterogeneidad de formas y calidades de las piezas.

Los residuos derivados de esta operación pueden ser aprovechados por otras industrias especializadas, como pueden ser las elaboradoras de harinas para consumo animal.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	800-1 000 kg
Electricidad	1-2 kw/h	Agua residual:	0-0,1 m <sup>3</sup>
		DQO	0-1 Kg
		Restos cárnicos	0-200Kg

Tabla 3.25. Balance de materia y energía en el acondicionamiento de la carne

### 3.4.2.3. Picado y mezclado

La finalidad de esta operación unitaria es la obtención de una pasta fina emulsionada a partir de los ingredientes que forman parte de la fórmula del producto. Dado que las fórmulas son infinitas, intentaremos establecer un proceso generalizado para todas ellas.

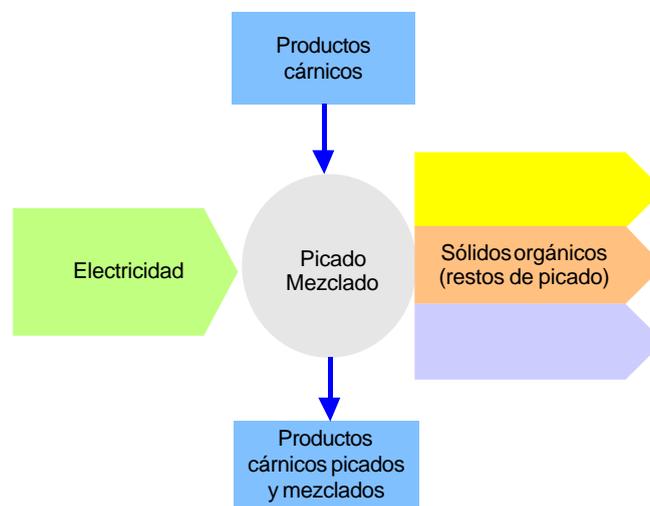
El equipo utilizado es la cutter, de la que ya se ha hablado en apartados anteriores.

La operación suele empezar con la colocación de la carne magra en la cutter para picarla parcialmente. Este magro debe añadirse refrigerado o incluso ligeramente congelado.

Se añaden la sal y otros aditivos como polifosfatos y emulgentes. Se tritura la masa, esta vez más intensamente para destruir la estructura celular de la carne para liberar las proteínas.

Se puede añadir agua en forma de hielo y mezclar para obtener la mezcla magra. El objetivo del hielo viene de la importancia de la evolución de la temperatura de una pasta fina de cara a obtener una correcta emulsión y una buena calidad el producto final.

El último ingrediente a añadir es la grasa, previamente picada a trozos. También debe añadirse refrigerada. Se tritura toda la mezcla hasta obtener una pasta fina homogénea y de correcta emulsión.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	990 - 1 000 kg
Electricidad	5 - 10 kw/h	Restos de picado	0 - 10 Kg

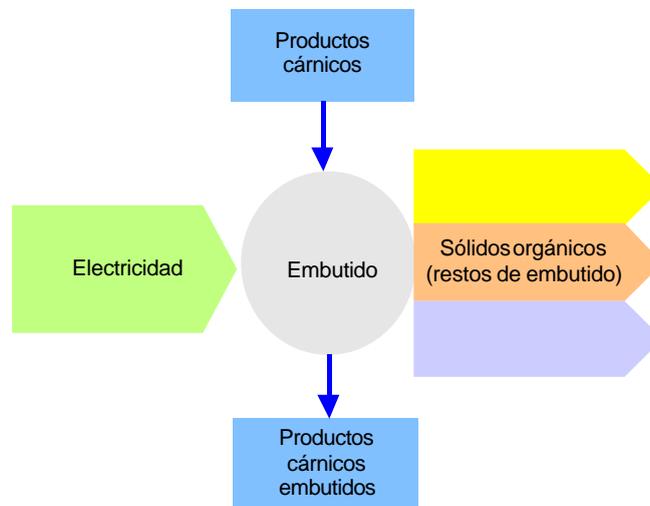
Tabla 3.26. Balance de materia y energía en el picado y mezclado

### 3.4.2.4. Embutido

Una vez el picado/mezclado en la cutter ha terminado, la pasta fina obtenida puede pasar a ser embutida. Las máquinas embutidoras se utilizan para introducir la masa cruda de los embutidos en sus recipientes (tripas naturales o artificiales, latas o frascos), de tal forma que se puedan realizar los tratamientos posteriores. En las industrias más mecanizadas, la embutidora suele estar conectada a la cutter, de manera que se evitan riesgos innecesarios por exposición de la masa al ambiente.

Existen dos variantes de embutidoras en función de que se trabaje de forma continua o discontinua. El tipo de tripa utilizado es el artificial para el caso de embutidos cocidos que se van a mantener posteriormente en conserva.

El relleno, sea del tipo que sea, debe efectuarse estando la pasta fina a una temperatura no excesivamente baja para facilitar su moldeabilidad. Si el embutido se hace a temperatura excesivamente baja, la intensa sobrecarga mecánica que experimenta la tripa durante la operación puede romper la emulsión y con ello dar lugar a la separación de parte de los ingredientes.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	990 - 1 000 kg
Electricidad	1 - 2 kw/h	Restos de embutido	0 - 10 Kg

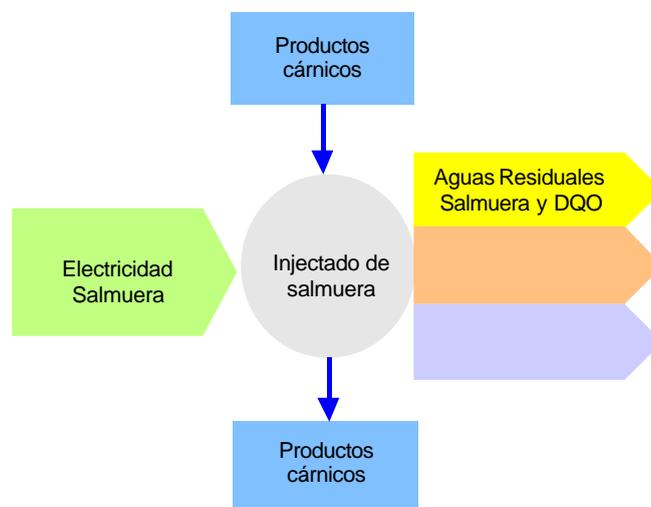
Tabla 3.27. Balance de materia y energía en el proceso de fabricación de embutido

### 3.4.2.5. Inyectado de salmuera

La inyección de salmuera en la industria de elaboración de productos cárnicos como el jamón cocido se puede realizar con inyector de manejo manual o automático.

Los inyectores manuales, que son transportables, ya sólo se utilizan en las empresas artesanales. La presión que se necesita para la inoculación, unos 1,5-2,0 bar, se consigue hidráulicamente o mediante una bomba eléctrica. Los inyectores de accionamiento hidrodinámico (figura) consisten en un recipiente de acero fundido o de acero fino que está dividido en dos cámaras por una membrana elástica de goma.

Los inyectores eléctricos significaron un paso evolutivo en este campo. No son automáticos, pero al menos permiten realizar la inyección de salmuera de manera continua, sin interrupciones. Pero actualmente en la industria casi exclusivamente se utilizan inyectores automáticos de varias o múltiples agujas cuyo principio funcional, no obstante, es el mismo que el de los inyectores manuales eléctricos. Con estos inyectores se puede inyectar de forma continua la salmuera en las piezas de carne con y sin huesos.



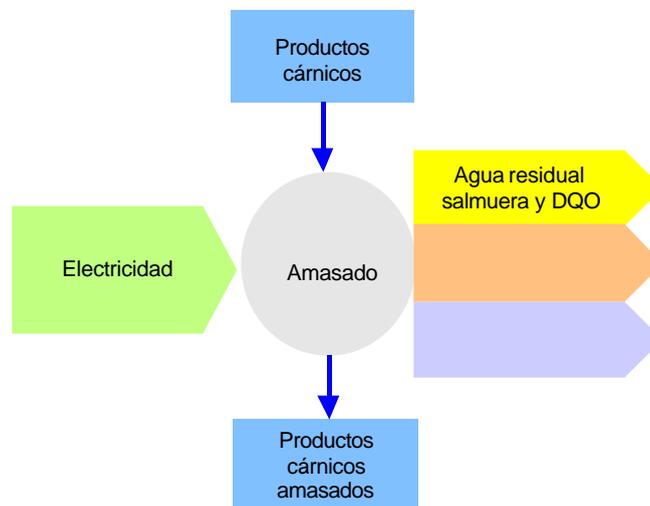
Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	1 050 - 1 250 kg
Electricidad	1 - 3 kw/h	Aguas residuales:	0,01 - 0,1 m <sup>3</sup>
Salmuera	0,1 - 2,5 m <sup>3</sup>	Sales solubles	10 000 - 15 000 ms
		DQO	0,01 - 2 Kg

Tabla 3.28. Balance de materia y energía en el inyectado de salmuera

### 3.4.2.6. Amasado

El masaje consiste mecánicamente en provocar un rozamiento entre los trozos de carne, entre éstos y la pared del recipiente, y entre éstos y los dispositivos agitadores de la máquina amasadora. A veces, los bombos de masaje no sólo “amasan”, sino que también masajean.

Las empresas artesanales suelen utilizar máquinas que se caracterizan por ser de múltiples aplicaciones, no sólo sirven para masaje y golpear la carne, sino también para añadir ingredientes y efectuar la mezcla. Los bombos más simples que se utilizan en las empresas artesanales funcionan por el mismo principio funcional que las hormigoneras. Consisten en un tambor giratorio de acero inoxidable, que se puede cerrar con una tapadera, en un bastidor móvil y en un motor eléctrico.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	900 - 990 kg
Electricidad	2-6 kw/h	Aguas residuales:	0,01 - 0,1 m <sup>3</sup>
		Sales solubles	7 500 - 10 000 ms
		DQO	0,02 - 3 Kg

Tabla 3.29. Balance de materia y energía en el amasado

### 3.4.2.7. Escaldado o cocción

Una vez el embutido está preparado, se realiza la cocción. La intensidad de tratamiento térmico aplicado depende de muchos factores: pH del producto, contenido en conservantes como los nitritos/nitratos, contaminación de la materia prima inicial y la añadida durante el proceso (este último factor de la contaminación es el más importante a la hora de determinar los parámetros de cocción).

No debemos olvidar que la cocción es la que da en último término las características organolépticas al producto. La pasta fina emulsionada embutida se estabiliza y compacta mediante la acción del calor y adquiere unas propiedades de aspecto, olor y sabor determinadas según los ingredientes presentes.

Para la realización del escaldado o cocción de los productos cárnicos se pueden emplear calderas abiertas u hornos - armarios de cocción, en el caso de cocciones discontinuas, y instalaciones de cocción de funcionamiento continuo.

Las calderas abiertas son recipientes redondos o cuadrados con una capacidad que oscila entre 200 y 1.000 litros y que pueden ser de mampostería o estar metidos en armazones de acero y chapas de acero. El tratamiento se realiza con agua. Calentándose ésta a la temperatura deseada antes de introducir los productos en la caldera. Las calderas pueden ser de pared simple o doble.

Las calderas de pared simple se calientan, por regla general directamente con madera, carbón, aceite o corriente eléctrica. En las calderas de doble pared, el calentamiento se realiza empleando vapor de baja presión como medio calefactor, o introduciendo un medio de relleno calentable directamente mediante electricidad entre las dos paredes. Este último sistema permite efectuar el calentamiento desde todos los lados, mientras que las calderas de pared simple se calientan sólo desde abajo.

Las calderas están equipadas con tapaderas abatibles para reducir las pérdidas de calor y el desprendimiento constante de vapor durante el tratamiento. Sobre todo cuando se emplean baterías de calderas, se instalan campanas extractoras (exhaustores) La alimentación de las calderas de gran tamaño se realiza con cestas introducibles, que se transportan mediante aparejos o trenes eléctricos de avance.

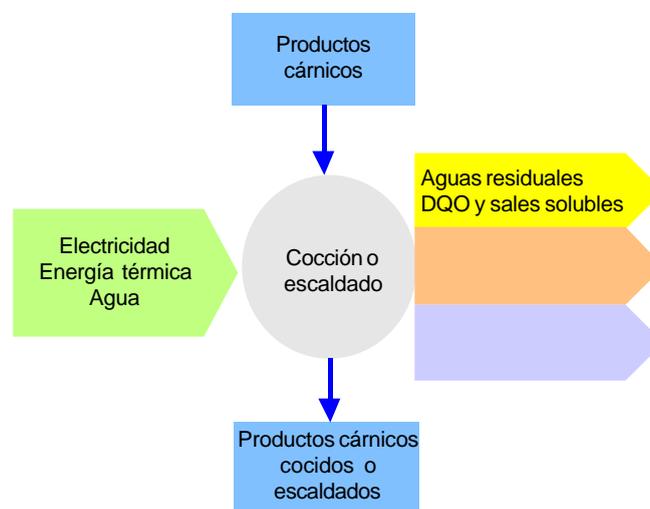
En el caso de aire caliente están formados por un armazón de acero revestido con una doble pared de chapas de acero o aluminio con aislamiento. El producto se introduce en la cámara sobre chapas introducibles perforadas o en carretillas verticales equipadas también con chapas perforadas. El calentamiento se realiza mediante electricidad, gas, aceite o vapor de baja presión. En las fases húmedas del proceso se emplea aire caliente saturado en humedad circulando intensamente.

El tratamiento con aire permite rebajar las pérdidas por calentamiento hasta un 50% en comparación con el tratamiento con agua. Además, se pierden menos sustancias aromáticas y menos vitaminas hidrosolubles.

Los equipos de cocción de funcionamiento continuo son instalaciones de gran tamaño que se emplean para escaldar y cocer en continuo la carne y los productos cárnicos.

Está formada por un recipiente cilíndrico de doble pared y por un tambor giratorio y perforado en el interior del cual se halla soldado un tornillo sinfín de avance. El calentamiento es indirecto mediante vapor, agua caliente o aceite portador de calor.

El tornillo sinfín impulsa en continuo, durante todo el proceso de calentamiento, el producto desde la entrada hasta la salida. Una bomba de circulación remueve constantemente el caldo de cocción que se produce, manteniéndose éste a un nivel constante con ayuda de unas sondas de medida y de una válvula magnética de alimentación.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Productos cárnicos	1 000 kg	Productos cárnicos	850 - 1 000 kg
Electricidad / Energía térmica	5-15 kw/h	Aguas residuales:	0,01 - 1 m <sup>3</sup>
Agua	0,1 - 1 m <sup>3</sup>	DQO	0 - 10 Kg

Tabla 3.30. Balance de materia y energía en el escaldado o cocción

### 3.4.3. Aspectos e impactos ambientales

#### 3.4.3.1. Consideraciones generales

Los principales aspectos ambientales derivados de la elaboración de conservas de carne y platos preparados son:

- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Aguas residuales

Las plantas de procesamiento de carne no son por lo general de grandes dimensiones y se encuentran ubicadas en lugares muy diversos, pero principalmente cerca de la producción cuando son grandes (zonas agrícolas y ganaderas) y cerca del punto de consumo cuando son pequeñas (polígonos industriales cerca de grandes ciudades)

Los vertidos de las industrias grandes ubicadas en zonas agrícolas suelen ser directos a cauce público, en la mayoría de los casos previa depuración. Los vertidos de las industrias pequeñas situadas en polígonos industriales suelen verter en colectores comunes que pueden estar tratados a través de una EDAR urbana o propia del polígono.

Por lo que se refiere a residuos suelen tener muy poca trascendencia ambiental, puesto que la mayor parte de la materia prima proviene de mataderos u otras industrias transformadoras. La mayor parte de los residuos que generan suelen ser residuos de envases de materia prima.

Uno de los principales impactos a escala local de este tipo de industrias son los malos olores debidos al desprendimiento de aromáticos del proceso de cocción.

El consumo de energía también es significativo, y de carácter térmico.

Aspecto medioambiental	Características principales	Operaciones
Consumo de agua		Inyectado de salmuera Cocción o escaldado Picado Enfriado Limpieza
Consumo de energía	Térmica o eléctrica	Picado Amasado Cocción o escaldado Esterilización
Aguas residuales	Elevada carga orgánica	Inyectado de salmuera Cocción Enfriado Limpieza

### 3.4.3.2. Consumo de energía

La energía se consume principalmente para el funcionamiento de la maquinaria, el calentamiento, la refrigeración y la cocción.

Dadas las dimensiones de esas industrias, así como:

- La necesidad importante de frío industrial para la conservación del producto.
- La necesidad de transmitir energía mecánica al producto para su elaboración (picado, amasado).
- La necesidad de realizar sucesivas cocciones.

Supone un elevado consumo. El consumo aproximado de combustible por tonelada de producto asciende a 77 Kg fuel/Tm.

Las fuentes de energía utilizadas son:

- Energía eléctrica suministrada por la compañía eléctrica
- Energía eléctrica producida mediante cogeneración
- Combustibles fósiles para el funcionamiento de la caldera (Fueloil, Gas natural, etc.)

La repercusión de la energía sobre los costes totales del sector es del 1.5 % y la distribución de la energía utilizada es entre un 40-70 % para el combustible y 60-30 % para la electricidad.

### 3.4.3.3. Emisiones a la atmósfera

La contaminación del aire causada por la industria conservera cárnica y de platos preparados puede ser debida principalmente a:

- Fugas accidentales de gases de los circuitos de refrigeración (Amoniaco y CFCs). Las emisiones de CFCs destruyen la capa de ozono.
- Emisiones directas debidas a la combustión de las calderas o indirectas provocadas por el consumo de energía eléctrica.

El impacto ambiental debido a la combustión se muestra en la tabla siguiente:

		Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
<b>consumo</b>		77 kg fuel/tm	77 kg gas-oil/tm	160 kg charbón/tm	212 GJ PCS/tm
<b>Emisiones</b>					
SO2	g/tm cons.	4,148	461	1,075	0
NOX	g/tm cons.	492	205	343	11
CO	g/tm cons.	44	50	251	2
CO2	Kg/tm cons.	221	229	229	4
COV	g/tm cons.	2	2	3	0
CH4	g/tm cons.	9	1	3	0
PART	g/tm cons.	253	21	653	0
N2O	g/tm cons.	1	1	32	0

El consumo energético estimado por tonelada de producto que se ha considerado es el consumo total, dado que sea energía eléctrica o bien energía térmica las fuentes suelen ser combustibles fósiles a excepción de la energía nuclear.

En esta tabla se constata la diferencia abismal de contaminación atmosférica provocada por el gas y por el resto de los combustibles fósiles.

Los principales problemas ambientales derivados son:

- Contribución al efecto invernadero con cantidades importantes de CO<sub>2</sub>
- Contribución a lluvia ácida en el caso de consumo de fuel y con posibilidades de problemas transfronterizos debido a la ubicación de estas industrias
- Contribución a problemas a escala local debido a la presencia de contaminantes tóxicos

Con el fin de visualizar de alguna manera el impacto local sobre el territorio de esta necesidad energética a continuación vamos a valorar los niveles de inmisión partiendo de una hipótesis de trabajo.

Hipótesis de trabajo:

- Zona productora de conservas de cárnicas o platos preparados que produce 100 Tm/semana.
- Condiciones meteorológicas de estabilidad que durante una semana con inversión térmica promedio a 500 m y un régimen de vientos que únicamente permite la difusión en un radio de 100 km<sup>2</sup>
- La situación anterior al episodio semanal hace que los niveles de inmisión existentes tienden a cero.
- La difusión al final de la semana es homogénea en la totalidad del territorio y en todas las capas por debajo de la capa límite.

Sobre esta hipótesis y partiendo de los datos de la tabla anterior confeccionamos la tabla siguiente:

	Fuel	Gas-oil	Carbón	Gas
<b>Emisiones</b>				
SO2	45	5	12	0
NOX	5	2	4	0
CO	0	1	3	0
CO2	2	2	2	0
COV	0	0	0	0
CH4	0	0	0	0
N2O	3	0	7	0
PART	0	0	0	0

Datos en µg/m<sup>3</sup> a excepción del CO<sub>2</sub> que es de mg/m<sup>3</sup>

En esta tabla se constata que la concentración de SO<sub>2</sub> en esta zona se encontraría por encima del límite promedio establecido por la UE para la protección de los ecosistemas (20 µg/m<sup>3</sup>) y aproximadamente la mitad de los niveles de inmisión para la salud de las personas.

Para parámetros como las partículas o los óxidos de nitrógeno aunque por si solos no superarían los límites establecidos si tuviesen una contribución importante. Dado que la industria conservera se ubica de forma dispersa en el territorio y normalmente se encuentra alejada de núcleos industriales, difícilmente se producirán efectos aditivos a estos valores.

Para las industrias situadas cerca de grandes ciudades su contaminación se sumaría a la del resto de las industrias, calefacción y tráfico rodado.

#### **3.4.3.4. Consumo de agua**

Las industrias de conservas de carnes y platos preparados consumen principalmente el agua para inyectado de salmuera, cocción o escaldado, picado, enfriado y limpieza.

La demanda de agua se produce durante todo en año de un modo regular salvando puntas causadas por el aumento del consumo.

El principal impacto que pueden provocar captaciones excesivas de agua cuyo origen suele ser los acuíferos de la zona, es la desecación de estos y la falta de agua en el caso de grandes consumos.

#### **3.4.3.5. Aguas residuales**

Una parte del agua utilizada, que varía según el tipo de conservas, se consume en la incorporación del producto además de los líquidos de gobierno. El resto constituye el vertido líquido de la empresa, el agua residual, que como puede deducirse de los usos anteriormente descritos pueden variar desde una gran cantidad de materia orgánica hasta prácticamente nula, aunque, en su conjunto su contaminación es media.

En la operación de inyección de salmuera a la masa de producto cárnico, los restos de salmuera que provienen de las pérdidas de salmuera producidas durante el inyectado presentan una elevada conductividad, aunque no representa un gran impacto ya que son volúmenes bajo, alrededor de un 15% de la salmuera utilizada.

La operación que presenta un mayor impacto es la de cocción o escaldado, en la que se generan aguas residuales con un elevado contenido en sangre, grasas, proteínas, azúcares, especias, aditivos, fragmentos de piel y otros tejidos. El volumen de vertido es medio pero la carga contaminante es elevada. Dicha carga es variable en función de que la operación de escaldado se realice con el producto envasado o no.

El consumo aproximado de agua en estas industrias es muy variado como consecuencia de la gran variedad de productos a elaborar, sin embargo, un dato orientativo puede ser entre 5 y 10 m<sup>3</sup>/Tm. En la tabla siguiente se muestran los distintos índices de contaminación para distintas operaciones:

Operaciones	Sólidos (mg/l)		Nitrógeno (mg/l)		DBO (mg/l)	Ph
	Total	Suspensión	Orgánico	NH <sub>3</sub>		
Sala de procesamiento de la carne	26 480	1 800	85	12	2 040	7,3
Adobo de la carne	34 100	1 720	255	25	460	6,7
Limpieza	9 560	920	110	17,5	1 960	7,3
Elaboración del adobo	140 000	-	2 750	40	18 000	5,6
Embutido	11 380	560	140	4	800	7,3
Mantecas	4 000	1 380	190	50	2 200	6,7
Subproductos	4 000	1 380	190	50	2 200	6,7

Los principales impactos ambientales que puede provocar la emisión de contaminantes procedentes de esta industria se basan en una DBO<sub>5</sub> media. La carga orgánica contaminante de esta agua está constituida principalmente por restos de tejidos que constituyen la materia en suspensión, y proteínas, grasas e hidratos de carbono.

Dados los estrictos requisitos de higiene de este sector cabe destacar la presencia de detergentes y desinfectantes procedentes de la limpieza de utensilios e instalaciones.

Por lo que respecta a las consecuencias para el medio el grado de afectación a los ecosistemas, considerando que el sistema de evacuación es el vertido directo a ríos y que los caudales de estos son relativamente bajos, supondrá una contribución importante a la eutrofización de las aguas y la limitación de determinadas especies debido a la alta presencia de sal en el caso de las salmueras.

Cuando las aguas se vierten una vez depuradas el impacto es prácticamente nulo.

### **3.5. Operaciones auxiliares en la elaboración de conservas y aspectos ambientales**

#### **3.5.1. Limpiezas estructurales**

##### **3.5.1.1. Descripción de la operación**

Las limpiezas generales suelen hacerse mediante agua con la adición de detergentes de pH generalmente básico, (el caso más típico es el de la sosa), ácido o bactericidas. El agua se suele aplicar con manguera, y a una presión variable; a medida que incrementamos la presión reducimos la necesidad de agua, también se aplican baños de espuma y posteriormente agua. En algunas instalaciones se alternan los pH de los detergentes para evitar las incrustaciones del calcio de aguas muy duras.

También es usual el incremento de la temperatura del agua de limpieza con tal de incrementar sus propiedades detergentes y desinfectantes, o el uso de vapor y en algunos casos líquidos criogénicos, aunque con interesantes propiedades, como la minimización de las corrientes residuales, presentan un elevado coste.

De todas maneras es muy común para limpiar grandes superficies, suelos o paredes, la aplicación de grandes cantidades de agua a una presión relativamente baja y sin la adición de ningún detergente, usándose la fuerza del agua para arrastrar los restos orgánicos, una alternativa válida a estos sistemas incluyen el uso de maquinaria adecuada, fregadoras automáticas a baterías, con opción de prebarrido y conductor a bordo.

Otro aspecto relacionado con la limpieza viene dado por la purga de circuitos, básicamente de refrigeración o de calderas; generalmente compuesto de agua con aditivos químicos.

##### **3.5.1.2. Aspectos ambientales**

Las tareas de limpieza se realizan con la aplicación de agua, como vehículo para sustancia detergentes, de diversos pH, y bactericidas, con el fin de llevarse los restos orgánicos considerados como suciedad, por lo que al final nos queda un efluente con una carga contaminante variable, dependiendo de las instalaciones o máquinas que se han limpiado, y con un pH también variable, dependiendo del tipo de agente limpiante utilizado. Además, podemos encontrarnos que el uso de bactericidas pueda inhibir el posterior tratamiento biológico de las aguas residuales.

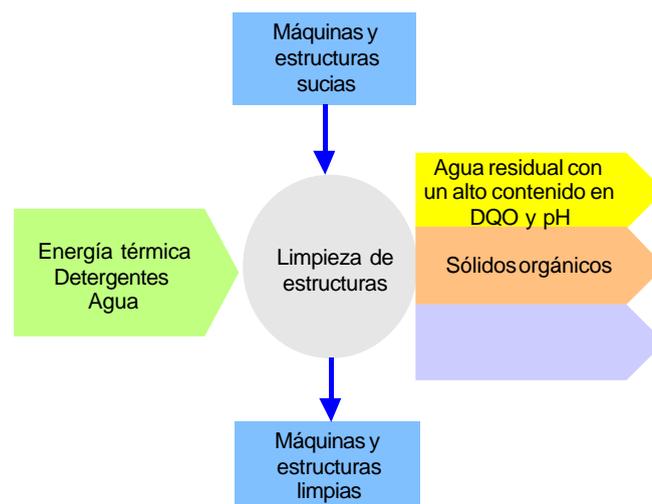
También es usual el incremento de la temperatura del agua para incrementar su poder detergente, o en algunos casos el uso de vapor o líquidos criogénicos, los cuales, aunque a un elevado coste presentan propiedades interesantes, pues en el caso del CO<sub>2</sub> y del N<sub>2</sub>, no producen en sí corrientes residuales.

Hoy en día se tiende a reducir el consumo de agua en las acciones de limpieza mediante el uso de espumas, sistemas de agua a alta presión y elevada temperatura, cosa que, si tenemos en cuenta que al final la materia a limpiar es la misma, aumentamos la concentración de carga contaminante.

Un aspecto a tener en cuenta para reducir el consumo de agua es el de la reutilización de agua en limpiezas en distintas etapas, de manera que en la última etapa se use agua limpia, la cual es posteriormente reutilizada en limpiezas posteriores. El uso de fregadoras automáticas o CIP puede reducir también el consumo de agua y productos de limpieza.

Otro aspecto a tener en cuenta es si los restos orgánicos a limpiar presentan un alto contenido en aceites y grasa; los detergentes para su limpieza producirán una emulsión de estos productos, emulsión por otra parte difícil de romper en el pretratamiento de aguas residuales mediante métodos mecánicos, basados en la tranquilización y la flotabilidad, o con otros métodos más sofisticados donde intervienen variaciones de pH.

Una forma de reducir la carga contaminante del efluente en cuanto a materia orgánica en suspensión, consiste eliminar todos los sólidos y restos posibles en seco, antes de proceder a la aplicación del agua.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Agua	ALTO	Agua residual:	
Energía Térmica	Medio	DQO	100-10.000 mg/l
Detergentes	Alto	pH	
		Sólidos orgánicos	Alto

Tabla 3.31. Balance de materia y energía en las limpiezas

### 3.5.2. Producción de energía

Se utilizan básicamente dos tipos de fuentes energéticas, la electricidad y las derivadas de los combustibles fósiles, básicamente gas, fueloil y carbón, las cuales se emplean mayoritariamente para la producción de vapor o agua caliente en eras.

#### 3.5.2.1. Electricidad

La gran mayoría de los motores que accionan a las máquinas funcionan con electricidad, y más concretamente suelen ser motores de alterna trifásicos de jaula de ardilla. El uso mayoritario de este tipo de motores se debe, a que no producen emisiones atmosféricas, son silenciosos, baratos, fiables y fáciles de mantener, y la electricidad es una energía fácil de transportar. El impacto de los motores en si sobre el medio ambiente es mínimo, únicamente puede considerarse la grasa y aceite de lubricación, las cuales al ser cambiadas como consecuencia del mantenimiento periódico, generan unos residuos que han de ser tratados de manera específica.

De todas maneras hay que tener en cuenta que la electricidad consumida, procede en su mayor parte de la quema de combustibles fósiles en centrales térmicas, por lo que la contaminación también se genera pero a veces a cientos de kilómetros del punto de consumo.

#### 3.5.2.2. Combustibles fósiles

El uso de este tipo de combustibles, carbón, gas, fueloil y gasoil, se circunscribe mayoritariamente a la producción de vapor y agua caliente, no usándose en este caso la electricidad debido a su bajo rendimiento.

La producción de vapor suele ser en calderas, donde el agua es calentada hasta su ebullición, mediante la quema de combustible fósil, a una presión típica de 6 a 8 bars.

Es habitual utilizar el agua calentada en un circuito cerrado para su reutilización.

La contaminación es la típica de la quema de combustibles fósiles: dióxido de carbono, óxido de nitrógeno y dióxido de sulfuro. La contaminación producida dependerá en gran medida del tipo de combustible, de la calidad de este, de la tecnología usada, del punto de funcionamiento y del mantenimiento de los equipos. Con la quema de un quilo de fueloil con 1% de contenido en azufre, podemos producir 3,5 Kg de dióxido de carbono, 0,01 Kg de óxido de nitrógeno y 0,02 Kg de dióxido de azufre.

En grandes instalaciones, con necesidades considerables de agua caliente, puede usarse un sistema de cogeneración, mediante motor de explosión o turbina de gas, en los cuales, se produce electricidad a modo de grupo electrógeno, y se aprovechan los gases de combustión para la producción de agua caliente o vapor, incluso puede llegar a producirse frío en el mismo proceso; con lo que pueden quedar cubiertas las necesidades energéticas globales de las instalaciones.

Una de las grandes ventajas de los sistemas de cogeneración es el de la no-dependencia del suministro eléctrico exterior, factor muy importante en determinadas situaciones en el cual este no es de calidad, otra ventaja es la posibilidad en determinados países de vender la energía sobrante a la compañía de electricidad en condiciones ventajosas.

Los sistemas de cogeneración suelen montarse doblados o si no se instala una conexión alternativa a la red eléctrica.

Por lo que se refiere a las emisiones, estas suelen relativamente inferiores, al consumo de electricidad y caldera por separado, a que con este sistema conseguimos rendimientos superiores. Únicamente hay que tener en cuenta que si hay motores de explosión de grandes dimensiones suelen ser muy ruidosos, además de los aceites empleados en su lubricación y que hay que cambiar periódicamente.

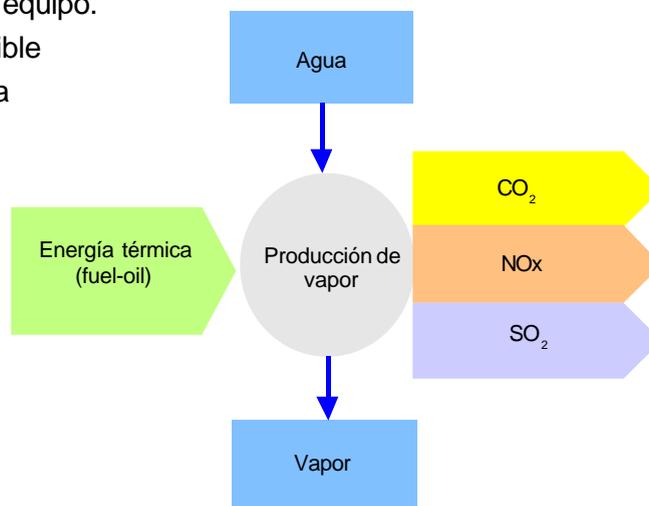
Otra de las mejoras medioambientales que es posible introducir para la producción de vapor y agua caliente es el uso de los restos vegetales como combustible, o en el caso de plantas depuradoras con digestión anaerobia y producción de biogas, el uso de este para el fin ya descrito. En países muy soleados, se puede plantear la conversión de la radiación solar en energía térmica.

En la siguiente tabla se muestran unos valores típicos de la contaminación producida por los diversos combustibles utilizados en la producción de vapor.

		Tm Fuel	Tm Gas-oil	Tm Carbón	GJ PCS
SO2	g	54.000	6.000	14.000	0
NOX	g	6.410	2.673	4.470	140
CO	g	568	647	3.270	20
CO2	Kg	2.880	2.975	2.980	55
COV	g	32	26	45	5
CH4	g	118	8,6	45	2
PART	g	3.300	267	8500	0
N20	g	12,2	14,2	415	0

De todas maneras, hay que matizar que los valores de la tabla pueden padecer desviaciones muy importantes dependiendo de los siguientes factores, factores que influyen fundamentalmente en contaminantes como el CO y las emisiones de partículas:

- Estado de los quemadores.
- Estado general de mantenimiento del equipo.
- Punto de trabajo del equipo.
- Calidad del combustible
- Tecnología empleada



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Fuel-oil	1 kg	Emisiones Atmosféricas: Dióxido de carbono Oxidos de nitrógeno Dióxido de azufre	2,88 kg 6,4 g 54,0 g

Tabla 3.32. Balance de materia y energía por la producción de vapor con caldera de fueloil

### **3.5.3. Almacenaje en refrigeración y congelación de materias primas**

En refrigeración y sistemas de congelación, un agente refrigerante, mayoritariamente amoníaco para instalaciones de gran capacidad, CFC o sus sustitutos en aquellos países donde se ha prohibido su uso, es comprimido y la consiguiente expansión produce frío. La compresión la realizan compresores tipo pistón o para grandes potencias compresores de tipo tornillo. Estos agentes refrigerantes suelen confinarse en el llamado circuito primario, el cual refrigera a su vez mediante intercambiador el circuito secundario, que es el encargado de transportar el frío a su destino, y transmitirlo mediante un evaporador, para el circuito secundario se suele usar glicol, alcohol, etc. En determinados casos puede usarse un único refrigerante para todo el proceso, sin la distinción entre circuito primario o secundario.

El refrigerante usado en el circuito primario tendría que tener una toxicidad lo menor posible. Todos los refrigerantes a excepción del aire (raramente utilizado), son peligrosos para el hombre en elevadas concentraciones, por ocasionar asfixia como consecuencia de la falta de oxígeno. Algunos fluidos son tóxicos en el sentido propio de la palabra, es decir, pueden provocar efectos mas o menos graves, incluso la muerte, antes de que su concentración en el ambiente alcance el umbral de asfixia. Algunos refrigerantes, que a concentraciones relativamente elevadas son prácticamente inofensivos, pueden descomponerse en presencia de una llama y originar la formación de productos de descomposición extremadamente tóxicos, incluso mortales, tanto en concentraciones pequeñas como en tiempo reducido de exposición.

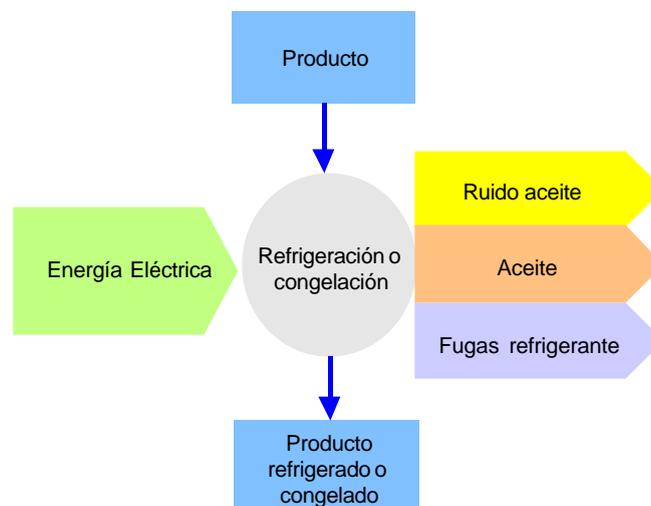
Otros fluidos frigorigenos en presencia de determinada cantidad de aire, pueden arder o incluso formar mezclas explosivas. Sin embargo, para ello debe encontrarse entre unos límites de concentración determinada para cada fluido. En este sentido, la peligrosidad relativa viene dada por el nivel mínimo de dicha concentración y la amplitud de los límites. En grandes instalaciones se suele utilizar el amoníaco como refrigerante debido a sus excelentes propiedades termodinámicas, aunque es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones.

Típicamente las fuentes de contaminación debidas a los sistemas de refrigeración, parten principalmente de las fugas del gas refrigerante, especialmente graves para el medio si este es CFC.

Otro de los puntos críticos es el producido por el ruido de los compresores de los equipos de frío. Debido a que los compresores suelen ir conjuntamente a los condensadores, sobretodo en equipos medianos y pequeños, para reducir el riesgo de intoxicación, asfixia o explosión en caso de fuga del refrigerante primario, y debido a que estos necesitan temperaturas ambientes lo mas bajas posibles para acometer adecuadamente su función, se suelen instalar en el terrado de los edificios, cosa que crea un gran problema de contaminación acústica, debido básicamente al ruido de los compresores y en menor medida al ruido de los ventiladores de los condensadores.

En el otro extremo tenemos las cámaras frigoríficas, de congelación, o los túneles de frío, en estos el aspecto más relevante es su correcto aislamiento térmico. A estos el frío les llega por el circuito secundario, por lo que al ser ambientes cerrados, imprescindible para evitar pérdidas de frío, y estar en contacto con los alimentos, es necesario usar refrigerantes con la menor toxicidad, riesgo de asfixia y explosión, posible.

Otro punto a tener en cuenta desde la perspectiva medioambiental es el aceite de los compresores, importante en volumen si el compresor es de tamaño respetable. Este aceite que hay que renovar periódicamente, habrá de ser tratado como un residuo especial, y enviado al sitio adecuado para su reciclaje o eliminación.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Energía Eléctrica	Medio	Contaminación Acústica	60-100 dB
		Aceite Usado	Bajo
		Fugas Refrigerante	Medio

Tabla 3.33. Balance de materia y energía para la refrigeración o congelación de producto

### 3.5.4. Depuración de agua residual

La tipología de aguas residuales procedentes de estos sectores industriales, suelen ser aguas con una muy elevada carga de sólidos en suspensión, pues la utilización del agua suele centrarse en operaciones de transporte y limpieza de producto, DBO altas y similares a las DQO, por la misma razón que la contaminación es básicamente orgánica y pH neutros o muy cercanos a 7, excepto en el caso de la utilización de determinados productos químicos.

La presencia de grasas y aceites varía mucho en función del tipo de producto, con lo cual tenemos unos efluentes muy parecidos en tipología con los urbanos pero con una concentración de contaminantes notablemente mayor, y más acentuada si cabe en aquellas industrias que utilicen la recirculación para reducir el consumo de agua, pues y sobretodo en las operaciones de limpieza la carga contaminante total no puede variar, a menos que aceptemos reducir la calidad de nuestras limpiezas. El único problema relevante se suele presentar en aquellas industrias conserveras de pescado con unos efluentes con elevadas concentraciones de sales disueltas, por encima los 1.500 o 2.000 microsiemens, pudiéndose llegar hasta los 10.000 microsiemens, o en aquellas que usen productos químicos, ácidos o bases en cantidades suficientes para introducir fuertes variaciones en el pH.

El primer paso para proceder a la depuración, son las rejillas de sólidos de paso grueso o medio, hasta un mínimo de 10 mm, con lo cual eliminamos toda aquella materia orgánica de cierto tamaño que pudiera ser arrastrada por los efluentes y que si entrara en el proceso de depuración pudiera llegar a obstruir o colmatar determinados componentes, pues su eliminación, aunque posible es muy lenta. Un ejemplo podría ser la típica rejilla manual o el steep screen.

El segundo paso consiste en la implantación de tamices de paso fino, como los rototamices, con lo que eliminamos toda aquella materia en suspensión de pocos milímetros. Uno de los mayores problemas que suelen presentar los tamices de paso muy fino es la presencia de grasas y aceites, que en condiciones favorables, pueden llegar a obstruirlos, a priori este problema no se nos presentará con lo que podremos utilizar tamices de paso muy pequeño.

El pretratamiento compuesto por canales desengrasadores desarenadores, en los cuales se hace pasar el efluente por un canal aireado, recogiendo de la superficie las grasas debido al incremento de flotabilidad que experimentan y del fondo trapezooidal las arenas depositadas.

Los depósitos de homogeneización, que pueden ir situados en diversos puntos del inicio del proceso, serán necesarios cuando nos encontremos que los procesos utilizados tienen características discontinuas, variando notablemente la carga contaminante y el volumen de efluente, en estos casos, el depósito de homogeneización nos tendría que asegurar, a ser posible una entrada constante de agua con una carga contaminante estable, para favorecer en lo posible las condiciones óptimas de la depuración, sobre todo cuando esta sea biológica. En este punto es donde se corregirá el pH del efluente para situarlo al entorno de 7.

A partir de este punto pasaremos a los tratamientos primarios, en los que para incrementar rendimientos podemos usar floculantes, cloruro férrico, etc., con lo cual, mediante la precipitación de sólidos en suspensión podemos llegar a reducir las cargas contaminantes en un 60%. Este tratamiento se suele usar en aquellas aguas residuales con alta carga como es el caso.

A partir de este punto, y si la cantidad de sales disueltas, en especial la sal común, no es elevada, inferior a 2.000 microsiemens, podemos entrar en un proceso de tratamiento biológico.

En el cual dispondremos de uno o diversos reactores en los que variaremos la cantidad de oxígeno disuelto en el agua mediante la inyección de aire, ya sea por turbinas, platos difusores, etc. Si, además, queremos eliminar los nitratos presentes, haremos que el licor pase sucesivamente por zonas óxicas y anóxicas.

Con posterioridad pasaremos el licor a los clarificadores, en donde, mediante la tranquilización y la precipitación del flóculo por gravedad, por la parte superior sacaremos el agua ya limpia y por la inferior el fango precipitado, el cual recircularemos a los reactores biológicos para mantener su concentración o purgaremos a la línea de fangos cuando este esté en exceso.

El agua de salida del secundario, mediante un tratamiento terciario, podremos reutilizarla para el riego, limpieza de calles, etc. El tratamiento terciario suele consistir en el paso del agua por un filtro de arena autolimpiante, para eliminar aquellos elementos en suspensión que se pudieran arrastrar, y la aplicación de rayos ultravioletas para desactivar la presencia de bacterias fecales.

Otro sistema a utilizar como terciario, es el lagunaje que consiste en la creación de humedales, generalmente de gran extensión y la plantación de especies vegetales adecuadas que terminen de depurar el agua. En estos casos hay que ser cuidadosos con la presencia de animales, ya que si las aguas presentan concentraciones elevadas de nitrógeno y fósforo, puede producir un proceso eutrofización de las aguas, que conjuntamente con el calor y el sol, puede tener consecuencias funestas para los animales como por ejemplo la aparición de brotes de botulismo. Uno de los más graves inconvenientes del lagunaje es la necesidad de grandes espacios.

Con la correcta utilización de todas las técnicas a nuestro alcance podemos llegar a reducciones de cargas contaminantes en sólidos en suspensión y DBO, cercanas al 99%.

Problema aparte son aquellas aguas residuales con un alto grado de sales disueltas, superiores a 2000 microsiemens, lo que puede llegar a imposibilitar su tratamiento biológico, o en el probable caso de que la concentración de sales disueltas fuera variable, problemas en el proceso como el bulking. Igualmente sucede con las variaciones de pH.

Es positivo, a menudo efectuar un pretratamiento diferenciado, dependiendo de la procedencia del agua residual, en función de su contaminación.



Entrada		Salida	
Producto	Consumo	Corriente residual	Cuantificación
Energía eléctrica		Sólidos y arena	
Reactivos		Grasas	
		Fangos	

Tabla 3.34. Balance de materia y energía para la depuración de agua



## CAPÍTULO IV OPORTUNIDADES PARA PREVENIR EN ORIGEN LA CONTAMINACIÓN

---

En las páginas siguientes presentamos sistemas alternativos a algunos de los procesos productivos u operaciones unitarias descritos en el punto anterior, que resultan menos agresivos respecto al medio ambiente. Dentro del paraguas Oportunidad de Prevención de la Contaminación (OPC) hemos considerado principalmente alternativas de Producción Limpia y Reciclaje, sin embargo, alguna de las alternativas propuestas podrían utilizarse siguiendo una estrategia “end of pipe”.

Las OPC que presentamos a continuación no son las únicas posibles, ni son soluciones originales, ni serán de total aplicación en cualquier industria conservera. Nuestro criterio en seleccionar el contenido de las páginas siguientes ha consistido en evaluar distintas alternativas proyectadas o experimentadas en la actualidad por el sector conservero, o bien otros sectores y hacer una selección de las que consideramos pueden aportar mayores soluciones en el conjunto de la industria conservera en el ámbito del Mediterráneo. Nuestro objetivo es que sirvan como un elemento de reflexión para los técnicos, dirección sobre sus propios procesos y una guía a las autoridades competentes para establecer políticas concretas que impulsen mejoras ambientales.

En la Tabla 4.1. se relacionan las distintas alternativas contra las familias de los apartados anteriores. Una lectura rápida a la lista de las OPC presentadas en este estudio permite detectar que se mezclan alternativas generalistas con otras muy específicas. Con el fin de poder abarcar una realidad tan diversa como es la industria conservera tanto en tamaño como en productos procesados hemos agrupado conceptos que en realidad podrían haber supuesto varios puntos. Esta estructura nos ha permitido una reflexión más profunda sobre estos temas más genéricos, abarcando un abanico mayor de soluciones para el sector. En la tabla 4.2 se presentan las distintas OPC frente a las mejoras ambientales que ofrecen.

En el desarrollo de cada OPC se ha seguido una estructura basada en los siguientes puntos:

- Introducción
- Aspectos técnicos y condicionantes
- Mejoras
- Ejemplos

En la introducción se presentan en líneas generales los aspectos más significativos del proceso actual. El sistema alternativo se describe en los aspectos técnicos haciendo inciso especial en

los condicionantes necesarios para que este sistema alternativo sea eficaz y viable. En el punto “mejoras” se citan brevemente los resultados del uso del sistema alternativo para todas las partes implicadas (medio ambiente, productor y consumidor) Finalmente se expone un ejemplo correspondiente a un caso real o bien ficticio con el fin de ilustrar mejor los distintos aspectos de la OPC.

		Reducción en origen <sup>(1)</sup>						
		MP	E	AG	ENV	EA	RS	AR
1	Minimización del consumo de agua en la limpieza de la materia prima y productos intermedios		*	*				*
2	Adaptación de los sistemas de corte al tamaño y forma del producto	*		*			*	*
3	Segregación y recirculación de las aguas residuales entre etapas del propio proceso		*	*				*
4	Pelado alcalino en seco	*		*				*
5	Pelado térmico de alta eficiencia		*	*				*
6	Reducción de la concentración de sal y reutilización de salmueras			*				*
7	Optimización de la esterilización		*	*		*		*
8	Cerrar circuitos de refrigeración	*	*	*				*
9	Sistemas CIP para la limpieza de equipos y conducciones		*	*				*
10	Evitar la entrada en el autoclave de latas dañadas	*		*	*	*		*
11	Utilización del transporte neumático en lugar de un canal de agua como sistema de transporte de producto	*		*			*	*
12	Autocontrol del proceso con el HACCP	*					*	
13	Limpieza estructural con un sistema de baja presión con espuma o alta presión.			*				*
14	Secado de salmueras mediante energía solar			*			*	*
15	Bioconversión de residuos pesqueros mediante fermentación ácido - láctica.	*					*	
16	Depuración anaerobia de aguas residuales de alta concentración y aprovechamiento del biogas		*				*	*
17	Recogida de líquidos y partículas que provienen de las instalaciones del proceso antes de que caigan al suelo			*				*
18	Aprovechamiento de vapor en evaporadores de concentrado de fruta		*	*		*		
19	Valorización tradicional de restos de pescado elaborando harina de pescado		*	*		*		
20	Optimización del aprovisionamiento de materias primas		*	*		*		
21	Optimización del generador y red de distribución del vapor		*	*		*		
22	Envasado de los productos para la cocción		*	*		*		*
23	Valorización de residuos orgánicos de origen vegetal	*					*	

<sup>(1)</sup> MP: Materias Primas; E: Energía; AG: Agua; ENV: Envases; EA: Emisiones a la Atmósfera; RS: Residuos Sólidos; AR: Aguas Residuales.

Tabla 4.1. Mejoras ambientales derivadas de la aplicación de las OPC

	Número de familia de conserva <sup>(1)</sup>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Minimizar el consumo de agua en la limpieza de la materia prima y productos intermedios	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 Adaptación de los sistemas de corte al tamaño y forma del producto	*	*			*	*	*	*	*	*				
3 Segregación y recirculación de las aguas residuales entre etapas del propio proceso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 Pelado alcalino en seco								*	*					
5 Pelado térmico de alta eficiencia								*	*					
6 Reducción de la concentración de sal y reutilización de salmueras					*						*	*		
7 Optimización de la esterilización	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8 Cerrar circuitos de refrigeración	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9 Sistemas CIP para la limpieza de equipos y conducciones							*	*					*	*
10 Evitar la entrada en el autoclave de latas dañadas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11 Utilizar el transporte neumático en lugar de un canal de agua como sistema de transporte de producto	*	*			*	*								
12 Autocontrol del proceso con el HACCP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
13 Limpieza estructural con un sistema de baja presión con espuma o alta presión.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14 Secado de salmueras mediante energía solar					*						*	*		
15 Bioconversión de residuos pesqueros mediante fermentación ácido - láctica.	*	*	*	*	*	*								
16 Depuración anaerobia de aguas residuales de alta concentración y aprovechamiento del biogas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17 Recogida de líquidos y partículas que provienen de las instalaciones del proceso antes de que caigan al suelo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18 Aprovechamiento de vapor en evaporadores de concentrado de fruta							*							
19 Valorización tradicional de restos de pescado elaborando harina de pescado	*	*	*	*	*	*								
20 Optimización del aprovisionamiento de materias primas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
21 Optimización del generador y red de distribución del vapor	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22 Envasado de los productos para la cocción	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23 Valorización de residuos orgánicos de origen vegetal							*	*	*	*	*			

<sup>(1)</sup> 1: túnidos; 2: cupleidos, caballa, aguja; 3: cefalópodos; 4: moluscos; 5: boquerón, cupleidos; 6: otros productos de la pesca; 7: zumos, néctares; 8: confituras, mermeladas; 9: almíbares; 10: hortalizas al natural; 11: hortalizas en salmuera; 12: hongos al natural; 13: carne; 14: platos preparados.

Tabla 4.2. Relación entre OPC y familia

#### **4.1. OPC 1. Minimizar el consumo de agua en la limpieza de la materia prima o producto intermedio**

##### **4.1.1. Introducción**

La limpieza de la materia prima o de los productos intermedios es una necesidad común a las distintas familias descritas en el apartado anterior. En líneas generales podemos definir dos grandes grupos de limpiezas:

- a) Limpieza inicial de la materia prima antes del procesado a la recepción.
- b) Limpiezas intermedias durante el procesado.

La limpieza inicial tiene por objetivo eliminar la suciedad exterior de la materia prima que contiene restos del medio de donde proviene. En el caso de los vegetales, la suciedad consiste en carga bacteriana, tierra, piedras, restos de trozos, jugos de vegetales y pesticidas. En el caso de pescados, elementos extraños procedentes del mar, carga bacteriana, mucosa, fluidos, y fragmentos de pescado deteriorados en los procesos de captura y transporte hasta la planta.

Las limpiezas intermedias están íntimamente relacionadas con el proceso y tienen como objetivo quitar restos de elementos no deseados que provienen de una etapa anterior en la que se ha eliminado al producto ciertas partes no deseadas. Este es el caso de la limpieza posterior al eviscerado en el procesado del pescado o bien la limpieza después del pelado químico en el caso de las frutas.

La operación convencional de limpieza en la industria conservera consiste en poner en contacto el producto a limpiar con agua mediante tres principales sistemas:

- Remojo
- Remojo y agitación
- Pulverización

Cuando el objetivo de la limpieza incluye la disminución del nivel de microorganismos suele añadirse al agua de limpieza un producto biocida (normalmente hipoclorito sódico)

El esquema básico de la limpieza se muestra en la figura 4.1.

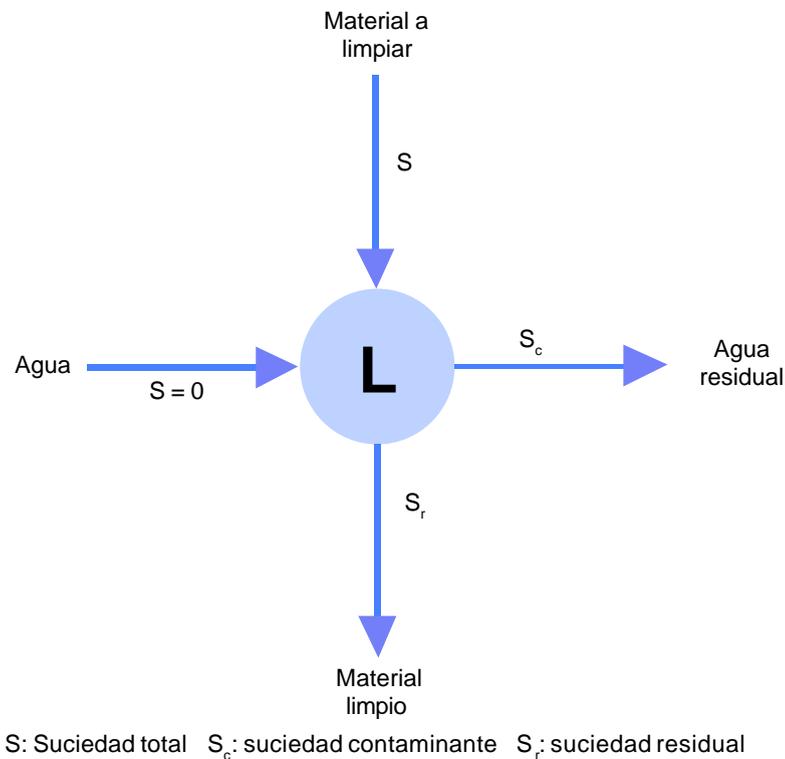


Figura 4.1. Esquema del proceso de limpieza

## 4.1.2. Aspectos técnicos y condicionantes

### 4.1.2.1. Optimización de los parámetros de la operación

El principio de la eficacia de la limpieza se basa en maximizar el rozamiento y la solubilidad de la suciedad en el agua.

En el caso de los sistemas de remojo, el aumento del rozamiento se puede conseguir mediante el aumento de la turbulencia del agua utilizando sistemas estáticos (deflectores) o bien dinámicos (agitadores). En el caso de sistemas de pulverización se puede conseguir mediante el aumento de la presión (mediante bombas de presión o boquillas de inferior diámetro) En ambos casos, aumentar el nivel de fricción también favorece la limpieza. Este incremento en la fricción se puede obtener aumentando la entrada de producto a lavar en las instalaciones en continuo, bien aumentando la velocidad de rotación de los tambores giratorios o instalando cepillos rotatorios.

Por lo que se refiere a aumentar la solubilidad se puede conseguir aumentando la temperatura y ajustando la tensión superficial mediante la adición de tensioactivos, la salinidad o pH del agua.

La mayor parte de las instalaciones y operaciones de limpieza de la industria alimentaria se encuentran sobredimensionadas como consecuencia de la necesidad de asegurar la ausencia de riesgos higiénicos para el consumidor. Revisar las condiciones de operación de la instalación existente aumentando el rozamiento y la solubilidad del agua, sin detrimento del deterioro del producto suele suponer disminuir el consumo del agua entre un 40 y un 20 %.

Por las mismas razones del párrafo anterior, la concentración de biocidas en las aguas de limpieza puede ser superior a la estrictamente necesaria. La optimización de la limpieza debe incluir la verificación de la concentración de biocidas en relación con el nivel de contaminación microbiana deseada antes de la esterilización o pasteurización, puesto que los requisitos de higiene de un vegetal que será sometido a una posterior cocción no son los mismos que los de un vegetal que se ingerirá crudo.

En los casos en que se utilice el remojo con adición continua de agua, ésta debería ajustarse al mínimo o incluso en el caso de trabajar en procesos discontinuos con carga de agua limpia eliminarse, puesto que dado el bajo nivel de agitación el tiempo requerido para la limpieza es más largo y añadir un gran caudal de agua continuamente no hace más que diluir la suciedad eliminada sin aumentar la eficacia de su eliminación.

#### **4.1.2.2. Pre-limpieza con aire comprimido y/o vibración**

La limpieza con aire supone respecto al agua un beneficio ambiental puesto que podemos recuperar fácilmente la suciedad eliminada en forma de residuo sólido, mientras que cuando la limpieza se realiza con agua la suciedad queda en disolución o suspensión acuosa resultando costosa su separación posterior.

Si analizamos en detalle la suciedad de cualquier objeto a limpiar se puede observar en mayor o menor proporción una fracción eliminable sin agua (aire comprimido o vibración) En el caso de vegetales, la tierra, los restos de tallos, hojas, piedras, materias extrañas en general constituyen una fracción nada despreciable, y su eliminación mediante aire comprimido o vibración supone la disminución de la carga contaminante a las aguas residuales y un residuo segregado que se puede devolver sin dificultad a los campos de cultivo.

El aire comprimido es un servicio presente en la mayor parte de las industrias conserveras por lo que la inversión para la puesta en marcha de este sistema únicamente representará la

instalación neumática y la colocación de una parrilla de boquillas que efectúe pulsos de aire comprimido en algún punto del circuito de la materia prima. En los casos en que se detecte falta de aire comprimido deberá completarse la instalación con un calderín pulmón o bien con un compresor adicional.

La vibración al producto se puede efectuar mediante mesas vibrantes con frecuencias de vibración más o menos altas en función de la limpieza a realizar. Los dispositivos de vibración suelen funcionar eléctricamente.

La suciedad eliminada del agua en esta etapa, disminuirá el consumo de agua en etapas posteriores.

#### **4.1.2.3. Recirculación del agua de limpieza**

En los casos en que el mecanismo principal de la limpieza es el rozamiento, es necesario consumir un elevado caudal de agua y la concentración de suciedad en el agua residual suele ser relativamente baja. Este es el caso de la limpieza inicial de frutas o de vegetales en general, así como del pescado entero. También es el caso de la limpieza de las latas antes de la esterilización para eliminar restos de líquido de gobierno procedente de la dosificación.

En estas circunstancias la instalación de un sistema de recirculación adecuado que mantenga un nivel de suciedad aceptable en el agua de lavado puede representar ahorros importantes de la cantidad de agua consumida. Un dispositivo de recirculación consta principalmente de un filtro o tamiz para retirar sólidos y un sistema de bombeo que suministre la presión deseada. En función del grado de automatización deseado se podrán instalar dos válvulas de asiento regulables o bien válvulas de bola accionadas automáticamente mediante temporizador. En los casos en que la suciedad de la materia prima sea muy variable y se consuma gran cantidad de agua podría ser viable la instalación de algún dispositivo de purga o alimentación automático basado en la medición de la turbidez del agua.

En los casos en que la concentración de suciedad sea elevada puede optimizarse el proceso mediante la eliminación de materia grasa y la proteína previa coagulación por flotación o centrifugación. Otro sistema de eliminación eficiente aunque poco viable en la actualidad dado su elevado coste de inversión y operación puede ser el uso de tecnología de membranas (ultrafiltración).

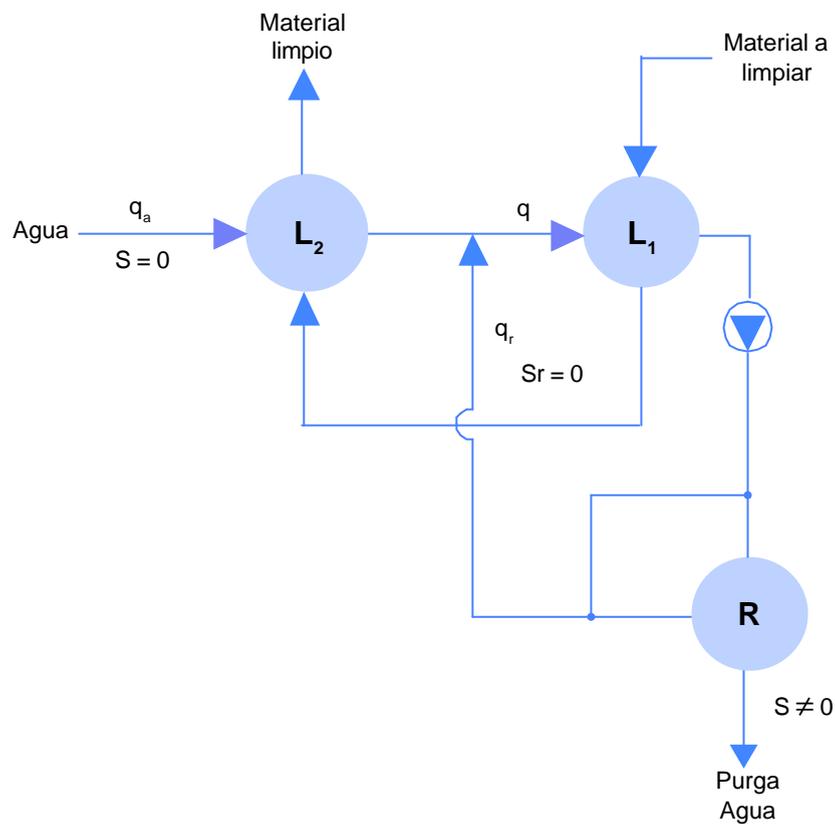
La viabilidad de estos proyectos de eliminación debería incluir además del ahorro de agua, la valorización de los residuos obtenidos como fuente de grasa y de proteína principalmente. A modo de ejemplo, en la industria del pescado debido al contenido proteico y de aceites del



#### 4.1.2.4. Diseño de la operación en múltiples etapas con recirculación

La necesidad de asegurar un nivel microbiológico bajo después de la limpieza puede hacer inviable la recirculación en la forma en que comentábamos anteriormente desde el punto de vista de la calidad del producto. Cuando sea inevitable la limpieza del producto final con agua fresca la estrategia puede consistir en dividir el proceso en, como mínimo dos etapas, utilizando el agua de alimentación limpia para realizar la limpieza en la última fase del proceso con el mismo caudal del agua de purga de la recirculación.

En el esquema siguiente se muestra esta alternativa.



L: limpieza R: tratamiento de residuos s: suciedad total q: cantidad  $q_a$ : cantidad de agua  $q_r$ : cantidad de residuo

Figura 4.3. Esquema de la limpieza en dos etapas con recirculación

#### 4.1.3. Mejoras

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción del caudal de las aguas residuales
- Recuperación de parte de la contaminación de las aguas como residuo sólido valorizable mediante el sistema de tratamiento del agua a reprocessar
- Ahorro de la energía consumida cuando se utiliza agua caliente

#### 4.1.4. Ejemplos de aplicación

Una planta de elaboración de semiconservas de pescado pequeño que procesa 1100 Tm/a de pescado y consume 40 m<sup>3</sup>/día de agua para la limpieza de 5 Tm de pescado mediante un sistema manual. La instalación de un túnel automático de limpieza de acuerdo con el principio de la figura 4.3 supone:

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Túnel de limpieza	36 060	n.r.	
Reducción de la mano de obra (media persona/día)			6 010
Reducción del consumo de agua y de las aguas residuales vertidas hasta 6 m <sup>3</sup> /día			1 800
Reducción de la DQO total vertida por retención en tamiz rotatorio		n.r.	n.r.
<b>Total</b>	<b>36 060</b>	<b>0</b>	<b>16 828</b>
retorno de la inversión (años)	2.1		

n.r. = no relevante

## 4.2. OPC 2. Adaptación de los sistemas de separación del producto

### 4.2.1. Introducción

Las etapas de corte, y en general las operaciones en las que se pretende separar de las piezas de materia prima la parte aprovechable para el producto y la parte a rechazar, se centran dentro del alcance de este estudio en las familias de pescados y en las hortalizas. En estos procesos el principal problema cuando se dispone de una planta automatizada se encuentra en optimar los sistemas de proceso para extraer la máxima cantidad de producto.

En la industria del pescado, las máquinas descabezadoras más empleadas realizan el corte transversal u oblicuo. La determinación del plano de sección más rentable no se gradúa mecánicamente, sino que depende de la experiencia y habilidad de la persona que maneje la máquina.

El pelado mecánico fue el primer sistema empleado por la industria de las conservas vegetales que se realiza con cuchillos tradicionales o bien con cuchillos especialmente diseñados. Esta operación se ha automatizado especialmente para el espárrago y la alcachofa.

#### **4.2.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Adecuar al máximo el sistema de separación al producto a extraer ajustando adecuadamente los distintos elementos del procesado disminuye los residuos, y, por tanto, aprovecha al máximo la materia prima. Para conseguirlo se pueden realizar las siguientes acciones:

- Categorización previa al procesado
- Ajuste de los accesorios de la máquina antes de cambiar de categoría
- Utilización de sistemas de succión en pescado pequeño
- Ajuste automático de los accesorios de la máquina durante el proceso
- Aprovechamiento del rechazo del corte del pescado para obtener pescado desmenuzado

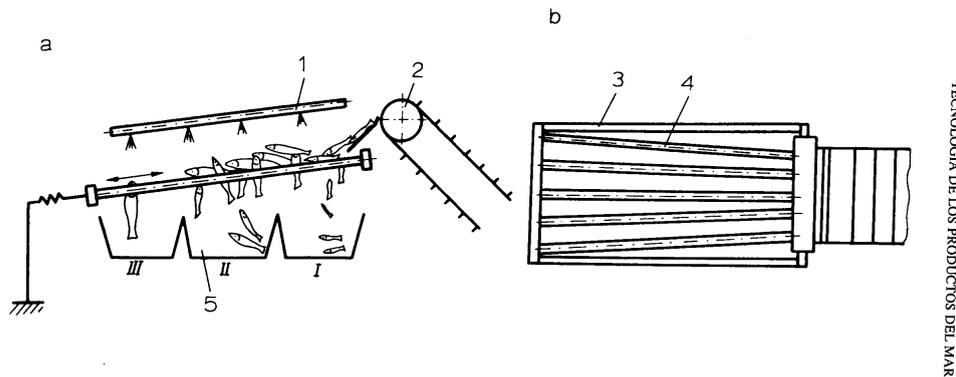
A continuación se detallan algunos aspectos relacionados con los puntos citados.

##### **4.2.2.1. Categorización**

La categorización de la materia prima permite la separación del producto de acuerdo con la especie y el tamaño así como la eliminación del producto alterado o que no es apto para el consumo. Esta operación permitirá que las condiciones posteriores del proceso se puedan ajustar a la categoría establecida mejorando la adaptación del proceso al producto a elaborar.

La categorización por el tamaño se practica ampliamente en piezas pequeñas, como en arenques, caballas, sardinas, mandarinas, ciruelas, cerezas. Normalmente la categorización tiene lugar sobre una superficie enrejada constituida por un número de elementos vibratorios o bien entre rodillos giratorios. Los rodillos pueden disponerse en paralelo o en forma de abanico. En el caso de los rodillos paralelos, la abertura de la hendidura viene regulada por su diámetro. La precisión de la categorización a máquina es mayor que la efectuada a mano.

En el caso de los pescados, debido a las deformaciones que experimenta el pescado como consecuencia del rigor mortis y de la etapa subsiguiente al mismo, la categorización mecánica es más exacta cuando se practica inmediatamente después de capturado el pescado, por lo que sería más eficaz si se llevara a bordo de los barcos, inmediatamente después de la pesca.



TECNOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS DEL MAR

a) vista lateral b) vista cenital

1) chorros de agua 2) transportador 3) armadura 4) rampa vibratoria 5) recipientes receptores.

Figura 4.4. Categorización con ayuda de rampa vibratoria (Fuente: ver Ref. 63)

Cuando la materia prima tiene un tamaño, mayor la categorización puede hacerse realizarse mediante peso. El sistema consiste en una serie de básculas que mediante un dispositivo mecánico o bien electrónico abren una trampilla cuando el elemento a pesar se encuentra dentro de la tolerancia marcada previamente.

#### 4.2.2.2. Ajuste del corte automático en pescados

En el caso del pescado existen diferentes tipos de corte:

1. Corte transversal: se practica en el decapitado del pescado pequeño: arenques, caballas o espadines
2. Corte en V se efectúa con dos cuchillas giratorias formando ángulo

En ambos casos los factores determinantes de la eficacia de la operación lo constituyen la distancia desde la cabeza hasta el punto de corte y el ángulo del corte.

Dentro de cada categoría de pescado se pueden establecer teóricamente, mediante un muestreo, los parámetros óptimos. Estos parámetros podrán ser ajustados mediante pruebas en la línea, contando con la experiencia de operarios. Una vez fijados estos parámetros se documentarán para asegurar el uso de los datos correctos.

Es recomendable que durante el procesado los operarios supervisen la idoneidad de las medidas mediante inspección visual o control de las mermas de la operación mediante pesado y en el caso de considerarse oportuno detengan la instalación para ajustar de nuevo los parámetros.

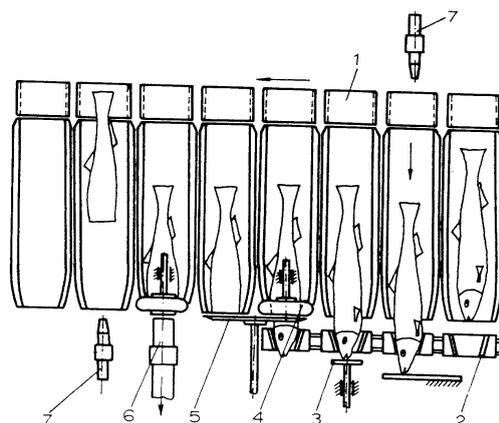
Estas medidas realizadas para pescados pueden realizarse cambiando los parámetros descritos para vegetales.

#### 4.2.2.3. Eviscerado automático de pescado mediante succión

El eviscerado a máquina más habitual consiste en abrir la cavidad abdominal mediante una incisión que se practica antes o después de descabezar, extrayendo las vísceras mecánicamente.

En vez de realizar un descabezado y desollado convencional, las vísceras pueden ser extraídas utilizando succiones de vacío, disminuyendo el consumo del agua y lo que es más importante, que la carga orgánica de las vísceras del pescado pase al agua. La exactitud del eviscerado depende del diseño de la boquilla de succión y de la intensidad del vacío creado.

La principal limitación de este sistema se encuentra en que solo puede realizarse en pescados pequeños.



- 1) Transportador de los peces en cubículos individuales
- 2) transportador de las cabezas
- 3) mecanismo de puesta en posición
- 4) polea compresora
- 5) cuchilla decapitadora
- 6) boquilla de succión
- 7) chorro de agua

Figura 4.5. Descabezado y eviscerado por succión (Fuente: ver Ref. 63)

#### 4.2.2.4. Ajuste automático de la máquina

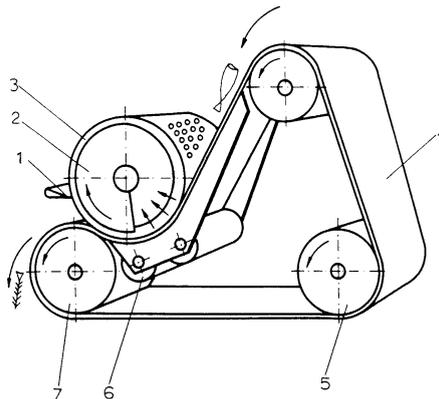
A nivel experimental se están desarrollando tecnologías para controlar aspectos relacionados con las dimensiones del producto a cortar, de modo que la máquina aprende las dimensiones del producto que dispone a partir de detectores o bien mediante tratamiento de gráficos. A partir de estos parámetros morfológicos, un ajuste automático de las cuchillas permitirá un ajuste preciso del corte con la consiguiente disminución de residuos.

En algunos casos y con sistemas sencillos de detección (micros, células fotoeléctricas), puede disminuirse el consumo de agua mediante el paro del agua que suele acompañar a los procesos de corte cuando no se está utilizando la instalación.

En estos casos la cantidad reducida depende de los tiempos muertos de la instalación que pueden ser de hasta un 50% en instalaciones poco automatizadas.

#### 4.2.2.5. Aprovechamiento del rechazo del corte

Los residuos del corte del pescado contienen aún un porcentaje nada despreciable de carne, que puede ser aprovechada utilizando máquinas separadoras de carne que partiendo de fragmentos del corte tales como huesos, aletas y piel llegan a obtener carne desmenuzada. Esta carne puede utilizarse para la elaboración de patés de pescado y surimi. Cuando la instalación de una máquina de estas características no sea rentable puede plantearse la extracción mediante un sistema manual.



- (1) Rascador; (2) separador de carne modelo tornillo; (3) tambor perforado; (4) cinta de goma;  
(5) rodillo tensor de la cinta; (6) rodillo compresor; (7) rodillo transmisión

Figura 4.6. Máquina separadora de carne (Fuente: ver Ref. 63)

La utilización de máquinas separadoras permite obtener de un 15 a un 30% más de carne en forma de pescado desmenuzado que en forma de filetes deshuesados.

Una de las principales aplicaciones del pescado desmenuzado se encuentra en la elaboración de surimi. En la actualidad se destinan más de 60 especies de pescado a la preparación del surimi, sin embargo, solo la especie Carbonero de Alaska constituye el 50% de la materia prima utilizada.

Dado que la elasticidad y textura propia del surimi se basa en la formación de un gel formado por un entramado de proteína miofibrilar, el trato anterior que ha recibido el pescado (congelación, frescura) es un factor determinante en la calidad o incluso la viabilidad de la elaboración del desmenuzado. Es, por tanto, un requisito imprescindible para la elaboración de este tipo de especialidades un control de la cadena de captura y de las condiciones de procesado.

El proceso de elaboración del surimi se describe en la figura siguiente:

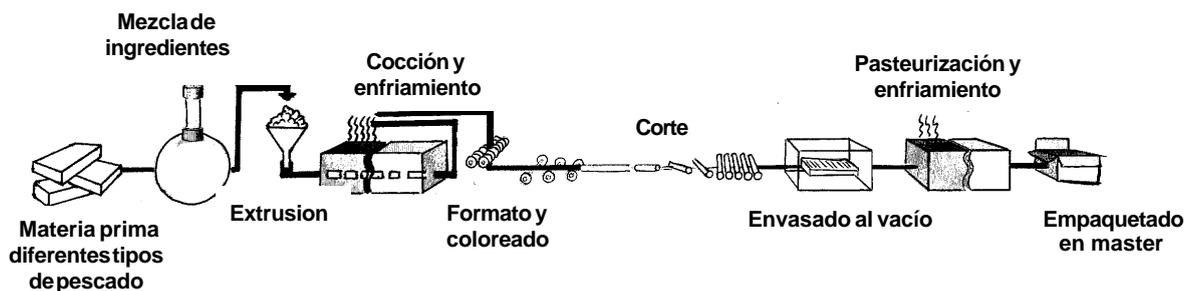


Figura 4.7. Proceso de elaboración surimi

Los trozos del tejido muscular recuperados que se obtienen son lavados y secados, para pasar a ser mezclados con el resto de los ingredientes: aditivos, sacarosa, sorbitol, polifosfatos y sales.

La mezcla es extrusionada para texturizar las proteínas modificando sus enlaces entre moléculas. Se obtiene un producto con una consistencia muy elástica. Dicha extrusión se puede realizar juntamente con la cocción en equipos en los que el producto se somete a temperaturas de 100-200 °C a altas presiones (50-100 bar) y a un cizallamiento muy intenso. El producto pasará de ser una fase sólida dividida a ser una fase fundida que tenderá a la homogeneidad. A continuación el producto es enfriado, formateado y cortado, para ser envasado, normalmente al vacío.

#### 4.2.3. Mejoras

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Disminución de la cantidad de materia prima necesaria. En el caso del pescado, y dados los problemas derivados de excesos de capturas, es un elemento ambiental a considerar.
- Reducción de los residuos de pescado que se procesarán probablemente como materia prima para la elaboración de harina de pescado. A pesar de que sea un proceso de reciclado es altamente contaminante, por lo que ambientalmente interesa minimizar su utilización.

Atendiendo a los puntos de eviscerado por succión y ajuste automático de la entrada de agua se deben considerar también:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción del caudal de las aguas residuales
- Reducción de la DQO de las aguas residuales dada la eliminación vía sólida de las vísceras

#### 4.2.4. Ejemplos de aplicación

Una planta de elaboración de pescado que procesa 15 t/ h de materia prima (50.000 t/a)

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Recuperación de carne (15-30%) para la venta como surimi			6 010 000
Diferencial de costes entre la elaboración de harina de carne y elaboración de surimi			4 000 000
Maquina recuperadora (1 t/h)	8 000 000		
<b>Total</b>	<b>8 000 000</b>	<b>0</b>	<b>4 000 000</b>
retorno de la inversión (años)	2		

#### 4.3. OPC 3. Segregación y recirculación de aguas residuales entre etapas del propio proceso

#### **4.3.1. Introducción**

Como puede comprobarse en la mayor parte de los balances de materia realizados y especialmente en el análisis de la producción de tónidos, las corrientes residuales que contribuyen al efluente final responden a dos modelos concretos:

- a) Aguas de alta carga orgánica y bajo caudal, y
- b) Aguas de baja carga orgánica y alto caudal.

A simple vista parece lógico pensar que los procesos con corrientes residuales más sucios pueden soportar de alguna forma la alimentación de agua no completamente limpia.

#### **4.3.2. Aspectos técnicos y ambientales**

La segregación y recirculación entre etapas se debe estudiar en primera instancia mediante balances de materia de agua y DQO puesto que se trata de:

- Definir las corrientes residuales,
- Evaluar sobre qué punto del proceso pueden recircularse directamente o bien con un pequeño tratamiento de acuerdo con lo indicado en la figura 4.2 de la OPC 01.
- Verificar la viabilidad técnica y económica de la conexión.
- Realizar una prueba piloto verificando el cumplimiento de las especificaciones de calidad del producto, en especial las microbiológicas y la ausencia de peligros para la salud en el agua a recircular.
- En el caso en que la prueba piloto sea satisfactoria, modificar definitivamente la instalación.

Esta oportunidad de prevención de la contaminación suele ser una segunda alternativa cuando el agua ya no puede utilizarse para recircular sobre la propia etapa (OPC 1).

En la práctica los principales condicionantes que no hacen viable la mayor parte de las oportunidades de recirculación son:

- Costes de inversión destinados a conectar la corriente residual del proceso origen con la alimentación del proceso destino. Esta inversión suele suponer la construcción de un pozo de recogida y bombeo de las aguas residuales, las bombas correspondientes, las conducciones y válvulas, y un sistema de acondicionamiento de esta agua que suele consistir en una cloración y un filtro. En muchos casos el sistema debe incluir un grupo de presión para poder alimentar la máquina correctamente. Algunas máquinas disponen de sistemas de seguridad que no les permiten arrancar si no reciben una presión mínima.

- Costes de operación destinados a sufragar la energía del bombeo de esta agua y tratamientos adicionales. Cuando el agua residual a reprocesar puede ser susceptible de contaminación microbiana y siempre que esta pueda influir en el producto terminado se establecerá un control periódico.
- Aspectos técnicos relacionados con la calidad del producto final, en especial en lo referido a peligros para la salud del consumidor. Los principales casos que se dan suelen ser la presencia de aditivos añadidos en los circuitos de refrigeración o calefacción, detergentes en aguas de limpieza de envases, restos de pesticidas en las primeras limpiezas de vegetales y nivel microbiológico excesivo.

Como puede intuirse de los párrafos anteriores y dado el precio de agua para la industria, muchas veces no es viable económicamente esta recuperación a no ser que las operaciones origen y destino se encuentren físicamente muy cerca. El principal condicionante para la implantación de estas alternativas es la falta de agua.

Ejemplos claros de corrientes que pueden recircularse a otras etapas de proceso son:

- Agua de limpieza de latas vacías
- Agua de limpieza de latas llenas
- Agua de esterilización
- Agua de limpieza de materia prima vegetal con bajo contenido en tierra
- Aguas de refrigeración

#### **4.3.3. Mejoras**

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción del caudal de las aguas residuales
- Recuperación de parte de la contaminación de las aguas como residuo sólido valorizable mediante el sistema de tratamiento del agua a reprocesar
- Ahorro de la energía consumida cuando la corriente recuperada tiene un valor energético (caliente o frío)

#### 4.3.4. Ejemplos de aplicación

Un ejemplo concreto de agua a reutilizar: esta puede ser utilizada para limpiar las latas precintadas y para otras actividades de limpieza. La inversión necesaria para instalar las tuberías y bombas es bastante baja, y alrededor del 85 % del agua puede ser reutilizada.

Una planta de elaboración de mermeladas y zumos dispone de cinco plantas de eliminación del cloro del agua mediante carbón activo con capacidad para producir 100 m<sup>3</sup>/día de agua. A raíz de un estudio de recirculación de agua se llegó a la conclusión de reciclar entre un 10-20% del agua de limpieza en contracorriente de las columnas de carbón a otros procesos.

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Instalación de un tanque de recuperación, tuberías y filtro adicional	110 000		
Reducción del consumo de agua			50 000
Incremento del canon de saneamiento debido al aumento de la contaminación de las aguas residuales una vez aplicada la medida		10 000	
<b>Total</b>	<b>110 000</b>	<b>10 000</b>	<b>50 000</b>
retorno de la inversión (años)	2,5		

Una planta de elaboración de conservas de remolacha, repollo y pepinillos que produce 7000 Tm/a, y cuyo proceso principal consiste en limpieza, cocción, cocción al vapor, con o sin encurtido y envasado abordó un proyecto de reutilización del agua que supuso los resultados que se muestran en la tabla siguiente, con un ahorro de agua de 10.000 m<sup>3</sup>/a.

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Reutilización del agua de pasteurización	10 000		8 400
Reutilización del agua fría	6 000		1 000
<b>Total</b>	<b>16 000</b>		<b>9 400</b>
retorno de la inversión (años)	1,7		

#### 4.4. OPC 04. Pelado alcalino en seco

##### 4.4.1. Introducción

La operación de la eliminación de la piel en frutas y hortalizas es una de las etapas más críticas desde el punto de vista de la calidad en la elaboración de conservas vegetales. En los inicios

de la industria conservera, (o también en la actualidad en plantas artesanales) esta operación se realizaba con la ayuda de cuchillos u otros utensilios.

La importancia de la mano de obra y la búsqueda de la regularidad del producto hizo que se desarrollaran técnicas de pelado automatizadas basadas principalmente en la utilización de productos químicos. Estos sistemas, aunque muy adecuados para obtener un producto de la calidad requerida suponen para al medio ambiente:

- Un elevado consumo de agua
- Vertidos con elevada carga orgánica y concentraciones elevadas de base o ácido.

#### **4.4.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

El principio del pelado alcalino seco consiste en someter la piel y la capa fina de pulpa adyacente a las mismas condiciones que en el pelado químico mediante inmersión evitando el uso de un baño de agua.

Esencialmente el proceso se basa en un recubrimiento del producto con una película de sosa cáustica concentrada, calentamiento mediante infrarrojos y abrasión suave.

La formación de la película sobre la superficie del fruto se consigue mediante pulverización o baño de una solución concentrada de hidróxido sódico al 20%. El tiempo de esta etapa depende de la capacidad de penetración de la solución de sosa en la piel y en la pulpa del vegetal.

El producto se somete a continuación a un calentamiento mediante infrarrojos durante 40-60 segundos a temperaturas entre 500 o 900 °C. Esta operación puede realizarse en una unidad de infrarrojos que consta de un alimentador de frutos, un transportador de rodillos giratorios y una unidad de radiación en la parte superior. La acción combinada de la sosa y el calor producen la disgregación de la piel y de una capa fina de pulpa, produciéndose al tiempo un secado de la superficie.

Finalmente, una abrasión suave que se consigue mediante la propia fricción de los frutos en un tambor rotatorio de varillas seguido de la fricción producida por unos discos de goma permiten el desprendimiento de la piel, que constituye un residuo semiseco. Los restos de sosa y piel que quedan en los frutos se eliminan mediante duchas de agua a presión.

Esta tecnología se inició para el pelado de patatas, sin embargo, se ha ido extendiendo su aplicación a otras frutas y hortalizas a pesar de que supone pérdidas de materia prima ligeramente superiores (1-2% en melocotón) respecto el sistema convencional.

#### 4.4.3. Mejoras

Los principales beneficios para el medio ambiente de esta tecnología radican en:

- Disminución de la aportación de sosa y carga orgánica a las aguas residuales con el consiguiente ahorro de costes de explotación de la EDAR.
- Separación en seco de los residuos de pieles durante el proceso evitando su paso a las aguas residuales
- Disminución del consumo de agua
- Reducción del volumen de agua residual
- Incremento de las pérdidas de fruta en un 1-2%
- Disminución global de la cantidad de residuos de planta considerando los fangos de EDAR

#### 4.4.4. Ejemplos de aplicación

La experiencia de la aplicación de este proceso a la elaboración del melocotón en almíbar permitió una reducción del consumo del agua en un 90% respecto al proceso convencional (se disminuyó el consumo de 1380 l a 73 l para el procesado de 10-12 toneladas/hora de melocotones), una reducción del 60% de la DQO. En contrapartida al ahorro del agua se añadió un coste adicional debida a la gestión del residuo sólido y un pequeño incremento de las mermas de fruto (1-2%) durante el proceso.

Aspecto	Costo (Euro/t prod.)	Ahorro (Euro/t prod.)
Ahorro en la gestión de residuos		0,676
Ahorro del consumo de agua		0,19
Aumento de las mermas del producto	0,75	
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>866</b>
Ahorro de costes (Euro /t)	116	

#### 4.5. OPC 05. Pelado térmico de alta eficiencia

##### 4.5.1. Introducción

La alternativa tradicional al pelado químico consiste en la inyección de vapor directo en cámaras no estancas donde se produce el calentamiento del fruto. A continuación, un enfriamiento

rápido facilita la separación de la piel. Este sistema no utiliza productos químicos, sin embargo, utiliza grandes cantidades de vapor y agua fría.

#### **4.5.2. Aspectos técnicos**

El principio del pelado térmico seco consiste en someter la piel y la capa fina de pulpa adyacente a unas condiciones de temperatura extremas (calor o frío) de manera que se reduzca la adherencia de la piel facilitando su separación posterior. Durante este proceso es importante que toda la superficie del fruto esté en contacto directo con el fluido térmico para que el pelado sea uniforme.

Los principales sistemas de producción limpia alternativos al pelado químico y eficientes energéticamente son los siguientes:

- Vapor a presión
- Vapor a presión y vacío
- Congelación

##### **4.5.2.1. Vapor a presión**

Esta operación tiene lugar en cámaras herméticas en las que se inyecta vapor a presión (entre 3 y 10 Kg/cm<sup>2</sup>) En estas condiciones y en el intervalo de 5 a 10 segundos la pulpa que se encuentra debajo de la piel alcanza una temperatura superior a los 100 °C. Una inmediata reducción de la presión provoca la ebullición de los fluidos celulares de esta capa con la consiguiente formación de vapor, que tiende a escapar en dirección a la piel. La presión que ejerce este vapor sobre la piel provoca que ésta se desprenda de la pulpa. La piel desprendida se separa a continuación mediante fricción (tambores, rodillos o agua a presión).

##### **4.5.2.2. Vapor a presión y vacío**

El procedimiento inicial es equivalente al del vapor a presión, sin embargo, una vez el fruto ha llegado a las condiciones de temperatura superior a 100 °C en la capa interior, se somete éste a unas condiciones de vacío, de modo que la presión ejercida por la pulpa del interior del fruto sobre la piel es muy superior respecto a las condiciones a temperatura ambiente. La piel una vez desprendida se elimina igualmente mediante sistemas mecánicos.

La instalación tipo para realizar el pelado a presión requiere una inversión de 30.000 Euros para una producción de 4.000 Kg/h.

#### **4.5.2.3. Congelación**

En este caso el mecanismo para la separación de la piel de la pulpa se basa en un ciclo de congelación - descongelación. El producto se sumerge en un baño a  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 20 o 30 segundos. En estas condiciones los cristales de hielo formados en la capa subcutánea rompen los tejidos dejando la piel desprendida. A continuación se somete el producto a descongelación durante unos minutos. Posteriormente esta tecnología se ha probado con éxito en otras condiciones criogénicas más severas (aire líquido, nitrógeno líquido y freón) disminuyendo el tiempo de exposición.

La aplicación de estos sistemas se ha realizado con éxito principalmente en tomates y ciruelas y mejorando la calidad del producto dado que no se incorporan productos químicos y en el caso de la congelación mejorando el aspecto exterior debido a una mayor retención del color.

#### **4.5.3. Condicionantes**

Respecto al pelado químico, el pelado térmico tiene unos requerimientos energéticos más elevados (100-250 Kg vapor/Tm de producto) y requiere una inversión superior dadas las condiciones de sobrepresión a las que se desarrolla el proceso. En el caso del vapor se requiere la instalación adicional de una caldera, en el caso del vacío un sistema de vacío mediante bombas o inyectores y para la congelación disponer de una instalación auxiliar de fluidos criogénicos.

#### **4.5.4. Mejoras**

Las principales ventajas que aportan estos sistemas con relación al medio ambiente son:

- Reducción en un 50% de las pérdidas de pelado con la consiguiente disminución de los residuos.
- Separación en seco de los residuos de pieles durante el proceso evitando su paso a las aguas residuales.
- No se incorporan productos químicos a las aguas residuales.
- Disminución del consumo de agua respecto al sistema químico o con vapor tradicional.
- Reducción del volumen de agua residual.
- Menor consumo de energía (alrededor de las 4.800 Euro/año para el vapor a presión) respecto al sistema térmico convencional.

## **4.6. OPC 06. Ajuste de la dosificación de sal y reutilización de salmueras**

### **4.6.1. Introducción**

En la elaboración de los productos vegetales mediante fermentación (pepinillos, aceitunas, coles, alcaparras) al igual que en semiconservas de pescado (boquerón, anchoa) se utilizan las salmueras como medio de fermentación.

El destino de estas salmueras suele ser las aguas residuales de las plantas y dada la elevada conductividad de éstas, además de una relativamente elevada contaminación orgánica, estas aguas suponen un problema de difícil solución.

### **4.6.2. Aspectos técnicos**

Las principales alternativas de minimización en origen son la disminución de la concentración de sal y la regeneración.

#### **4.6.2.1. Disminución de la concentración de sal**

Durante el procesado de estos productos la falta de sal puede provocar la pérdida del producto. Este hecho unido a los principios tradicionales relacionados con la elaboración de estos productos junto al bajo coste de la sal lleva a los responsables del proceso a dosificar la sal en exceso.

Las principales consecuencias de esta sobredosificación son las siguientes:

- Impide el normal desarrollo de la flora bacteriana deseable que en su mayoría no crece cuando la concentración de sal se encuentra por encima del 7-8 %.
- Exceso de sabor salado en el producto
- Aumento de la concentración de sal en las aguas residuales, un soluto que no se elimina mediante los sistemas convencionales de tratamiento y que en concentraciones elevadas disminuye la eficacia del tratamiento biológico en las EDAR.

Las principales propuestas al respecto pasan por:

- Ajustar para cada producción la relación producto: agua, sal
- Eliminar los procesos de conservación con sal una vez finalizada la fermentación cuando no sea estrictamente necesario.

Estudios realizados a partir de procedimientos de elaboración tradicionales apuntan que en el caso de los pepinillos y alcaparrones, las salmueras de mantenimiento utilizadas tienen niveles de sal excesivos, sin embargo, no es así en el caso de la col. En el caso del mantenimiento de las aceitunas negras, éste se puede hacer utilizando medio ácido en lugar de medio salino.

#### **4.6.2.2. Regeneración de salmueras**

La reutilización de las salmueras puede tener varios fines: un nuevo proceso fermentativo, el envasado u otras etapas de la elaboración.

El hecho de adoptar una estrategia u otra estará en función de la composición de la solución de conservación y de las sustancias con que se ha enriquecido la solución después de la fermentación. En el caso de los pepinillos el uso de la salmuera para el envasado no es posible dado que se conservan en vinagre.

Con el fin de evitar la concentración de ciertas sustancias no deseables previamente a su reutilización suele someterse la salmuera a un tratamiento previo. Los procesos empleados tienden a eliminar la materia orgánica que les da color (aceitunas de mesa) o bien otros compuestos que influyen negativamente en la fermentación como determinados enzimas (pepinillos) Los principales sistemas utilizados son la precipitación química, la adsorción con carbón activo y la ultrafiltración.

La precipitación química consiste en la modificación de pH para provocar una precipitación con el uso de polielectrolitos. Con ello se pierde el aprovechamiento del ácido láctico, sin embargo, la solución resultante puede usarse en nuevos procesos fermentativos. Este sistema se ha empleado con éxito en la preparación de pepinillos.

La adición de carbón activo y la posterior filtración de la solución resultantes después es el sistema que se ha experimentado para regenerar salmueras de aceitunas blancas y negras como soluciones de conservación. Este proceso puede realizarse en discontinuo en un tanque agitado y precisa de una posterior eliminación del carbón activo en un filtro de placas.

La ultrafiltración con membranas de 1.000 daltons conduce a resultados similares a la adición de carbón activo.

#### **4.6.3. Condicionantes**

Por lo que se refiere a las propuestas planteadas, las principales dificultades de aplicar estas soluciones consisten principalmente en la necesidad de realizar estudios con el fin de asegurar

la idoneidad del producto disminuyendo la concentración de sal o habiendo regenerado la salmuera. Cuando para la regeneración de salmuera es necesario un tratamiento como el descrito anteriormente, la viabilidad del proyecto se ve altamente comprometida dada la inversión elevada en equipos necesaria para la adición con carbón activo (aprox. 36 Euro/m<sup>3</sup> salmuera) y ultrafiltración (aprox. 180 Euro/m<sup>3</sup> de salmuera), además de los costes de operación.

#### **4.6.5. Mejoras**

Los principales beneficios de estos sistemas para el medio ambiente son:

- Disminución de la cantidad de sales vertidas
- Disminución de la DQO vertida en el caso de incorporar la salmuera al producto
- Disminución de la cantidad de agua utilizada en un 50% en el segundo caso
- Disminución del caudal de las aguas residuales

#### **4.6.6. Ejemplos de aplicación**

Dada una planta de elaboración de 100 Tm/a de aceituna negra cuyo proceso de elaboración consta de las siguientes etapas:

1. Tratamiento con lejía (1.5%) primer día
2. Aireación en salmuera
3. Tratamiento con lejía (1%) segundo día
4. Aireación en salmuera
5. Tratamiento con lejía (1%) tercer día
6. Aireación con salmuera
7. Inmersión con salmuera con gluconato cuarto día
8. Envasado y esterilización quinto día con la salmuera de gluconato

Se ha constatado mediante estudios que desde el punto de vista de calidad es viable un proceso con regeneración de lejías y otro con regeneración de lejías y líquidos de aireación.

Los resultados comparativos entre ambos procesos se muestran en la tabla siguiente:

	Convencional	Regeneración de lejías	Regeneración de lejías y líquidos de aireación
Nº de lejías vertidas por producción	3	1	1
Nº de salmueras vertidas por producción	3	3	0,3
Reducción del consumo de agua (%)	0	33	78
Volumen de agua residual (l/a)	450 000	300 000	97 500
Contaminantes del agua residual			
NaOH (kg/a)	4 500	1 500	1 500
NaCl (kg/a)	24 750	24 750	2 475
PromedioNaCl (g/l)	55,0	82,5	25,4

#### 4.7. OPC 07. Optimización de la esterilización

##### 4.7.1. Introducción

En el punto 3.1 se ha hecho una amplia descripción de instalaciones de esterilización, sin embargo, dado que para las pequeñas y medianas empresas la inversión en el esterilizador y la caldera son de las más importantes y dado que estas empresas necesitan mucha flexibilidad existen instalaciones que funcionan con instalaciones sin recirculación de agua ni de vapor. Estas instalaciones suelen consistir en un baño de agua dentro del cual se borbotea vapor, lo cual genera grandes pérdidas de energía y en segundo lugar, esterilizadores programables tipo ducha sin depósito de recuperación de calor.

##### 4.7.2. Aspectos técnicos y condicionantes

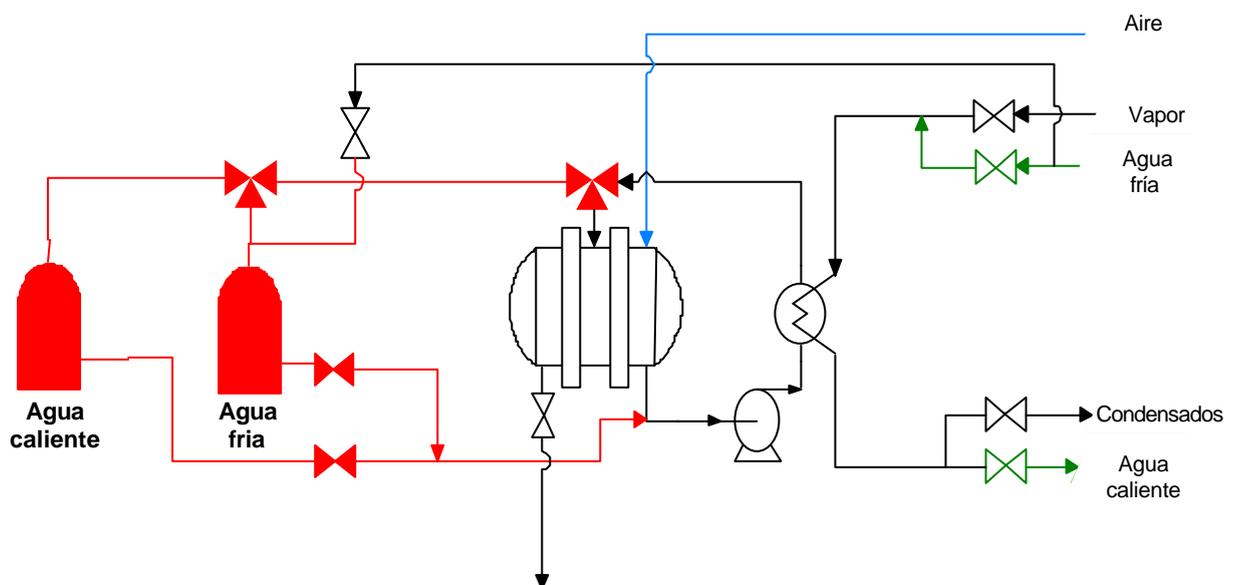
La operación de esterilización en cuanto a eficiencia energética y de consumo de agua responde a un principio de escalado industrial, donde una planta que funciona por cargas supone mayor consumo de agua y energía que una planta continua.

En la tabla siguiente se presentan las repercusiones en inversión, capacidad de producción y optimización de recursos respecto a una planta poco eficiente.

Aspectos	Discontinuo			Continuo atmosférico	Continuo a presión		
	Autoclave Inmersión	Autoclave inyección	Autoclave horizontal rec calor		FMC	Hidrostatico	Odenberg
Consumo Vapor (Kg/Tm prod.)	700-800	400-500	300-420		370-500	330-450	350-500
Consumo energía	Mayor			Menor	Menor		
Consumo Agua	Mayor			Reducción 70%	Menor		
Costes de inversión	-			Mayor		1 000 000	
Capacidad de producción	Industrias de pequeño o mediano tamaño			Productos pH ácido	15 000	15 000	15 000

Los autoclaves que no tengan instalación de almacenamiento de agua gastan aproximadamente un 75% más de energía que aquellos que la tengan. La inversión requerida es baja, y los ahorros son substanciales: aproximadamente 173 kw/h y 5-6 m<sup>3</sup> de agua por tonelada de materia prima.

A continuación se muestra un esquema de una planta de esterilización tipo ducha y así como el sistema de recuperación de agua y calor en color negro. La nueva instalación para minimizar las pérdidas de calor y agua se detalla señalado en color rojo.



Con esta operación ahorramos combustible y evitamos dispersar la energía en un depósito intermedio, mejorando así la temperatura para refrigerar. Con esta práctica disminuimos las emisiones de gases de combustión en un 41%.

En el caso de un baño simple, lo aconsejable es disponer de dos baños, de modo que una vez transcurrido el tiempo de tratamiento térmico se pase la jaula con los envases al baño frío.

Otra medida de ahorro de energía consiste en aislar el autoclave, lo cual puede suponer un ahorro de 1,4 Kg de fuel por tonelada de producto enlatado. Esta medida es cara, alrededor de 18.000 Euros.

Instalar dos depósitos de agua, uno para la maniobra de calefacción y otro para la maniobra de refrigeración.

#### 4.7.3. Mejoras

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Disminución del consumo de vapor de agua. La producción del vapor de agua, además del consumo de recursos (combustible y agua), supone emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes en función del tipo de combustible. Así mismo las plantas de desmineralización o descalcificación para tratar el agua de alimentación suponen consumo de agua para la regeneración de las columnas y vertidos de alta conductividad.
- Reducción del consumo de agua.
- Reducción del caudal de las aguas residuales.

#### 4.7.4. Ejemplos de aplicación

A continuación se detalla el caso de una industria de platos preparados con un esterilizador por ducha sin recuperación de calor, en el que se propone:

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Dos tanques de 600 l cada uno e instalación para realizar la maniobra de cambio de fluido	8 000		
Ahorro de calor y agua <sup>(1)</sup>			5 000
<b>Total</b>	8 000		5 000
Retorno de la inversión	1,6		

Se consideran los siguientes aspectos:<sup>(1)</sup>

Calentar mediante el sistema actual 1.500 Kg de producto y 600 Kg de agua para 15 esterilizaciones al día	52,29 Euro/día
Kcal ahorradas porque solamente calentamos agua únicamente al iniciar el ciclo	504 000,00 Kcal
Ahorro en calorías	21,68 Euro/día

## **4.8. OPC 8. Cerrar circuitos de refrigeración**

### **4.8.1. Introducción**

En el proceso general de elaboración de productos alimentación en conserva (figura 3.1) se identifican varias operaciones en las que es necesaria una refrigeración (escaldado, cocción, esterilización, pasteurización, enfriado de envases) En todos los casos la necesidad de la refrigeración viene dada como consecuencia de una fase precedente en la que hemos calentado de forma importante el producto.

Los productos alimentarios precisan un enfriamiento rápido con el fin de mantener al máximo sus propiedades organolépticas y minimizar el riesgo de contaminación cruzada por microorganismos. Este requisito característico de la industria alimentaria, en el sector conservero toma mucha relevancia a causa de su volumen y de los sucesivos tratamientos térmicos y posteriores enfriamientos a los que se somete el producto.

Las aguas de refrigeración suelen ser aguas de muy baja carga contaminante cuando el agua no entra en contacto con el producto, y baja cuando se entra en contacto con el producto.

### **4.8.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Cerrar los circuitos de refrigeración supone, del mismo modo que en las limpiezas, ahorrar tanta agua como veces seamos capaces de mantenerla limpia y, en el caso de la refrigeración, estas veces tienden a infinito siempre que no tengamos aportación de suciedad.

En el caso del esterilizador, el agua en la purga, puede ir directamente a una torre de enfriamiento y para reutilizarse para enfriar. El número de veces que el agua puede ser reutilizada depende de cómo de limpia se mantenga. El agua puede contaminarse a partir de latas dañadas y superficies sucias de latas. Se debe evitar la entrada al autoclave de aquellas latas que estén dañadas para no provocar la contaminación del agua.

Cuando el agua ya no puede utilizarse para recircular, ésta puede ser utilizada para limpiar las latas precintadas y para otras actividades de limpieza. La inversión necesaria para instalar las tuberías y bombas es bastante baja, y alrededor del 85 % del agua puede ser reutilizada.

A pesar de que la torre de refrigeración es el primer dispositivo y el más utilizado para los circuitos de refrigeración existen otras estrategias:

- a) Disponer de un depósito de agua suficientemente grande para disipar toda la energía. En tal caso cerraremos el circuito alimentando el depósito con el agua de la purga.
- b) Disponer de un circuito de aire acondicionado con agua fría existente. En los casos en los que el caudal pueda ser pequeño (condensadores de bombas de vacío, molinos coloidales para pulpas, etc....), dado que el calor a dispersar normalmente es bajo y los equipos de refrigeración se compran sobredimensionados, puede ser de interés su uso en función de la distancia, puesto que la inversión será mínima.
- c) Instalar una bomba de calor en la que el fluido frío sea el circuito de refrigeración y el caliente, por ejemplo, el precalentamiento para desgasificar.

Los principales condicionantes sobre cerrar circuitos de refrigeración se encuentran en la el salto térmico entre el agua de entrada y el agua de salida en el punto de refrigeración, y la suciedad que se incorpore a este circuito. En el caso de no ser viable esta estrategia se puede pensar en recircular hacia otra operación (OPC 3).

#### **4.8.3. Mejoras**

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del consumo de agua.
- Reducción del caudal de las aguas residuales.
- Ahorro de la energía consumida cuando la corriente recuperada tiene un valor energético (caliente o frío).

#### **4.8.4. Ejemplos de aplicación**

Una planta para la fabricación de 600 Tm/a de mermeladas en la línea de procesado dispone de un molino coloidal antes de la línea de envasado. Este molino se refrigera con agua y el circuito de refrigeración no se encuentra cerrado.

Cerca de la zona del molino existe un circuito de refrigeración que da servicio a otras máquinas con caudal para alimentar el molino.

Cerrar este circuito supone un ahorro de agua de 1.200 m<sup>3</sup>/a.

El estudio de viabilidad para esta pequeña modificación se detalla en la tabla siguiente:

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Cerrar circuito de refrigeración	1 500		
Agua recirculada			1 000
<b>Total</b>	<b>1 500</b>		<b>1 000</b>
Retorno de la inversión (años)	1,5		

#### **4.9. OPC 9. Sistemas CIP (Cleaning in Place) para la limpieza de equipos y conducciones**

##### **4.9.1. Introducción**

Como es bien sabido las operaciones de limpieza de las instalaciones y equipos son fundamentales en este tipo de industria. Las operaciones de limpieza acostumbran a comportar elevados costes de: mano de obra, energía, agua, productos de limpieza y desinfección; a la vez que generan grandes volúmenes de aguas residuales fuertemente contaminadas. Los sistemas de limpieza basados en el principio del CIP, permiten ahorros más que notables de mano de obra, energía, agua y productos de limpieza y desinfección, a la vez que reducen drásticamente algunos tipos de contaminación en las aguas residuales.

##### **4.9.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Los sistemas CIP se basan en limpiar las instalaciones sin necesidad de proceder a su desmontado y en la reutilización de los fluidos de limpieza y desinfección.

Una operación de limpieza tradicional es una operación poco racional en la que solo se contempla un solo objetivo: la eliminación de la suciedad al precio que sea.

Las operaciones CIP, si están bien diseñadas, además de tener como objetivo la eliminación de la suciedad, también incluyen la minimización del consumo de energía, agua, detergentes y volumen y contaminación de las aguas residuales generadas.

A continuación señalamos algunas de las más importantes áreas de actuación en las que se basa la eficacia de una operación CIP, bien diseñada:

#### **4.9.2.1. Aprovechamiento del producto o eliminación de la suciedad como residuo sólido.**

Lo primero que hay que considerar es la posibilidad de aprovechamiento del producto retenido en la instalación o en las conducciones, al final del proceso.

La impulsión de aire comprimido, con o sin la ayuda de pelotas de caucho o material equivalente, del producto retenido en el interior de las conducciones permite la recuperación de grandes cantidades de éste, a la vez que se reduce drásticamente la contaminación de las aguas residuales originadas por el proceso de limpieza.

En aquellos casos en que no sea posible la utilización del aire comprimido, puede ser recomendable una intervención manual, con rasquetas o elementos equivalentes, que permitan recuperar, o eliminar como residuo sólido, la mayor parte del producto contenido en las instalaciones.

#### **4.9.2.2. Aprovechamiento de las aguas de enjuagado u otras aguas limpias que se pueden generar en otras actividades de la instalación.**

La primera fase de lavado se acostumbra a hacer con agua. En esta fase no es indispensable la utilización de agua perfectamente limpia. La utilización del agua de enjuagado de las anteriores operaciones de limpieza, o el agua limpia sobrante de determinadas operaciones industriales, permite el ahorro de tantos m<sup>3</sup> de agua como se reaprovechen en la operación referida.

#### **4.9.2.3. Reaprovechamiento de las soluciones alcalinas y ácidas utilizadas como detergentes**

Si tenemos una primera fase de limpieza con agua, conseguiremos eliminar más del 90% de la suciedad presente en la instalación. Superada la fase citada, en las superficies a limpiar solo nos quedan pequeñas cantidades de suciedad, realmente difíciles de eliminar. Este, y no antes, es el momento de empezar a utilizar los detergentes. Dado que la mayor parte de la suciedad ya ha sido eliminada previamente, la solución detergente, si bien elimina todos los restos de suciedad durante el proceso de limpieza que se lleva a cabo por el sistema de recirculación de la misma solución detergente, no se ensucia notablemente y, una vez finalizada la limpieza, sigue manteniendo inalterado su potencial de limpieza. Las pequeñas pérdidas de concentración que se hayan podido producir se pueden compensar incorporando detergente concentrado a la solución de limpieza.

Este hecho nos permite recuperar la totalidad de las soluciones alcalinas y ácidas empleadas y utilizarlas en posteriores procesos de limpieza, en lugar de eliminarlas en forma de aguas residuales. El ahorro de agua, detergentes y caudal y contaminación de las aguas residuales, como es fácil de comprobar, es más que notorio.

#### **4.9.2.4. Recuperación de la energía utilizada para calentar las soluciones detergentes**

Como es bien sabido, la eficacia de las operaciones de limpieza está fuertemente condicionada a la temperatura a la que éstas se llevan a cabo. Como norma general, se acepta que por cada 10° C de incremento de temperatura se duplica la velocidad de limpieza. Es por ello que las operaciones de limpieza se realizan, habitualmente, a temperaturas elevadas, empleándose gran cantidad de energía para ello. Las instalaciones CIP permiten recuperar una parte importante de ésta energía, mediante la utilización de intercambiadores de calor y/o mediante la recuperación y conservación de los fluidos calientes.

#### **4.9.3. Mejoras**

Los principales beneficios para el medio ambiente de la utilización de sistema CIP, radican en:

- Disminución del consumo de agua
- Disminución de la carga orgánica de las aguas residuales
- Minimización de los problemas de variación de pH en las aguas residuales
- Minimización de la carga en detergentes de las aguas residuales
- Disminución del consumo energético.

#### **4.10. OPC 10. Evitar la entrada en el autoclave de latas dañadas**

##### **4.10.1. Introducción**

El proceso de esterilización se realiza en unas condiciones de temperatura y presión elevadas de manera que si los envases no se encuentran en condiciones (resistencia adecuada, cierre correcto) se abrirán por efecto de la presión o depresión vertiendo parte o la totalidad del producto en el agua de esterilización.

El agua de esterilización debe tener un nivel de limpieza adecuado ya que si se encuentra la suciedad exterior de las latas o botes o bien la apertura de alguna de ellas durante el proceso

provocará problemas de biofilm sobre la superficie del intercambiador de calor y en general de toda la instalación de esterilización.

Es por este motivo precisamente que antes de la entrada al esterilizador la mayor parte de los procesos prevén una limpieza de los envases cerrados.

#### **4.10.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Las acciones a realizar con el fin de minimizar la aportación de materia orgánica al agua consisten básicamente en:

- a) Homologación de los proveedores de envases y control periódico de la resistencia de los propios envases.
- b) Revisiones periódicas a máquinas de envasado de acuerdo con las recomendaciones del suministrador de las máquinas.
- c) Autocontrol de calidad diario mediante la inspección visual del cierre de los envases por parte del operario de envasado.

Estas medidas, además de minimizar la contaminación suponen un aumento de productividad y una garantía de la calidad al consumidor, puesto que si los envases no cierran correctamente supondrá reclamaciones por parte de los clientes y devoluciones que se convertirán en residuos.

#### **4.10.3. Mejoras**

La aplicación de las medidas descritas permitirá:

- La reducción del consumo de agua,
- La reducción del caudal de agua residual,
- La disminución de mermas de producto terminado,
- El ahorro de vapor de agua en el caso en que se disponga de una instalación continua o con recuperación de calor.

#### **4.10.4. Ejemplos de aplicación**

Una instalación de elaboración de salsas pasterizadas que procese 1.000 Tm de producto en envases de 2,5 Kg procesará 400.000 envases. Si su sistema de calidad acepta un rechazo de 0.1% de los envases defectuosos supondrá 400 botes de 2,5 Kg.

Estos 1.000 Kg de producto suponiendo el peor de los casos que se han vertido en distintas esterilizaciones, y dado el autoclave de 1.500 l de capacidad y dada la norma de cambiar el agua cada vez que se rompa un bote, supondrá, haciendo una estimación:

Aspecto	Costo (miles Euro/a)
Mermas de producto terminado y envase	4,5-5
Calentar de nuevo el agua del esterilizador	3-3,5
Cambio de agua	1,5-2
Mano de obra para la limpieza de las latas sucias	3,5-7
Consumo de agua para la limpieza	1-1,5
Total	13,5-19

Ante estos datos se impone únicamente una reflexión. ¿Cuál es mi porcentaje de roturas de envases dentro del autoclave? ¿Cuánto me supone? ¿Puedo mejorar este ratio?

#### **4.11. OPC 11. Utilizar el transporte neumático en lugar de un canal de agua como sistema de transporte de producto**

##### **4.11.1. Introducción**

En las industrias conserveras de pescado el agua de mar se utiliza para el transporte del pescado en el interior de la planta de procesado, sin embargo, en algunos casos, se añade agua de red para mantener el caudal suficiente de agua.

Los residuos de agua con sangre de pescado que se generan a bordo de los barcos de pesca, dependiendo de la especie de pescado y las condiciones en las que se encuentran a la hora de hacer la descarga puede llegar a representar el 20-25% del total de la carga orgánica que genera una industria conservera de pescado.

Este problema puede darse también en el procesado de vegetales y aunque no es objeto de este estudio suele suceder también en los mataderos de la industria cárnica.

En el procesado de vegetales la problemática es menor puesto que la cesión de materia orgánica del vegetal al agua es menos probable y un procesado en seco podría suponer en bastantes casos mermas superiores de materia prima.

## **4.11.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

### **4.11.2.1. Descargas de pescado**

El principal problema de la contaminación producida en la descarga se inicia en las bodegas de los barcos de pesca durante la captura y el transporte hasta las plantas de procesado.

La problemática ambiental se fundamenta en:

- Elevada conductividad dado el uso del agua de mar como medio de almacenaje
- Elevada contaminación por cesión de materia orgánica del pescado al agua

La carga orgánica y salinidad de las aguas residuales generadas de la descarga puede ser disminuida durante la pesca congelando las capturas.

Congelaciones eficientes dan lugar a una mejor calidad del pescado y reducen las pérdidas. La congelación consume energía extra (aproximadamente 50-60 Kwh/t para producir hielo y 50-70 Kwh/t para congelar), pero la carga orgánica de las aguas residuales se reduce considerablemente.

La cantidad de agua añadida que se consume en la descarga puede ser reducida mediante:

- Limitar las cantidades de agua añadida al sistema de transporte por bombeo para un transporte eficiente.
- Instalar válvulas solenoides que corten el flujo de agua cuando no se esté realizando descarga de pescado.
- Recircular las aguas de transporte (aunque sea necesario utilizar filtros que separen la parte sólida de la corriente de agua antes de ser reutilizada)
- Instalar contadores de agua para controlar que el personal que realiza las descargas no utiliza más agua que la necesaria.

El agua tratada con el sistema mencionado puede ser reutilizada para las nuevas descargas de pescado si se trata convenientemente con luz ultravioleta (UV) u ozono.

Tal como describíamos en la OPC 1 deberían analizarse muestras regularmente para asegurar la ausencia de peligros para la salud del consumidor. Los ahorros en agua pueden ser del orden de 2-5 m<sup>3</sup>/Tm de materia prima, pero la inversión requerida para el tratamiento con luz ultravioleta u ozono es elevada.

La calidad de agua con sangre tratada puede ser mucho mejor antes del vertido si se utiliza un sistema centrífugo, el cual reduce la materia y sólidos en suspensión sobre un 45% (60 Kg/Tm de materia prima) La inversión para este sistema es, sin embargo, elevada.

Debido al contenido proteico y de aceites del agua con sangre, ésta puede ser utilizada para la producción de harinas de pescado, si se encuentra alguna planta cerca. Otra alternativa es el tratamiento y vertido del agua al mar. El tratamiento conlleva la instalación de un tamiz rotatorio y un tanque de flotación de aceites.

Utilizando este sistema se puede reducir la DQO un 6-25%, dependiendo del tiempo de retención. La inversión para este tipo de sistema se encuentra alrededor de unos 54.000 Euros.

#### 4.11.2.2. Transporte seco

Para evitar el uso de agua en la descarga, se pueden utilizar sistemas secos de descarga mediante cintas, tornillos, cangilones, succión al vacío e impulsión por paquetes. El producto se descarga en cintas transportadoras para transportarlo a las plantas de proceso. Sistemas modernos y secos pueden ser tan efectivos como los sistemas húmedos, pero pequeñas cantidades de agua son necesarias ocasionalmente para incrementar el ritmo de descarga.

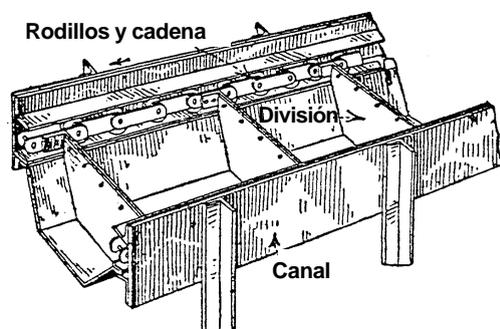


Figura 4.8. Sistema de transporte por cangilones. (Fuente: Ver Ref. 79)

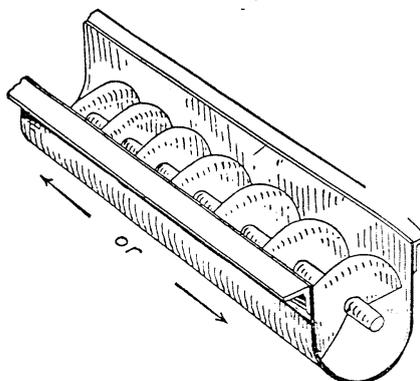


Figura 4.9. Sistema de transporte por tornillo sinfín (Fuente: ver Ref. 79)

Cuando la materia prima es pequeña pueden utilizarse monobombas con buen resultado. La inversión necesaria ronda los 110.000 Euros para las bombas y unos 540.000 Euros para los tanques de almacenaje. Se ahorran unos 1-2 m<sup>3</sup> por tonelada de materia prima y se evita el vertido de materia orgánica.

El sistema de succión al vacío en vísceras de pescado puede reducir tanto el consumo de agua y la carga de DQO de las aguas residuales sobre un 67%.

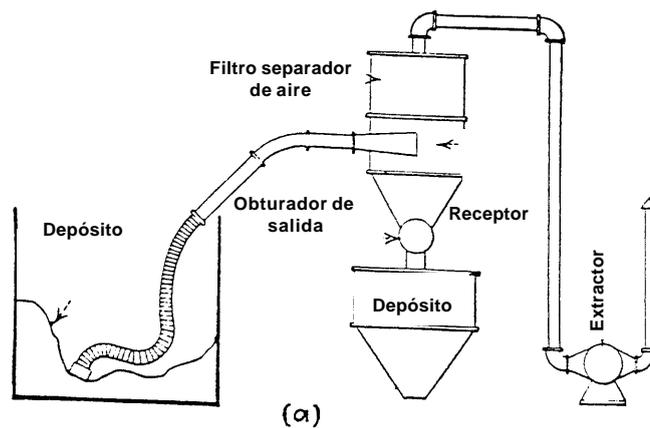


Figura 4.10. Sistema de transporte neumático por aspiración (Fuente: ver Ref. 79)

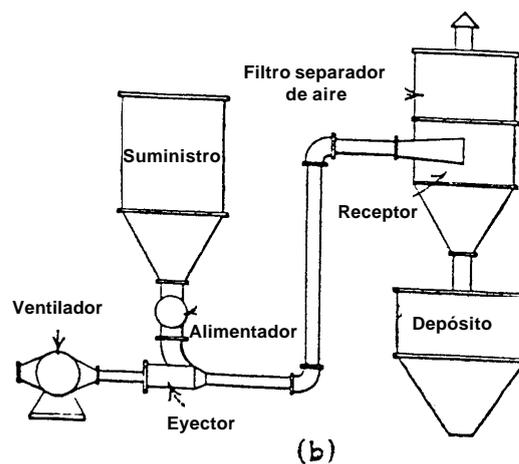


Figura 4.11. Sistema neumático de transporte por impulsión (Fuente: ver Ref. 79)

### 4.11.3. Mejoras

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Disminución de la cantidad de materia prima necesaria dado que se reducen las mermas. En el caso del pescado, y dados los problemas derivados de excesos de capturas, es un elemento ambiental a considerar.
- Reducción de los residuos de pescado que se procesarán probablemente como materia prima para la elaboración de harina de pescado. A pesar de que sea un proceso de reciclado es altamente contaminante, por lo que ambientalmente interesa minimizar su utilización.

Atendiendo a los puntos de procesado en seco también debe considerarse:

- Reducción del consumo de agua.
- Reducción del caudal de las aguas residuales.
- Reducción de la DQO de las aguas residuales dado que la contaminación no se cede al agua.

### 4.11.4. Ejemplos de aplicación

Una compañía que produce anualmente 612.000 Tm de productos de la pesca cambió su sistema de descarga de pescado centrífugo por un sistema de aspiración.

La instalación del sistema de aspiración junto con la instalación adicional de procesos de recuperación de sólidos orgánicos mediante filtros rotatorios supuso una disminución sustancial de la carga orgánica vertida (48.000 toneladas de DQO/ año cuando los vertidos a la zona ascendían a 60.000 toneladas de DQO/año)

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Cambio del sistema centrífugo al sistema de bombeo	3 000 000		1 600 000
<b>Total</b>			
Retorno de la inversión (años)	2		

## **4.12. OPC 12. Autocontrol del proceso con el HACCP**

### **4.12.1. Introducción**

El sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (HACCP) fue el resultado de la colaboración, en los años sesenta, entre Pillsbury Co. , la NASA y el laboratorio de la U.S. Army en Natick, en el diseño de un programa de cero defectos destinado a la producción de alimentos. Fue dado a conocer, por primera vez en 1971, en la National Conference of Food Protection y, en septiembre de 1974, BAUMAN E. (Vicepresidente de ciencia y tecnología de la Pillsbury Co.) publicó en la revista *FOOD TECHNOLOGY* los detalles del nuevo sistema desarrollado.

A partir de aquel momento la comunidad científica y técnica ha ido asimilando el sistema y lo ha introducido y recomendado en los procesos de producción, almacenado y transporte de alimentos.

### **4.12.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

El sistema HACCP se basa en la aplicación del sentido común al objetivo definido (asegurar la ausencia de elementos nocivos en los alimentos)

Un equipo multidisciplinar que abarca la totalidad del conocimiento de la planta (control de calidad, producción, mantenimiento) realiza las siguientes acciones:

- Análisis y documentación de los riesgos higiénicos potenciales, asociados a cada una de las operaciones del proceso de producción de los productos elaborados en su empresa.
- Localización de los puntos de la operación o del proceso en los que pueden tener lugar los riesgos analizados.
- Determinación, entre todos los puntos localizados, de aquellos que resultan decisivos para la seguridad alimentaria del producto.
- Diseño e implantación de procedimientos eficaces de control, seguimiento y documentación de los puntos críticos.
- Establecimiento de los límites de aceptación para los resultados obtenidos en el control de los puntos críticos y de las acciones a tomar en caso de encontrarse valores fuera de los límites especificados.
- Revisión sistemática de la totalidad del sistema implantado en función de los resultados del mismo y de las modificaciones del proceso.

A continuación se muestra un ejemplo del desarrollo de un Punto de Control Crítico para la operación de almacenado frigorífico habitual en la industria conservera de pescado:

EFICACIA		2	2	1
MICROORGANISMOS PATÓGENOS, TOXINAS MICROBIANAS	Microorganismos patógenos, toxinas microbianas	Microorganismos patógenos, sustancias tóxicas, elementos impropios	Microorganismos patógenos, toxinas microbianas	
INHIBIR EL CRECIMIENTO MICROBIANO	Inhibir el crecimiento microbiano	Rotación adecuada de los productos almacenados	Evitar la contaminación cruzada entre los productos congelados, la carne y el pescado	
CONSERVAR A 2.5 °C	Conservar a 2.5 °C	Gestión FIFO del almacén a través del sistema de identificación de la mercancía	Almacenar el pescado fresco en la cámara establecida para ello	

RESPONSABLE DE LA ACCIÓN	Encargado	Camaristas	Camaristas	Camaristas
CONTROL	Supervisión del registro del termógrafo	Calibración semestral del termómetro y el termógrafo	Supervisión de los lotes de la cámara	Supervisión de los productos almacenados
RESPONSABLE DEL CONTROL	Encargado	Empresa especializada	Encargado	Encargado
REGISTRO DE LA CALIDAD	Registro del termógrafo	Registro de calibración	-	-
LÍMITES CRÍTICOS	Temperatura superior a 5 °C e inferior a 0.5 °C	Diferencias de 0.5 °C	Palets en su ubicación y rotación adecuada	Presencia de productos distintos de pescados frescos
MEDIDAS CORRECTORAS	Restituir las condiciones adecuadas de refrigeración	Restituir las condiciones adecuadas de medición	Restituir la posición, búsqueda de venta rápida o desechar	Restituir la posición o desechar
RESPONSABLE DE MEDIDAS CORRECTORAS	Encargado	Empresa especializada	Responsable de ventas	Responsable de ventas
REGISTRO DE MEDIDAS CORRECTORAS	Informe de no-conformidad	Parte de calibración	Informe de no-conformidad	Informe de no-conformidad

La implantación del sistema HACCP incluye además de las operaciones del proceso, aspectos generales como la homologación de proveedores, el control de plagas, la limpieza, el mantenimiento de la planta, el diseño higiénico de las instalaciones y las buenas prácticas de los manipuladores.

El éxito de la implantación de un sistema HACCP no requiere necesariamente muchos recursos materiales en el sentido de inversión en máquinas e instalaciones. Las claves del éxito radican en seleccionar las personas adecuadas para llevar a cabo el análisis y el diseño, y transmitir adecuadamente al personal las directrices elaboradas por este equipo.

#### **4.12.3. Mejoras**

La contribución principal de la implantación del sistema HACCP a la producción limpia consiste en la disminución de las pérdidas de materia prima y disminución de rechazos de producto terminado por el control de calidad. Esto supone:

- Reducción de la cantidad total de residuos
- Aprovechamiento eficiente de los recursos naturales (materia prima y recursos materiales gastados durante el procesado de productos rechazados)

#### **4.12.4. Ejemplos de aplicación**

En algunas plantas de conservas de frutas y zumos, en las que se estudió el nivel de mermas en materia prima y rechazos de calidad este alcanza porcentajes de hasta el 15%. A raíz de la reflexión en torno a cada uno de los procesos realizados se aprobaron inversiones relativas a cambios en el proceso, en los envases y mejora del control de plagas y se obtuvieron ahorros de 120.000 Euro anuales y de 180.000 Euro disminuyendo las mermas en materia prima.

### **4.13. OPC 13. Limpieza estructural con un sistema de baja presión con espuma o alta presión.**

#### **4.13.1. Introducción**

La seguridad higiénica del producto alimentario requiere un nivel de limpieza de las instalaciones que evite la proliferación de microorganismos. Esta necesidad del sector alimentario se traduce en instalaciones (equipos, obra civil) de materiales preparados para limpiezas frecuentes con

agua y en limpieza diarias o semanales. Cuando la instalación procesa materia prima que proviene de la producción primaria, la necesidad de la higiene adquiere aún más peso dado el riesgo de contaminación cruzada.

El sistema utilizado normalmente para realizar la limpieza suele ser la manguera de agua caliente con un cabezal para dar presión en el mejor de los casos.

#### **4.13.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

En el mercado existen principalmente dos sistemas eficientes de limpieza:

- Limpieza a alta presión,
- Limpieza a baja presión con espuma

##### **4.13.2.1. Limpieza a alta presión**

El principio de la limpieza se basa en proyectar sobre la superficie a limpiar un chorro de agua a presiones de trabajo de entre 30 y 130 bares. Los caudales consumidos por estos equipos se encuentran entre 150-840 l/h y para efectuar una limpieza más eficaz puede trabajar con agua caliente y dosifica automáticamente detergente.

La ventaja de este sistema es su bajo consumo de agua y su capacidad desincrustante. Su principal punto débil es que no deja excesivo tiempo de contacto entre el detergente o bactericida en los casos en que sea necesario desinfectar.

Otro condicionante importante de este sistema es que desde el punto de vista higiénico no se recomienda su utilización durante la producción dado que provoca nieblas orgánicas que podrían contaminar las superficies en contacto con el producto.

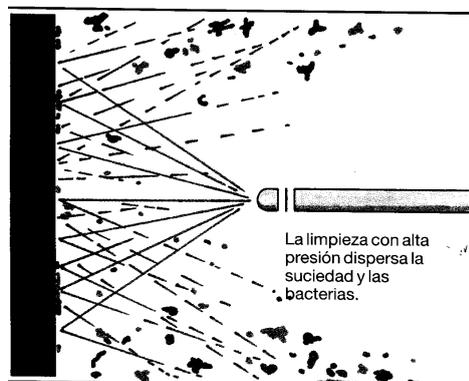


Figura 4.12. Limpieza a alta presión (Fuente: Scanio)

#### 4.13.2.2. Limpieza a baja presión

El principio de la limpieza se basa en proyectar sobre la superficie a limpiar una espuma que se deposita sobre la pared. A esta espuma se le deja un determinado tiempo de contacto para después aclarar a baja presión (10-25 bares). Los caudales consumidos por estos equipos se encuentran entre 10-100 l/h. El equipo trabaja con agua caliente y dosifica automáticamente detergente.

La ventaja de este sistema es su bajo consumo de agua y su capacidad desinfectante. Su principal punto débil es que no tiene tanta capacidad desincrustante como la limpieza a alta presión.

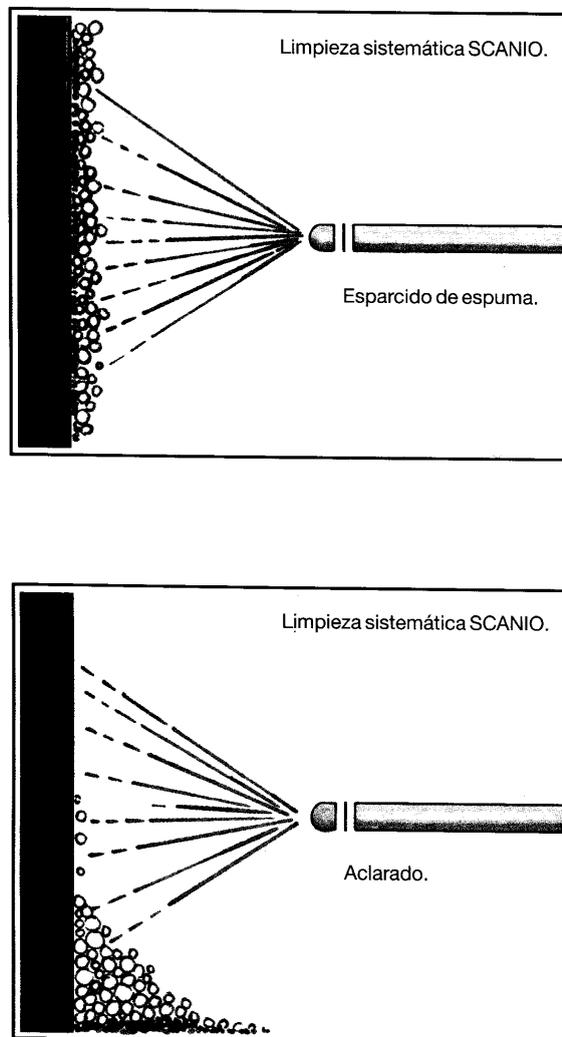


Figura 4.13. Limpieza a baja presión. 1ª y 2ª etapa. (Fuente: Scanio)

La instalación de un equipo oscila sobre 6.000 Euro para una sala.

Estas instalaciones, además de cumplir la función de satisfacer la necesidad de limpiar estructuralmente la planta, resultan de gran utilidad para limpiezas de máquinas previstas en el plan de mantenimiento (o antes de las visitas de clientes) y utensilios diversos.

#### 4.13.3. **Mejoras**

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del consumo de agua en un 60%.
- Reducción del caudal de las aguas residuales.
- Reducción de la cantidad de detergente o desinfectante utilizada puesto que se dosifica automáticamente.

#### 4.13.4. **Ejemplos de aplicación**

Una planta de 2.000 m<sup>2</sup> que modificó su sistema convencional de limpieza con agua caliente a 5 bar de presión generada mediante mezcladores de vapor y dosificación de detergente en polvo directamente sobre la superficie a limpiar instaló un sistema centralizado de limpieza a baja presión.

Esta planta realiza diariamente una limpieza de las salas de envasado y semanalmente de toda las instalaciones de producción.

Esta medida supuso anualmente un ahorro de 500 Euro.

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
CIP	8 000	500	
Agua y detergente			2 000
Energía			1 500
<b>Total</b>	<b>8 000</b>	<b>500</b>	<b>3 500</b>
Retorno de la inversión (años)	2,6		

#### **4.14. OPC 14. Secado de salmueras mediante energía solar**

##### **4.14.1. Introducción**

La eliminación de las sales disueltas es una contaminación que no se suele eliminar en los procesos convencionales de tratamiento finalista y que, sin embargo, supone problemas para el medio ambiente del Mediterráneo, que se caracteriza por la ausencia de ríos caudalosos, y que, por tanto, no tiene capacidad para diluir esta salinidad.

La eliminación convencional con aporte energético, eliminación mediante resinas o sistemas de osmosis inversa no suelen ser viables económicamente y solo se adoptan en casos muy excepcionales.

Además de un sistema para el tratamiento de salmueras, puede suponer también un sistema alternativo para la producción de agua destilada para usos diversos: alimentación de calderas, incorporación al producto o disminución de la concentración salina los circuitos de refrigeración.

Las corrientes residuales de salmueras provienen principalmente de: Tanques de almacenado de pescado, soluciones de encurtido, operaciones de desalado de ingredientes (tripas, pescado) y otras.

##### **4.14.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

En aquellos procesos productivos en donde uno de los flujos de aguas residuales tenga un elevado contenido en sales disueltas (salmueras residuales), podemos plantearnos utilizar un proceso de destilación mediante energía solar para separar las sales disueltas, con la obtención de agua destilada, reutilizable por ejemplo como agua de alimentación a las calderas.

Las condiciones que han de cumplirse para poder implantar este proceso son:

- a) Disponer de una extensión suficiente de terreno. El proceso de destilación mediante insolación, es función lineal de la superficie instalada, ya que al incrementar esta, incrementamos en la misma proporción la energía radiante solar captada. Típicamente se aceptan valores de destilación entorno a los 2 litros por día y metro cuadrado, reduciéndose en invierno a los 0,5 litros y aumentando en verano hasta los 4 litros. Cabe decir que en los días de poca o nula insolación, el agua destilada también será poca o inexistente.

b) Estar situados en lugares de fuerte insolación, pues a mayor insolación, mayor energía es captada y se incrementa el volumen de agua destilada. Los valores de radiación solar típicos de un día de verano hacia el mediodía, rondan los  $1.000 \text{ W/m}^2$ .

Disponiendo de las extensiones de terreno adecuadas, la construcción de un destilador solar no supone una gran inversión, ya que este se compone a modo simplificado, de una cubeta o estanque de fondo negro de poca profundidad, pudiendo ser de unos pocos centímetros, formando el fondo un recinto cerrado herméticamente por una cubierta de vidrio o plástico. La luz solar calienta el agua de la cubeta y el aire contenido entre la cubeta y la cubierta transparente hasta temperaturas que pueden llegar a los  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , provocando la evaporación del agua.

El agua evaporada condensa en la cara inferior de la cubierta transparente, pues la cubierta al estar en contacto con el exterior se encuentra más fría, esta agua desliza por la cubierta que suele ser inclinada hasta su recogida en canales a tal fin; el proceso se puede optimizar utilizando un intercambiador, en el cual por un lado entrará el agua de entrada a la cubeta, con alto contenido en sales disueltas, y por otro lado entraremos el aire caliente y saturado de vapor de agua procedente del recinto cerrado. En el intercambiador precalentaremos el agua de entrada y condensaremos el vapor de agua obteniendo agua destilada caliente.

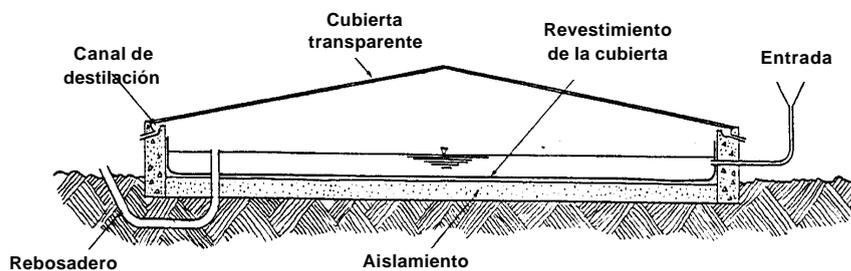


Figura 4.14. Esquema de un desalinizador de agua (Fuente: ver Ref. 95)

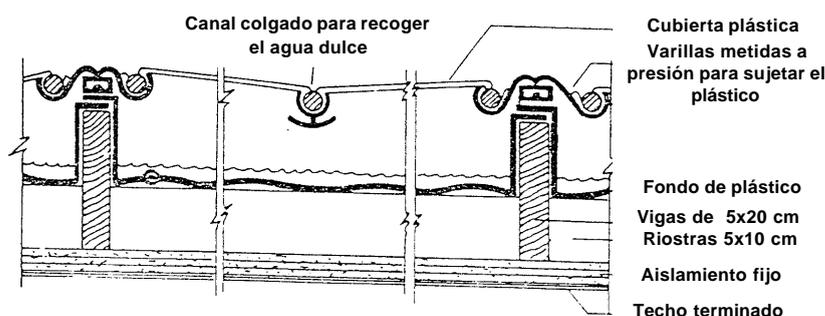


Figura 4.15. Esquema de un desalinizador de agua (Fuente: ver Ref. 95)

Al finalizar el proceso obtendremos por un lado agua destilada calentada, la cual podremos utilizar por ejemplo para alimentar la caldera, evitándonos costosos procesos de descalcificación, para lavado, transporte, calefacción, etc., y por otro lado obtendremos sal, más o menos contaminada con residuos orgánicos, la cual es mucho más fácil de eliminar que la salmuera, y con un impacto medioambiental mucho menor.

El coste de implantación, si se tienen las extensiones de terreno necesarias, se reduce a la construcción de las instalaciones, sencillas y no demasiado caras, construcción de la cubeta, cubierta y canalizaciones. En cuanto al proceso, el coste energético es nulo, podemos reutilizar como mínimo uno de los productos, el agua destilada, la cual de por sí ya tiene un coste elevado, y, además, nos viene precalentada, lo cual dependiendo de su uso posterior nos puede suponer un ahorro energético. Únicamente hemos de tener en cuenta el coste de vaciar periódicamente las cubetas de las sales resultantes.

Una instalación de estas características deberá ir acompañada de un depósito pulmón que acumule las salmueras producidas que no puedan procesarse por falta de insolación, para ser procesadas en días de máxima eficiencia de la planta.

#### **4.14.3. Mejoras**

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del consumo de agua
- Reducción del caudal de las aguas residuales
- Reducción de los niveles de sales disueltas de las aguas residuales
- Obtención de un residuo salino con una posible reutilización en la elaboración de piensos.

#### **4.14.4. Ejemplos de aplicación**

Una planta produce diariamente 100 Kg de salmuera, lo que supone anualmente 22.000 l de salmuera al 11%.

Las dimensiones de una estación de secado para esta instalación, grosso modo, precisarían 450 m<sup>2</sup> de superficie y un depósito de acumulación de 5.000 l en el caso de 7 meses por debajo del nivel solar promedio.

El balance económico para una planta de estas características aproximadamente supondría:

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Depósito y bomba	1 800		
Destilador solar	15 000		
Operación de la planta (retirada de sal)		600	
Reutilización agua destilada			2 000
<b>Total</b>	<b>16 800</b>	<b>600</b>	<b>2 000</b>
retorno de la inversión (años)	12		

La planta supondría también un aprovechamiento energético de 10<sup>6</sup> kcal teniendo en cuenta que se obtiene agua a 70 °C.

#### 4.15. OPC 15. Bioconversión de residuos pesqueros mediante fermentación ácido - láctica<sup>2</sup>

Determinadas operaciones originan una masa importante de residuos, en forma de recortes o de determinadas partes poco apreciadas de los pescados. Estos residuos, a pesar de poseer un elevado valor nutricional, carecen de valor económico y pueden llegar a ser vertidos al medio exterior, con la consiguiente contaminación que ello supone. Uno de los aprovechamientos más usuales de este tipo de residuos es su transformación en harina de pescado. En algunos casos, la pequeña cantidad generada no justifica una instalación de obtención de harina de pescado; en otros casos, el elevado coste energético de este tipo de instalaciones no hace viable este aprovechamiento.

La fermentación láctica de estos residuos, en determinados casos, es una alternativa interesante para el aprovechamiento de los mismos. La utilización de los residuos de pescado fermentados o acidificados es la alimentación de determinados animales. Los residuos acidificados, por fermentación láctica o por adición de ácidos, no contienen microorganismos patógenos y poseen una capacidad de conservación significativamente superior a la de los residuos sin acidificar.

##### 4.15.1. Aspectos técnicos y condicionantes

El proceso de acidificación debe realizarse inmediatamente después de la obtención de los residuos. La acidificación puede conseguirse mediante dos vías:

<sup>2</sup> En el momento de publicación de este estudio se ha desarrollado la siguiente normativa respecto al uso de proteínas animales elaboradas a partir de deshechos de pescado para la alimentación animal:

La Decisión del Consejo 2000/766/CE de 4 de diciembre de 2000, relativa a determinadas medidas de protección contra las encefalopatías espongiformes transmisibles y la utilización de proteínas animales en la alimentación animal, prohíbe el uso de harinas de pescado en la alimentación de animales rumiantes.

La Decisión de la Comisión 2001/9/CE de 29 de diciembre de 2000, relativa a las medidas de control requeridas para la aplicación de la Decisión 2000/766/CE del Consejo, relativa a determinadas medidas de protección contra las encefalopatías espongiformes transmisibles y la utilización de proteínas animales en la alimentación animal, establece las condiciones de producción, transporte y almacenamiento de las harinas de pescado y de los alimentos que las contengan, así como las condiciones de etiquetado de estos últimos.

a) Fermentación con bacterias lácticas. En este caso, dado que los pescados son pobres en hidratos de carbono, debe adicionarse al residuo obtenido alguna fuente barata de azúcares (lactosuero, melazas, residuos de cereales, etc.) Los residuos enriquecidos en azúcares son inoculados con un fermento láctico y mantenidos a temperatura ambiente hasta que la fermentación ha finalizado (pH 4,5, aproximadamente) Una vez finalizada la fermentación lo mejor es que sean consumidos rápidamente. No obstante pueden conservarse algunos días si se mantienen a baja temperatura; o largos períodos si son desecados o esterilizados.

b) Acidificación con ácidos. Si no se desea fermentar el producto, se puede conseguir el mismo objetivo acidificando el producto, preferentemente con un ácido orgánico compatible con la alimentación animal. El producto, una vez acidificado debe ser tratado y consumido igual que el anterior.

La riqueza nutricional de estos productos así como sus posibilidades en alimentación animal varían notablemente en función de las características de los residuos que se aprovechan.

#### **4.15.2. Mejoras**

Los principales beneficios de esta práctica para el medio ambiente, son obvios:

- Reducción de la masa de residuos sólidos generada y disminución del impacto de la misma sobre el medio ambiente.
- Mejor aprovechamiento de los recursos naturales y por lo tanto disminución de la presión sobre el medio para obtener alimentos para la producción de animales.

#### **4.16. OPC 16. Depuración anaerobia de aguas residuales de alta concentración y aprovechamiento del biogas**

##### **4.16.1. Introducción**

El sistema de depuración tradicional de las aguas residuales de la industria conservera dada la biodegradabilidad de las aguas, es el tratamiento biológico aerobio.

##### **4.16.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

El proceso de digestión anaerobia implica la rotura de las moléculas orgánicas hasta su transformación en dióxido de carbono y metano. Este proceso tiene especial aplicación en la depuración de aguas residuales de elevada carga orgánica, ya que por cada Kg de DBO

eliminado se puede obtener entre 0,6 – 0,7 m<sup>3</sup> de biogas con una capacidad calorífica de 5.000-6.000 kcal/m<sup>3</sup>.

En las industrias conserveras en las que se dan procesos de cocción (túnicos, legumbres) existen corrientes residuales de alta contaminación (DQO del orden de 50.000 mg/l) En el balance de esta operación uno de los principales inputs lo constituye la energía que se utiliza para calentar normalmente en forma de vapor.

La instalación de un sistema de depuración anaerobia con un aprovechamiento del gas en forma de calor disminuye de forma importante la cantidad del residuo producido. Este residuo tiene como principal característica que se encuentra estabilizado y que puede utilizarse para aplicación a la agricultura, o bien reutilización como materia prima para la producción de harina de pescado.

La instalación (figura 1) está compuesta por los siguientes elementos y equipos:

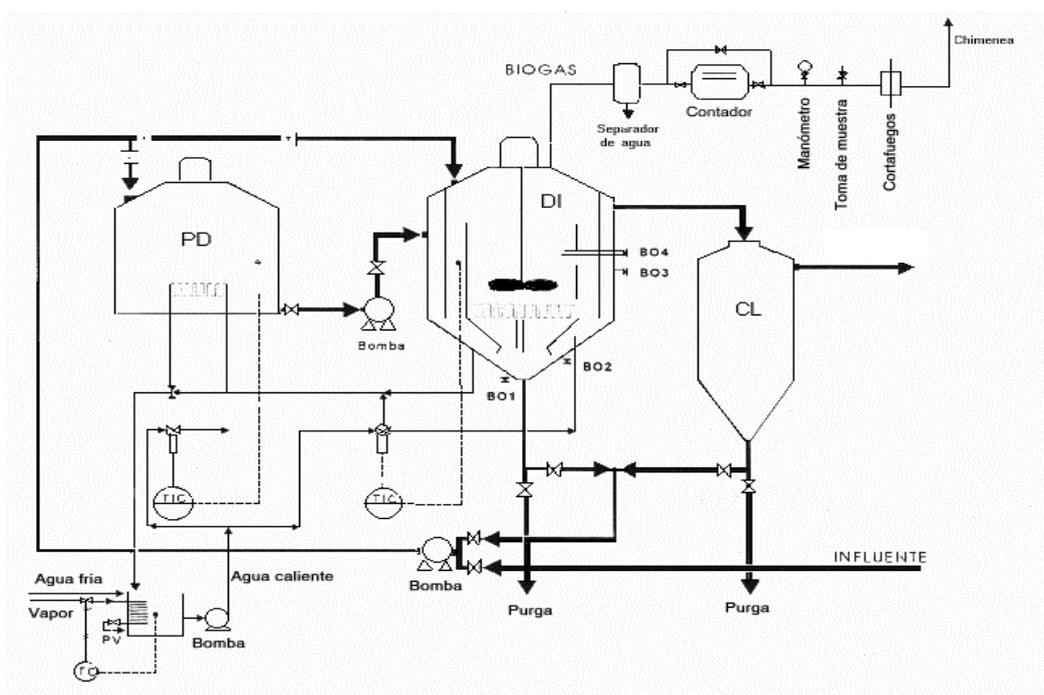


Figura 4.16. Diagrama de la planta piloto industrial de depuración de aguas residuales (Fuente: ver Ref. 18)

**Predigestor.** Actúa como elemento de homogeneización y asegurador de la alimentación continua al reactor. Dispone de control de temperatura mediante serpentines de agua caliente.

**Digestor.** Es el elemento principal del sistema en el que tiene lugar el proceso biológico. Dispone de un sistema de agitación mecánico o mediante gas (lanzas de metano) y control de temperatura mediante serpentines de agua caliente, así como sistemas de preconcentración del fango.

**Clarificador.** En esta fase se separa el fango del agua tratada.

**Línea de biogas.** El gas se acumula en la parte superior del digestor y sale por la línea de gas. Esta línea debe contar con un separador de agua y un compresor que garantice la alimentación al gasómetro y en el caso de optar por agitación del reactor mediante gas hasta las lanzas del reactor. A partir del gasómetro se alimentaría una caldera de vapor con un quemador de gas.

#### **4.16.3. Condicionantes**

Además del coste de la propia instalación debe añadirse que esta debe respetar las reglamentaciones de gases de combustión y, por tanto, disponer del espacio para ubicarla. Los elementos más voluminosos de esta instalación los constituyen el predigestor y el propio digestor.

Dada la envergadura de la instalación y atendiendo a condicionantes de viabilidad económica debería plantearse la solución no únicamente como una solución de minimización de una etapa, sino como un tratamiento final, puesto que mantener un anaerobio y un biológico, en los casos en que fuera necesario, podría no ser rentable.

#### **4.16.4. Mejoras**

Las mejoras ambientales que aporta esta OPC son básicamente:

- Reducción del caudal de las aguas residuales
- Reducción de los niveles de DQO en las aguas residuales
- Obtención de un residuo estabilizado reutilizable para la agricultura o harina de pescado.
- Aprovechamiento energético del biogas.

#### **4.16.5. Ejemplos de aplicación**

Se han realizado experiencias en plantas de túridos y el resultado ha sido depuraciones de hasta el 61% y producciones de gas de hasta 12 m<sup>3</sup>/día para caudales de 2,1 m<sup>3</sup> procedentes del proceso de cocción.

Se han realizado también experiencias con aguas del proceso de elaboración del pimiento en conserva y se han obtenido rendimientos del 83%.

#### **4.17. OPC 17. Recogida de líquidos y partículas que provienen de las instalaciones del proceso antes que caigan al suelo**

##### **4.17.1. Introducción**

Hoy en día se tiende a reducir las mermas de producto en las operaciones unitarias, para de esta manera incrementar los rendimientos económicos que conlleva.

Colateralmente puede presentarse otro aspecto que es la pérdida de producto por:

1. Incorrecto transporte, de forma que este se sale de la vía o recinto de circulación: cajas en la descarga, cintas de transporte, etc.... refiriéndonos a productos en estado sólido.
2. Incorrecta estanqueidad, canales, máquinas, mesas, etc. Refiriéndonos básicamente a líquidos.

Un ejemplo muy típico lo encontramos en las fábricas de zumos, en las cuales las pérdidas de producto pueden llegar a ser significativas, en relación siempre a pérdidas en el transporte del producto entre los diferentes procesos, o en su tratamiento en mesas, o superficies abiertas.

##### **4.17.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Las principales opciones para prevenir estas pérdidas son:

1. Colocación de bandejas u otro tipo de utensilios para la recogida y posterior reincorporación de estas pérdidas.
2. Asegurar la correcta estanqueidad en máquinas, rácores, barreras, etc. Para evitar pérdidas por degoteo, desbordamiento, conexión y desconexión, etc.

Uno de los aspectos más relevantes incide en que todas estas pérdidas:

- Ensucian los locales donde se producen, con los consiguientes riesgos higiénicos.
- Debido a la necesidad de ser limpiadas, producen contaminación al nivel de sólidos y DQO en aguas residuales procedentes de limpieza, que luego hay que depurar.

La aplicación de medidas que tiendan a prevenir este tipo de pérdidas no suelen ser elevadas, ya que no inciden directamente en el proceso, si no en aspectos colaterales de éste y se encaminan a poner barreras o sistemas de recogida.

#### 4.17.3. **Mejoras**

Los beneficios de esta OPC sí que pueden considerarse más elevados, ya que:

- Incrementamos la productividad,
- Podemos reducir significativamente las necesidades de limpiezas estructurales, con el ahorro de costes en agua, productos y mano de obra, pues generalmente suelen ser limpiezas de suelos, y
- Reducimos también la carga contaminante de las aguas residuales, con lo que nos ahorramos los correspondientes costes de depuración.

#### 4.17.4. **Ejemplos de aplicación**

Una planta de proceso de zumo de piña, con una producción diaria de 1.500 Tm realizó una inversión de 18.000 Euros en la colocación de bandejas bajo las mesas de procesado de frutas. Se recogieron 24.000 l de zumo en un año, lo que permitió un retorno de inversión en 9 meses, sin considerar la disminución de costes en limpieza y depuración de aguas.

Aspecto	Inversión (Euro)	Costo (Euro/a)	Ahorro (Euro/a)
Colocación de bandejas bajo las mesas de procesado de frutas	18 000		
Recuperación de zumo			24 000 000
<b>Total</b>			
Retorno de la inversión (años)	0,75		

## **4.18. OPC 18. Aprovechamiento de vapor en evaporadores de concentrado de fruta**

### **4.18.1. Introducción**

La evaporación, como ya se ha descrito en el apartado anterior, es una operación unitaria que consiste en concentrar una solución de fruta por la evaporación del agua.

El sentido de esta operación en las industrias de zumos se encuentra en que se reducen costes de producción en las etapas siguientes, muy especialmente en el almacenamiento y en la distribución.

La tecnología de la evaporación se ha desarrollado en torno a la tecnología de los intercambiadores de vapor permitiendo multitud de diseños con aplicaciones específicas y distintas eficiencias energéticas. Los principales tipos de evaporadores se pueden clasificar en evaporadores de circulación natural y evaporadores de circulación forzada.

#### **4.18.1.1. Evaporadores de circulación natural**

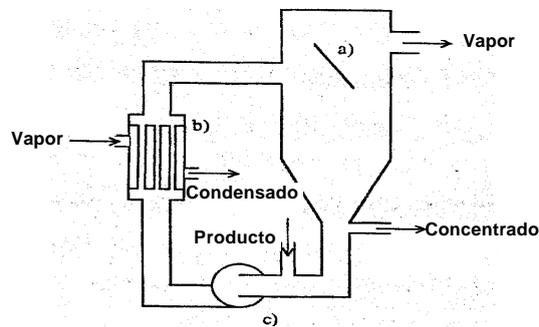
- Abiertos y cerrados
- De tubos cortos
- De tubos largos
- De calandria externa

#### **4.18.1.2. Evaporadores de circulación forzada**

Estos evaporadores, a diferencia de los anteriores, disponen de elementos que obligan al producto a circular como una película fina para lograr tiempos de evaporación más cortos y un menor efecto sobre alimentos termosensibles.

Los principales tipos son:

- De placas
- De flujo expandido
- De película delgada mecánica



a) pantalla de choque; b) calandria externa; c) bomba para la recirculación del producto

Figura 4.17. Evaporador de circulación forzada

#### 4.18.2. Aspectos técnicos y condicionantes

Las técnicas para el máximo aprovechamiento del vapor en la evaporación se pueden resumir en:

- Precalentar el producto antes de introducirlo en el evaporador con el vapor extraído del producto.
- Precalentar el producto antes de introducirlo en el evaporador con los condensados del vapor antes de su retorno a la caldera.
- Automatizar el control del sistema de evaporación (alimentación a evaporadores, nivel del líquido, regulación del brix del producto saliente, vacío).
- Realización de preconcentración por ósmosis inversa, previa clarificación mediante sedimentación estática o por ultrafiltración.
- Usar múltiples efectos, es decir, varios evaporadores de manera que el vapor de salida de un evaporador sea utilizado como vapor de calentamiento de otro evaporador.
- Utilizar la instalación al 100%.
- Limpiar con una frecuencia determinada para evitar la formación de películas de producto que impediría la máxima transmisión del calor.
- Incorporación de un sistema de recompresión mecánica del vapor utilizando compresores para aumentar su eficacia en el calentamiento.

##### 4.18.2.1. Múltiples efectos

Las instalaciones de múltiples efectos se pueden disponer de la siguiente forma:

**Alimentación concurrente:** Este sistema tiene como principales ventajas la facilidad de manejo, no precisa bombas de alimentación para cada uno de los efectos y la temperatura de operación de cada efecto es menor a medida que el producto avanza por la instalación. Así se reduce el riesgo de sobrecalentamiento en el concentrado, sobre todo en productos viscosos.

Su principal desventaja es que se utiliza el vapor de mayor calidad en las primeras etapas de concentración.

**Alimentación en contracorriente:** En este caso se utiliza el vapor de mayor calidad en los últimos efectos, cuando es más difícil concentrar el producto. Su mayor inconveniente es la necesidad de utilizar bombas entre los efectos para hacer circular el producto.

**Alimentación en paralelo:** Es la más utilizada cuando se desea cristalizar el producto. Con este tipo de alimentación se evita la entrada a los efectos de soluciones muy concentradas de alta viscosidad.

**Alimentación mixta:** Se utiliza en aquellos procesos con evaporadores con muchos efectos. Tratan de utilizar las ventajas de la alimentación en contracorriente y de la alimentación concurrente, haciendo que algunos de los efectos funcionen con el primer tipo de alimentación y el resto con el otro tipo.

A pesar de las consideraciones técnicas con relación al aprovechamiento del agua y la energía los condicionantes de calidad para la selección de un evaporador son:

- Capacidad para llegar al grado de concentración necesario.
- Condiciones de presión y temperatura que exija el producto, para conseguir las menores pérdidas de calidad.
- Posibilidad de recuperación de aromas.
- Facilidad de operación, limpieza y mantenimiento.

#### **4.18.3. Mejoras**

Los principales beneficios de esta OPC son:

- Reducción del consumo de combustible
- Reducción del consumo de agua para la producción del vapor
- Reducción de las emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la combustión que será más o menos importante en función del combustible

#### 4.18.4. Ejemplos de aplicación

Las principales consideraciones energéticas para distintos evaporadores se muestran en la tabla siguiente:

Aspectos	Evaporadores			Técnicas de membrana
	Efecto simple	Efectos múltiples	De casetes	
Consumo de vapor (Kg/Tm prod.)	825-900	220-260	200	-
Consumo de energía (Kw/m <sup>3</sup> agua eliminada)	-	-	-	10
Inversión	-	85	80	

#### 4.19. OPC 19.b Valorización tradicional de restos de pescado elaborando harina de pescado<sup>3</sup>

##### 4.19.1. Introducción

La industria pesquera genera una cantidad importante de residuos orgánicos, que en algunos casos puede verter directamente, con la consecuente degradación del medio.

Dichos sólidos corresponden a las partes no comestibles del pescado que pueden llegar a representar un 50% de la masa del pescado capturado. Existen diversas alternativas para la utilización de los desechos sólidos de pescado (cabeza, cola y vísceras), siendo una de las más desarrolladas la producción de harina de pescado para consumo animal.

##### 4.19.2. Aspectos técnicos y condicionantes

La harina de pescado es un alimento altamente concentrado, siendo un suplemento nutricional que contiene principalmente proteínas de alta calidad, minerales, y complejo vitamínico B, así como otros ingredientes que contribuyen al crecimiento animal y que usualmente se les llaman “factores de crecimiento desconocidos”.

<sup>3</sup> En el momento de publicación de este estudio se ha desarrollado la siguiente normativa respecto al uso de proteínas animales elaboradas a partir de deshechos de pescado para la alimentación animal:

La Decisión del Consejo 2000/766/CE de 4 de diciembre de 2000, relativa a determinadas medidas de protección contra las encefalopatías espongiformes transmisibles y la utilización de proteínas animales en la alimentación animal, prohíbe el uso de harinas de pescado en la alimentación de animales rumiantes.

La Decisión de la Comisión 2001/9/CE de 29 de diciembre de 2000, relativa a las medidas de control requeridas para la aplicación de la Decisión 2000/766/CE del Consejo, relativa a determinadas medidas de protección contra las encefalopatías espongiformes transmisibles y la utilización de proteínas animales en la alimentación animal, establece las condiciones de producción, transporte y almacenamiento de las harinas de pescado y de los alimentos que las contengan, así como las condiciones de etiquetado de estos últimos.

La harina se obtiene a partir del siguiente proceso:

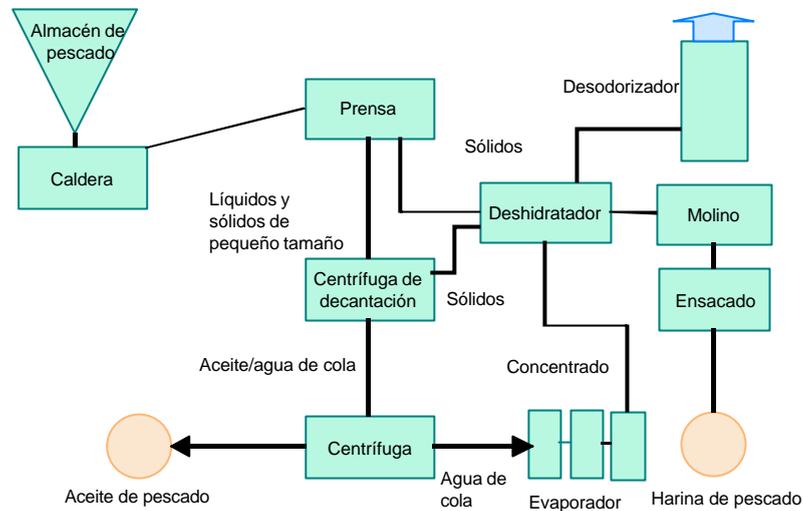


Figura 4.18. Proceso de elaboración de la harina de pescado

El proceso consiste en la reducción del pescado a partir de una cocción en un cocedero que calienta los subproductos de pescado por vapor indirecto hasta 95 °C durante un período de tres a veinte minutos, según el tipo de cocedero empleado.

El producto cocido es prensado, pasando líquidos y sólidos de pequeño tamaño a una decantadora centrífuga en la que se separan los sólidos del aceite y las aguas de colas. Estos dos últimos se separan en una centrífuga obteniéndose el aceite de pescado limpio (menos del 1% en impurezas y humedad)

El agua de cola pasa a ser concentrada en un evaporador hasta un 5-40% de las materias sólidas. Si la cantidad de agua de colas es pequeña se puede enviar a una planta de tratamiento de aguas residuales: por ejemplo, para un tratamiento de 2-3 t/día de subproductos de pescado, la cantidad de agua de colas sería de 500 a 800 l.

Todos los sólidos obtenidos son secados en un deshidratador, donde por vapor indirecto se reduce el contenido en humedad hasta un 6-8%, con lo que se obtiene la harina de pescado.

La harina obtenida presenta unos excelentes valores nutricionales para su uso como pienso animal:

- Proteínas de alta calidad, con todos los aminoácidos esenciales y particularmente alta en lisina, hecho que la hace idónea para la alimentación de animales ya que con sólo un 3%

de harina en las raciones alimentarias se equilibra el valor proteico de los cereales (componente principal de las dietas de pollos y cerdos de bajo contenido proteico).

- Suministra algo de vitamina del complejo B.
- Alto contenido mineral (entre un 12 a un 33 %). Rica en minerales constituyentes de huesos y dientes: calcio y fósforo y alto contenido en minerales necesarios para el crecimiento y mantenimiento de los animales, especialmente hierro, cobre y algunos elementos traza.
- Bajo contenido en fibra.

#### 4.19.3. Mejoras

La mejora ambiental que aporta esta OPC es básicamente la valorización de los residuos sólidos de la industria de conservas de pescado, obteniéndose harina de pescado y otros subproductos anexos como el aceite de pescado y los “solubles de pescado”. En el caso del aceite, éste se puede refinar y se utiliza posteriormente en la fabricación de margarinas y otros productos, como ácidos grasos, pinturas, etc.

Por otra parte el procesado de harina conlleva a un consumo de energía y un vertido de aguas residuales con contenido en materias orgánicas.

#### 4.19.4. Ejemplos de aplicación

Una planta que procese diariamente una 1 tonelada de subproductos de pescado, obtendrá entre 150-200 Kg de harina, 50-250 Kg de aceite de pescado (dependiendo de si el pescado procesado es graso o no) y generará unos 700 litros de agua de cola.

La energía eléctrica utilizada será de 30-40 kw/h y consumirá de unos 50-60 Kg de combustible, correspondiendo dicho consumo a los siguiente porcentajes:

Proceso	Valores asumidos	Consumo %
Cocción	· Elevación de la temperatura de la materia prima de 10 a 95 °C	21
Prensado	· Elevación de la temperatura del líquido de prensado de 30 °C aproximadamente (por inyección directa de vapor) a 95 °C	8
Concentración agua de cola	· Consumo de 0,4 Kg de vapor/ Kg agua evaporada	33
Deshidratación	· Torta de prensado, limos y agua de cola concentrada, desecados hasta un contenido de agua del 8% · Agua de cola concentrada precalentada a 50 °C antes de su deshidratación	38

## **4.20. OPC 20. Optimización del aprovisionamiento de materias primas**

### **4.20.1. Introducción**

Una de las características más destacables de la industria conservera de vegetales, así como en pescados es que la producción es estacional. La organización de las campañas productivas se suelen organizar más en función de las necesidades de ventas y precios de la materia prima en el mercado que atendiendo a criterios técnicos de la planta.

Una de las repercusiones de dicha forma de trabajo es que el diseño de plantas y equipos es óptimo para un período corto del año, estando para el resto del año sobredimensionados. Se trabaja con entradas puntas de materias primas, utilizando los equipos muy por debajo de su capacidad de diseño. Esto conlleva que la gran parte del año las industrias conserveras de pescado y vegetales están consumiendo cantidades de energía y fluidos no necesarios.

### **4.20.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

La optimización del aprovisionamiento de materias primas implica buscar un equilibrio entre tres grandes etapas del proceso de elaboración de conservas:

- Cosechado de vegetales o captura del pescado
- Almacenamiento frigorífico de las materias primas
- Proceso de elaboración

En cuanto al primer punto, con la finalidad de minimizar el almacenamiento o la capacidad del proceso de elaboración, el objetivo consistiría en alargar al máximo la recolección o temporada de pesca disminuyendo la entrada de t/día a la planta para unas mismas toneladas a producir.

Conseguir este objetivo conlleva realizar por parte de los industriales una planificación juntamente con los agricultores o pescadores a la hora de recoger las cosechas o bien de realizar las capturas. En cuanto a la producción vegetal este objetivo se puede conseguir seleccionando especies con diferentes puntos de cosecha o bien planificando la recolección mediante un control de la pre-cosecha.

Dicha planificación beneficiaría tanto a la industria conservera como a los agricultores y pescadores, ya que muchas veces estos últimos deben vender sus productos a precios muy bajos como consecuencia de la gran oferta que se presenta en el mercado. Incluso ha habido situaciones en las que han preferido tirar la mercancía antes de venderla.

En cuanto al segundo punto está claro que el objetivo debe ser reducir al máximo el volumen almacenado. Sin embargo, la mejor solución no necesariamente será 0, sino que estará en función del consumo energético del proceso posterior.

En cuanto al tercer punto, el objetivo debe ser minimizar la inversión y optimizar la eficacia energética de la operación buscando índices de ocupación de la planta del 100%, puesto que solo en este caso los valores nominales de consumo energético serán ciertos.

Los ahorros energéticos estimados a partir de un estudio realizado para las conservas vegetales en un país de la UE arrojan ahorros del 20% de la energía.

#### **4.20.3. Mejoras**

Los principales beneficios de esta OPC son:

- Reducción del consumo de combustible
- Reducción del consumo de agua para la producción del vapor
- Reducción de las emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la combustión que será más o menos importante en función del combustible

#### **4.21. OPC 21. Optimización del generador y red de distribución del vapor**

##### **4.21.1. Introducción**

La principal fuente de calor para la esterilización del producto envasado y para la mayor parte de las necesidades térmicas de la industria conservera suele ser el vapor de agua. Éste se genera en una caldera usualmente de fueloil, la cual calienta y evapora agua para transformarla en vapor.

Normalmente y con el fin de proteger las conducciones de la red de vapor, así como la propia caldera que suele estar construida en hierro suele utilizarse agua desmineralizada o como mínimo descalcificada. La producción de esta agua supone el vertido de sales inorgánicas (principalmente cloruros) al medio y, en el caso en que se regenera sin neutralizar el efluente, variaciones importantes y puntuales del pH.

#### 4.21.2. Aspectos técnicos y condicionantes

El consumo de combustible y la posterior contaminación atmosférica producida por la caldera dependerá de una serie de aspectos sobre los que todo industrial como mínimo debe reflexionar e iniciar acciones de mejora en los casos en que sea preciso.

Los criterios para un sistema de vapor óptimo son los siguientes:

1. **Buen dimensionado y fraccionamiento de potencia en generadores de vapor.** Las calderas de vapor suelen dimensionarse y construirse para una determinada cantidad de vapor a una temperatura y presión óptima. A medida que nos apartamos de estos parámetros óptimos, reducimos ostensiblemente el rendimiento energético del equipo e incrementamos notablemente las emisiones de monóxido de carbono y partículas.
2. **Control de la combustión**, de manera que ésta se haga con la mezcla de aire, a temperatura y humedad óptima, pues una deficiente combustión suele incrementar las emisiones de partículas y de CO. Para una correcta combustión también es imprescindible trabajar en el punto de funcionamiento del equipo y realizar el mantenimiento preventivo del equipo.
3. El agua que se usa para producir el vapor suele recibir un tratamiento previo para evitar la deposición de sales durante el proceso de vaporización; es muy importante que el **agua usada sea de buena calidad**, pues esto nos ayudará a mantener la caldera trabajando en su óptimo el mayor tiempo posible.
4. Para incrementar el rendimiento global del proceso, se puede **recuperar el calor residual del agua de purga de la caldera y sobre todo de los humos de combustión**, generalmente a temperaturas elevadas, para en muchos casos proceder a un precalentamiento del agua, con lo que incrementamos el rendimiento global e indirectamente reducimos el volumen de contaminantes.
5. Evitar las pérdidas energéticas con un correcto **aislamiento de las conducciones** de vapor y agua caliente y reduciendo la longitud de estas. Una buena solución puede ser el uso de galerías de servicio. El material aislante de las conducciones con el tiempo se va degradando, por lo que es necesario realizar un correcto mantenimiento, pues generalmente la energía calorífica perdida por radiación desde las conducciones, actúa a modo de estufas, cuando en muchos casos nos interesa mantener una temperatura ambiente relativamente baja. También es necesario un correcto aislamiento de todas aquellas superficies que trabajan por encima la temperatura ambiente, para evitar las pérdidas de calor.
6. Uso correcto de los reductores de presión en los puntos de consumo de vapor.
7. En aquellos casos en que sea posible, la **recuperación de condensados**, o su calor residual, puede permitirnos incrementar el rendimiento global.
8. Para conseguir un óptimo se precisa un **correcto mantenimiento** de todo el sistema, tanto para asegurar un máximo rendimiento y unos mínimos corrientes residuales como para evitar posibles accidentes con los recipientes a presión que son las calderas.

De todos los condicionantes expuestos, los tres primeros y el último inciden directamente en las emisiones de gases procedentes de la combustión y muy directamente en la cantidad de monóxido de carbono y partículas, pues en el punto óptimo de trabajo y en las condiciones óptimas de la instalación, éstos se reducen al mínimo. Por lo que respecta a los compuestos de azufre y nitrógeno, éstos vendrán influidos directamente por el tipo de combustible y su calidad. La cantidad de CO<sub>2</sub> emitida será función directa de la cantidad de combustible utilizado, por lo que un buen rendimiento térmico de la instalación, minimizando las pérdidas y haciendo uso de la recuperación de calor nos puede permitir indirectamente su reducción.

Uno de los sistemas más eficientes energéticamente es la cogeneración, a partir de la cual y mediante una turbina de gas podemos generar electricidad, calor y frío, cubriendo todas las necesidades energéticas y térmicas. La cogeneración solo es viable a partir de grandes escalas.

#### 4.21.3. Mejoras

Los principales beneficios de esta OPC son:

- Reducción del consumo de combustible
- Reducción del consumo de agua para la producción del vapor
- Reducción de las emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la combustión que será más o menos importante en función del combustible
- Reducción de las emisiones tóxicas de monóxido de carbono.

#### 4.21.4. Ejemplos de aplicación

Un estudio realizado en catorce empresas catalanas de conservas vegetales y zumos llegó a las conclusiones expuestas en la tabla siguiente respecto a los temas tratados:

Aspecto	Inversión (Millones de Euro/a)	Ahorro de costos (Millones deEuro/a)	Ahorro energético (tep/a)
Cogeneración (2 empresas)	0,939	0,317	666
Mejora del aislamiento (10 Empresas)	0,023	0,009	71,2
Optimización de los generadores de vapor (11 empresas)	0,222	0,118	360,9

## **4.22. OPC 22. Optimización de la cocción**

### **4.22.1. Introducción**

La operación de cocción o escaldado es una de las operaciones unitarias más importantes de industria conservera desde el punto de vista de la calidad pues en ella se determina la textura y propiedades de organolépticas del producto.

Así mismo, esta etapa tiene una significación ambiental importante puesto que supone un importante consumo de energía, un relativo consumo de agua y vertidos de agua de niveles de DQO elevados.

El sistema tradicional de cocción es en cocedores abiertos de cobre de unos 100 l sin recuperación de condensados, ni aislamiento térmico.

### **4.22.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

La optimización ambiental de esta operación pasa básicamente por dos estrategias:

- Minimizar el consumo de energía aumentando la eficiencia de la transmisión de calor.
- Minimizar en lo posible la transmisión de la contaminación al agua.

El consumo de energía se puede minimizar principalmente diseñando cocedores que eviten las pérdidas de calor con un buen aislamiento, realizando el proceso de cocción tapado o bien en condiciones de vacío. Una tecnología emergente en este sentido es el uso de las microondas como fuente de energía.

La transmisión de materia orgánica del producto al agua puede evitarse:

- Realizando la cocción de productos en baño de agua o ducha con envases cerrados en una bolsa de plástico. Este sistema es muy adecuado en industria cárnica por el tamaño de las instalaciones. y también se ha experimentado en la elaboración de vegetales.
- Realizando la cocción con vapor a presión en cámaras o túneles.
- Realizando la cocción con aire caliente.

El principal condicionante a la hora de cambiar una tecnología de cocción es que puesto que el sistema de transmisión de calor en el interior del producto a cocer será distinto entre los sistemas previstos debe ajustarse el proceso para obtener el estándar deseado.

En los casos en que obtengan jugos de cocción concentrados puede gestionarse vía recuperación de proteína, elaboración de platos preparados o bien vertido a las aguas residuales. Este último caso es el más desfavorable pues la reducción en la DBO final emitida sería mínima.

#### **4.22.3. Mejoras**

Los principales beneficios de esta OPC son:

- Reducción del consumo de combustible
- Reducción del consumo de agua para la producción del vapor
- Reducción de las emisiones a la atmósfera de gases procedentes de la combustión que será más o menos importante en función del combustible
- Reducción del caudal y contaminación del agua residual

#### **4.22.4. Ejemplos de aplicación**

En una empresa de producción de jamón cocido que realiza el proceso de cocción en un baño de agua la viabilidad económica de utilizar bolsas para la cocción no estará propiamente en la reducción de costes de la propia operación. Una iniciativa de esta índole será viable únicamente cuando se requiera disminuir la contaminación de las aguas residuales de la planta, evitando la construcción de una planta de tratamiento biológico o cuando se quiera obtener un producto con mayor sabor.

### **4.23. OPC 23. Valorización de residuos orgánicos de origen vegetal**

#### **4.23.1. Introducción**

El volumen de residuos que se generan en las etapas de preparación de las conservas vegetales no es una cantidad nada despreciable como hemos podemos comprobar.

Estos residuos están constituidos por materia orgánica sintetizada en las plantas a partir de la energía solar.

Las principales alternativas de valorización de estos residuos en la actualidad pasan por:

- Utilización como pienso destinado a animales.
- Valorización energética mediante pirólisis.
- Materia prima de las plantas de compostaje.

Sin embargo, estos residuos se han utilizado tradicionalmente en la obtención de ciertos ingredientes o aditivos utilizables en la alimentación humana y con un valor añadido más alto.

Este es el caso de las pectinas, cuyo origen se encuentra en la piel de la manzana y del limón y que se ha utilizado en la pastelería tradicional como agente gelificante para la elaboración de rellenos y coberturas con base azúcar. En la actualidad, las pectinas constituyen un hidrocoloide muy importante para la industria alimentaria y su origen sigue siendo la piel de cítricos y de manzana.

Las pectinas se obtienen mediante un proceso de extracción que consiste básicamente en:

1. Extracción mediante hidrólisis de la protopectina mediante cocción en medio ácido.
2. Purificación.
3. Coagulación en medio alcohólico.
4. Estandarización.

Al igual que este proceso, la gran cantidad de materia orgánica supone una fuente de oportunidades para obtener materiales con alto valor añadido y no únicamente material combustible.

#### **4.23.2. Aspectos técnicos y condicionantes**

Las principales vías alternativas de valorización de estos residuos pasan por tres estrategias principales:

- Obtención de determinados principios inmediatos básicos en la alimentación animal
- Materia prima para la obtención de combustibles y productos químicos que en la actualidad se obtienen del petróleo
- Fuente de ingredientes para el consumo humano

##### **4.23.2.1. Alimentación animal**

A pesar de que es una práctica tradicionalmente extendida, la especialización de las industrias conserveras de vegetales supone la generación puntual de grandes cantidades de residuos vegetales que no pueden ser absorbidos por la ganadería de la zona.

El estudio de las propiedades nutritivas de los residuos orgánicos y la utilización de esta información para la formulación de piensos puede ser una alternativa simple para dar salida a este tipo de residuos a zonas más amplias del territorio.

En este sentido se han realizado estudios para la utilización de residuos del procesado del espárrago para la alimentación en rumiantes y se llegó a la conclusión que aportaba proteína de calidad y mejoraba la digestibilidad respecto al pienso estándar.

En la mayor parte de los casos, la utilización de estos residuos precisará de un tratamiento previo a su mezcla con los demás componentes del pienso. Principalmente las operaciones necesarios serán un secado y una trituración adecuada.

#### **4.23.2.2. Materia prima para la obtención de combustibles y otros productos químicos**

El aprovechamiento de los materiales lignocelulósicos se realiza mediante sistemas físico-químicos (obtención de pastas de celulosa, gasificación o pirólisis) o mediante biotecnología previa hidrólisis de residuo en medio ácido y posterior fermentación de los azúcares.

#### **4.23.2.3. Fuente de ingredientes para el consumo humano**

En líneas generales, el material lignocelulósico obtenido a partir de la industria conservera puede utilizarse como fuente de azúcares o bien como fuente de fibra. La obtención de materiales más específicos como pectinas (limón, manzana) y aceites esenciales (naranja) también es una vía importante a estudiar.

En la actualidad la glucosa se obtiene a partir del maíz a partir de la lechada de almidón mediante hidrólisis ácida (glucosa), hidrólisis enzimática (dextrosa) o hidrólisis “ácido - enzimática” (fructosa)

La lignina y polisacáridos (celulosa) son los principales componentes de los residuos de la industria conservera. La obtención de los azúcares comerciales a partir de los polisacáridos de los tejidos estructurales supone eliminación previa de la lignina de estos tejidos. El pretratamiento más adecuado ensayado hasta el momento para la eliminación de la lignina se realiza con sosa (NaOH) dado que tiene un coste razonable y no produce sustancias que pueden interferir en los procesos posteriores.

La hidrólisis enzimática se basa en la aplicación de un sistema enzimático que consta de tres componentes principales:

- Endoglucanasa (Cx)1,4- $\beta$ -D glucan glucano hidrolasa: produce la escisión al azar de la cadena de celulosa dando glucosa, celobiosa y celotriosa.
- Exoglucanasa (C1) 1,4- $\beta$ -D glucan celobiohidrolasa: ataca por el extremo no reductor la cadena de celulosa dando celobiosa como producto primario.
- Celobiasa (b-glucosidasa): hidroliza la celobiosa a glucosa.

La obtención de fibra como ingrediente alimentario se realizará mediante un secado y una trituración adecuada. En la actualidad las empresas especializadas en el suministro de ingredientes disponen de una gama de productos muy completa que proviene de distintos orígenes, y que da soluciones a un mercado en crecimiento de productos enriquecidos con fibra.

Estos productos además de su utilización para la industria alimentaria, pueden utilizarse para la elaboración de productos cosméticos y farmacéuticos.

#### **4.23.3. Mejoras**

Los principales beneficios de esta práctica para el medio ambiente, son:

- Reducción de la masa de residuos sólidos generada y disminución del impacto de la misma sobre el medio ambiente.
- Mejor aprovechamiento de los recursos naturales y por lo tanto disminución de la presión sobre el medio para obtener alimentos y productos químicos

## CAPÍTULO V PROPUESTAS Y CONCLUSIONES FINALES

---

Todos los que habitamos en la ribera del Mediterráneo compartimos un mar, pero sobre todo un clima. Este clima que conforma nuestro entorno y favorece que nos sean familiares los mismos paisajes, vegetación, calendario agrícola y productos, se caracteriza por el carácter templado de sus temperaturas y por las bajas precipitaciones. La producción primaria de alimentos en la zona mediterránea se ve favorecida por las temperaturas suaves, pero por otro lado se encuentra amenazada por la falta de agua.

La transformación industrial de la producción primaria que tiene lugar en la industria conservera se enfrenta a dos elementos del clima mediterráneo que le son desfavorables:

- la temperatura, que perjudica la conservación de la materia prima, y
- la escasez de agua necesaria para separar de la materia prima el producto que finalmente se consumirá y para finalmente tratarlo térmicamente con el fin de proporcionarle una larga vida comercial.

Por su parte, los principales impactos de la industria conservera al medio ambiente son los siguientes:

- Consumo de materias primas, que en algunos casos constituyen recursos naturales escasos y de los que su abuso actual puede comprometer su futura disponibilidad.
- Producción importante de restos orgánicos separados de la materia prima original durante el proceso de elaboración.
- Consumo importante de agua para las limpiezas y tratamientos térmicos de los productos.
- Vertidos de aguas residuales de alta carga orgánica y de alta biodegradabilidad.
- Presencia puntualmente elevada de determinados componentes en las aguas residuales perjudiciales para la vida fluvial como la sal, sosa o ácido que provocan variaciones en el pH, fosfatos, nitratos y biocidas presentes en los detergentes.
- Importante consumo energético.
- Emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de fuel o gasoil para la producción de vapor.

Dadas las características de la Región Mediterránea, los impactos más importantes son los relacionados con el agua. La disponibilidad de agua puede ser un factor decisivo que puede hacer viable una alternativa que atendiendo únicamente al coste del agua no lo sería.

Por otro lado, los vertidos fluviales suelen ser problemáticos debido a la baja capacidad de dilución de la contaminación aportada, a pesar de ser biodegradable. El medio fluvial tiene una capacidad limitada de admitir carga orgánica, superada hace años en muchas cuencas.

En el capítulo anterior se han presentado principalmente soluciones tecnológicas orientadas a minimizar estos efectos y que se podrían resumir en:

- Utilización eficiente del agua recirculando entre corrientes del proceso o cerrando circuitos de refrigeración (OPC 3, 7 y 8)
- Obtener el máximo rendimiento de la materia prima procesada y en especial para los productos de la pesca (OPC 2 y 12)
- Utilizar sistemas de limpieza del producto e instalaciones eficientes que minimicen el consumo de agua y la transferencia de la contaminación (OPC 1, 9 y 13)
- Prevenir el vertido de la sal procedente de salmueras (OPC 6 y 14)
- Prevenir el vertido de productos químicos (OPC 4 y 5)
- Minimizar la transmisión de contaminación orgánica a las aguas (OPC 1, 11, 17 y 22)
- Aprovechamiento de los restos orgánicos (OPC 15, 16, 20 y 23)
- Reducir el consumo energético y en especial de vapor (7, 18, 20 y 21)

Del análisis de la mayor parte de las OPC se confirma un principio que, aunque no es ninguna novedad, debe tenerse siempre presente: el aumento de la capacidad de producción significa una oportunidad de minimizar recursos desde el punto de vista unitario. Sin embargo, este principio está en contraposición con otro bien conocido para los que se dedican al medio ambiente: a mayor concentración de la producción, mayor problemática ambiental a nivel local. En el caso concreto de la industria conservera, mayor concentración no significará necesariamente mayor contaminación si se aplican medidas de minimización y se dimensionan adecuadamente los tratamientos “end of pipe”.

El sector conservero está polarizado principalmente en dos grupos: empresas pequeñas y empresas medianas y grandes. Además, el hecho de que la producción va en su mayor parte al consumidor final hace que la política de precios esté determinada por la gran distribución. Poner en marcha soluciones en las empresas pequeñas supone: Salvar el acceso a las nuevas tecnologías, normalmente de coste elevado, salvando la baja capacidad de producción y la estacionalidad para la mayor parte de los productos. Las empresas grandes, puesto que tienen elevada producción, pueden repercutir mejor los costes de las nuevas tecnologías, pero siguen dependiendo de la estacionalidad y de los márgenes que les permita la distribución.

Llegados a este punto, parece poco viable disminuir la presión ambiental del sector conservero a través de grandes proyectos de reconversión pueda. Sin embargo, las mejoras pueden ser sustanciales cuando deba afrontarse un cambio de tecnología por motivos diversos (averías, aumentar la capacidad de producción).

En estos casos, se impone una reflexión a fondo sobre las distintas alternativas que incluya los aspectos ambientales, cada día más condicionantes.

Un ejemplo claro de lo expuesto en el párrafo anterior lo tenemos en la OPC 14. La inversión para instalar una planta de tratamiento de salmueras supone una inversión elevada difícilmente justificable por sí sola. Sin embargo, utilizar este dispositivo como parte de la cubierta de un edificio nuevo podría incluso ser rentable.

Dentro del marco de la UE, la aplicación de la directiva IPPC 96/61/CE, con un claro enfoque a la reducción en origen basada en la Mejores Técnicas Disponibles (MTD) puede ser una oportunidad para que las empresas ubicadas en los países comunitarios actúen en las líneas de las OPC presentadas que exigen un mayor salto tecnológico y grandes inversiones. Las MTDs son la manera ambientalmente más respetuosa que se conoce de llevar a cabo una actividad, teniendo en cuenta que el coste para las empresas que las han de utilizar esté dentro de unos límites razonables. Para las empresas ubicadas en países fuera del marco legal, puede significar una referencia importante en cuanto a orientar nuevas inversiones y una oportunidad de diferenciarse frente al reto de la exportación.

La innovación necesaria para asumir los nuevos retos del mercado puede ser una nueva oportunidad para mejorar el impacto ambiental de este sector. Los consumidores de los países más desarrollados están exigiendo actualmente productos más elaborados (“meal solutions”) que les permitan ahorrar horas de cocina y, por otro lado, alimentos procesados mediante tratamientos menos agresivos que mantengan mejor sus propiedades naturales y que en general sean más saludables. Dar respuesta a estas nuevas exigencias supone para la industria conservera una reflexión sobre los procesos tradicionales de conservación para llegar a soluciones más respetuosas con los alimentos y con el medio ambiente.

La innovación que nos propone la investigación aplicada en este sector es esperanzadora en cuanto a soluciones menos agresivas con el medio ambiente. La mayor parte de las ideas que se recopilan a continuación han sido probadas satisfactoriamente a nivel de laboratorio o incluso de planta piloto. Los restantes son tecnologías ya consolidadas que las circunstancias del sector no han hecho viables.

Las principales alternativas de futuro que se vislumbran para el sector conservero son:

- La utilización de la tecnología de membrana para la pasteurización en frío de líquidos.
- Sistemas de limpieza que no utilicen detergentes y desinfectantes químicos que se encuentren presentes en las aguas residuales (desinfección con ozono o UV, limpieza con CO<sub>2</sub>).

- La utilización de la tecnología de los enzimas y la biotecnología como alternativa a los tratamientos químicos.
- La utilización de la tecnología de irradiación, ultrasonidos y alta presión como alternativa a la pasterización térmica.
- La utilización de métodos combinados de conservación simples, económicos, independientes de la cadena de frío y eficientes energéticamente, que utilicen los principios de la tecnología de humedad intermedia para aumentar la vida de los alimentos.
- La utilización de fuentes alternativas de energía (gas natural, energía solar y energía eólica) que disminuyan las emisiones procedentes de la combustión, así como la cogeneración en grandes plantas.

Ahora sólo nos quedan dos cosas: Poner manos a la obra para aplicar lo aplicable y pensar para convertir en realidad lo que hoy son únicamente buenas ideas.

## ANEXO I. BIBLIOGRAFIA

1. BOJA, R.; MARTIN, A; DURÁN, M.; HARO, M.; LUQUE, M. Título: Digestión anaerobia de las aguas residuales del proceso de elaboración del pimiento en conserva. Revista - Título: Tecnología del agua. Año 1993,
2. GARRIDO FERNANDEZ, A. Título: Tratamientos de salmueras de la industria de vegetales fermentados. Revista - Título: Alimentación equipos y tecnología. Año 1992.
3. GARCÍA BUENDIA, A. Título: Actuaciones en la gestión y tratamiento de los vertidos para la industria conservera de productos pesqueros. Revista - Título: Alimentación equipos y tecnología. Año 1992.
4. GARRIDO, A. Título: Estudio de las aguas residuales del proceso de elaboración de aceitunas negras por oxidación y sus reutilizaciones (y II) Influencia sobre la calidad del producto final y sus salmueras de envasado. Revista - Título: Grasas y aceites. Año 1984.
5. PÉREZ, A.I.; GOYTIA, M.; MUGURUZA, I. ; BLANCO, F. Título: Depuración biológica de efluentes con alto contenido salino. Revista - Título: Tecnología del agua. Año 1996.
6. LAZARO BELANCHE, L.; ARAUZO PEREZ, J. Título: Aprovechamiento de residuos de la industria de conservas vegetales. Hidrólisis enzimática. Revista - Título: Zubia. Año 1994.
7. LAZARO BELANCHE, L.; ARAUZO PEREZ, J. Título: Impacto ambiental del sector conservero de productos marinos en Galicia. Revista - Título: Tecnología del agua. Año 1994.
8. ALONSO, A. A.; BANGA, J. R.; GALLARDO, J. M.; PEREZ MARTIN, R.I. Título: Control mediante ordenador del tratamiento térmico de conservas de alimentos en autoclaves de vapor. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos. Año 1993.
9. GUZMAN MARTINEZ - VALLS, G.; GUZMAN JIMENEZ, G. Título: Conservas, evolución y tendencias en la naturaleza, tecnología y funciones de los envases. Revista - Título: Alimentación equipos y tecnología. Año 1992.
10. KNORRP, R. Título: Esterilización y refrigeración en continuo de conservas de pescado. Revista - Título: Alimentación equipos y tecnología. Año 1992.
11. MORELL CALATAYUD, M. J.; TARRAZO MORELL, J. Título: Pelado de frutas y hortalizas. Revista - Título: Alimentación equipos y tecnología. Año 1991.
12. MUNUERA ALEMAN, J. L.. Título: La política de la gama de productos en la industria conservera murciana. Revista - Título: Revista de estudios agrosociales. Año 1988.
13. BERMELL, S.; MORELL, J.; CARRASCO, J. M. Título: Niveles de contaminación de los vertidos líquidos procedentes de las industrias de conservas vegetales. II. Conservas de alcachofas, judías verdes, espárragos y pimientos. Revista - Título: Revista de agroquímica y tecnología de alimentos. Año 1979.
14. SOTO, M.; MENDEZ, R.; LEMA, J. M. Título: Efluentes residuales en la industria de procesado de productos marinos. Caracterización, gestión de efluentes y alternativas de tratamiento. Revista - Título: Ingeniería química (Madrid) Año 1990.

16. ARRIZABALAGA, B. Título: Sector conservero navarro. Fórmulas para una reestructuración. Revista - Título: Navarra agraria. Año 1991.
17. MONTAÑO, A.; Sánchez Estrada, M<sup>a</sup> I. Título: Características del sistema de calidad en conservas vegetales. Revista: Alimentación, equipos y tecnología. Septiembre 1999.
18. CALDERÓN J. Título: Tractament d'aigües residuals a la indústria alimentaria. Revista: Tecnologia i Ciència dels Aliments. Septiembre 1999.
19. OMIL, F.; MENDEZ, R.; LEMA, J.M. Depuración anaerobia de efluentes en industrias conserveras de productos marinos. Revista: Tecnología del agua. Octubre 1995.
20. Normativa de envases de hojalata, papel, y cartón en la industria alimentaria. Revista: Equipos y Tecnología. Diciembre 1996.
21. DÍAZ, O; COBOS, A. Título: La conservación de los alimentos por métodos combinados. Revista: Alimentación, equipos y tecnología. Diciembre 1999.
22. DÍAZ, O; COBOS, A. Título: La conservación de los alimentos por métodos combinados. (II) Revista: Alimentación, equipos y tecnología, diciembre 1999.
23. OMIL, F.; MENDEZ, R.; LEMA, J.M. Impacto Ambiental del sector conservero de productos
24. BARCELÓ, A; SIRERA, S. Título: Elaboración de una semiconserva light en sodio de filetes de anchoa en aceite de oliva. Revista: Alimentación, equipos y tecnología.
25. NORIEGA DOMÍNGUEZ, M<sup>a</sup> J. Título: Gestión de los residuos industriales agroalimentarios. Revista: Alimentación, equipos y tecnología. Año 2000.
26. Guías Tecnológicas. Epígrafe Elaboración de conservas vegetales. Ainia. Ministerio de Industria y Energía. Año 2000.
27. PIZARRO CAMACHO, D. Título: Las aguas residuales en la industria agroalimentaria (II) Revista: Alimentación, equipos y tecnología. Año 2000.
28. Guías Tecnológicas. Epígrafe, Elaboración de zumos. Ainia. Ministerio de Industria y Energía. Año 2000.
29. FIESTAS ROS DE URSINOS, J.A.; BORJA PADILLA, R.; DURAN BARRANTE, M<sup>a</sup> M; GONZALEZ, L. Título: Nuevas perspectivas en la depuración de aguas residuales de industrias agroalimentarias. Revista: Alimentación, equipos y tecnología. Mayo 1992.
30. JASME MIRANDA, M.E; CHAMY MAGGI, R. Utilización de deshechos sólidos de la industria pesquera. Revista: Alimentación, equipos y tecnología, junio 1991.
31. CAÑADA, J.; GOMEZ, C.; MORAL. , A. Aprovechamiento de residuos de pescados mediante fermentación láctica. Revista: Alimentación, equipos y tecnología, junio 1991.
32. RASO, J; ALVAREZ, S; CONDÓN, S; SALA, F.J. Título: La conservación de los alimentos mediante pulsos eléctricos de alto voltaje. Aspectos técnicos. Alimentación, equipos y tecnología. Diciembre 1999.
33. VISERDA, P.; ABRIL, J.; NIETO, C. Simulación del proceso de esterilización de conservas vegetales en autoclaves horizontal. Alimentación, equipos y tecnología, 2000.
34. LOPEZ CAPONT, F. Título: Revisión tecnológica de la industria pesquera española. Alimentación, Equipo y Tecnología. Noviembre 1992.
35. GARZA, S; ARANTEGUI, J; IBARZ. Evaporadores en la industria de zumos de frutas. Alimentación, Equipos y Tecnología. Octubre 1998.

36. SANCHEZ, M<sup>a</sup> T. Título: La ingeniería de proceso de los productos vegetales enlatados. Alimentación, Equipos y Tecnología. Diciembre 1998.
37. LOPEZ, A; VIRSEDA, P. Eficiencia energética de las industrias catalanas de conservas vegetales y zumos. Alimentación, Equipo y Tecnología. Octubre 1996.
38. VIEITES BAPTISTA DE SOUSA, J.M. Título: El control de calidad de conservas de moluscos. Alimentación, Equipos y tecnología. Noviembre 1999.
39. SERRA, J.A.; ESCRICHE, I. ; GOMEZ, M.; MERINO, M. Título: Análisis de riesgos y control de puntos críticos (ARCPC) del proceso de enlatado del champiñón. Alimentación, Equipos y Tecnología. Octubre, 1997.
40. SANCHEZ, M<sup>a</sup> T. Título: Tratamientos térmicos de escaldado y congelación. Alimentación, Equipos y Tecnología. Junio 1996.
41. BELTRAN, A. Título: Elaboración y congelación de platos precocinados. Alimentación, Equipos y Tecnología. Julio/ agosto 2.000.
42. FONOLLA, J.; BOZA, J. Utilización de los residuos del espárrago procedentes de la industria conservera, en la alimentación de rumiantes. Año 1993.
43. Cambios repentinos en el mercado mundial del atún. Productos del Mar. Un mundo Pesquero. Mayo/junio 2.000.
44. Plan de innovación para el sector de conservas de pescados y mariscos. Productos del mar. Julio/Agosto 2.000.
45. El sector industrial transformador de productos del mar. Productos del Mar. Abril 2.000.
46. Datos valores producción conservas pescado. Productos del Mar. Abril 2.000.
47. Intensa actividad en I+D de Anfac-Cecopesca en 1999. Productos del Mar. Marzo/ abril 2000.
48. Estadísticas de comercio exterior del primer trimestre del año 2000-09-13. Productos del Mar. Julio/Agosto 2.000.
49. Conservas de pescado, todavía muy desconocidas. Productos del Mar. Marzo/Abril 2000.
50. Conservas de pescados y mariscos y semiconservas de anchoa de aceite. Productos del Mar. Enero/ febrero 1998.
51. Cogeneración en las industrias de conservas de pescado. Productos del Mar. Marzo/Abril 1998.
52. Conservas de pescado: exportaciones e importaciones 96/97. Productos del Mar. Marzo/ Abril 1998.
53. Asociación Española de Fabricantes de harinas y aceites de pescado. Productos del Mar. Julio/Agosto 1998.
54. La modernización de la industria conservera. Productos del Mar. Septiembre/Octubre 1.997.
55. Conservas de pescado: datos producción 1996. Productos del Mar. Septiembre/Octubre 1997.
56. VIEITEIS BAPTISTA DE SOUSA, J.M. Título: La sardina: datos de producción. Productos del Mar. Julio/Agosto 1998.
57. ALONSO GONZALEZ, J.A.. Título: Estudio sobre el uso racional de la energía en el sector conservas. Alimentación, Equipos y Tecnología. Junio 1998.

58. LOPEZ, A; ARROQUI, C; VIRSEDA, P; PIPAON, J; ESNOZ, A. Título: Modelo matemático del proceso de escaldado de vegetales. Alimentación, Equipos y Tecnología. Junio 1998.
59. CAMACHO SALAS, E; DIEZ MARQUES, C; CAMARA HURTADO M<sup>ª</sup>M. Título: Conservación de frutas (elaboración de confituras y mermeladas) Alimentación, equipos y tecnología. Junio 1998.
60. WINDSOR, M; BARLOW, S. Título: Introducción a los subproductos de pesquería. Editorial Acribia. Zaragoza, 1984.
61. MESEGUER, C. Título: Ahorro y eficiencia energética en la industria alimentaria. I Jornada técnica. El medio Ambiente en la industria alimentaria. Barcelona, 1993.
62. PAINE, F; PAINE, H. Título: Manual de envasado de alimentos. Ediciones A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid, 1992.
63. DALZELL, J.M. Título: Food industry and the environment. Editorial Blackie academic & Professional.
64. SIKORSKI, E. Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 1994.
65. GONZALEZ, I; ROMERO, PEDRO. Título: Antropología de la alimentación: Nuevos ensayos sobre la dieta mediterránea. Universidad de Sevilla. Sevilla, 1996
66. GRANDE, F; FISCHLER, C; GAST, M; LUJAN, N; MASANA, L; MONTANARI, M; DE OYA, M; RIERA, I; TORRES, M; VEGA, G.L.; Título: L ' alimentació mediterrània. Editorial F.Xavier Medina. Barcelona, 1996.
67. MESTRE, R; PERIS, A; MASSATS, J. Título: El libro de las Conservas (I); Guía práctica ilustrada. Ediciones Primera plana. Enero de 2000.
68. HEISS, R. Título: Principios de envasado de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, 1977.
69. RAVENTOS, M; MAS, C. Título: Tractaments d' aigua residual a la indústria alimentària. Ediciones UPC. Barcelona, 1999.
70. PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B. Título: Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acribia, S.A.
71. BELLO, J.; ASTIASARAN, I. Título: Manual sobre carnes y derivados. Facultad de Farmacia. Universidad de Navarra. Pamplona, 1993.
72. MIGAUD, M; FRENTZ., J.C. Título: La charcuterie crue. Ediciones Soussana, S.A. Orly, 1978.
73. NEMEROW, N.L.; DASGUPTA, A. Título: Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, 1998.
74. CASAL, J; CLOTET, R. Título: Operacions unitàries de la indústria alimentària. Editado por la Sociedad Catalana de Tecnología. Barcelona, 1995.
75. COSTA, J; CERVERA, S; C UNILL, F; ESPLUGAS, S; MANS, C; MATA, J. Título: Curso de Química Técnica, Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte en la Ingeniería Química. Editorial reverté, S.A. Barcelona, 1985.
76. Gestió de l' aigua a la indústria. Estalvi i depuració. Revista Technologies avançades en estalvi i eficiència energètica.

77. SANS, R. Título: Minimización del consumo de agua en la industria. I Jornada Técnica, El medio Ambiente en la industria alimentaria. Barcelona, 1993.
78. Aguas residuales en la industria agroalimentaria. Colegio oficial de ingenieros agrónomos de Murcia. Murcia, 1991
79. CASP, A; ABRIL, J. Título: Procesos de la conservación. Año 2000.
80. PERRY JOHN H. Título: Chemical Engineers' Handbook. McGraw-hill book company, Inc. New York and London, 1941.
81. BARTHOLOMAI, A. Fábricas de alimentos, Procesos, equipamiento, costos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, 1991.
82. Danish Environmental Protection Agency. Cleaner Production Assessment in Meat Processing. Industrial Sector Guide. Año 2000.
83. Danish Environmental Protection Agency. Cleaner Production Assessment in Fish Processing. Industrial Sector Guide. Año 2000.
84. Guías Tecnológicas. Epígrafe, Elaboración de productos cárnicos. Ainia. Ministerio de Industria y Energía. Año 2000.
85. J.WICKS, R. Food Processing Ingredients Sector. Foreign Agricultural Service Gain Report. Septiembre 2000.
86. OFFICE OF AGRICULTURE AFFAIRS. Canned Deciduous Fruit. Foreign Agricultural Service Gain Report. Marzo 2000.
87. PIASON, F.J. Poultry and Products. Foreign Agricultural Service Gain Report. Agosto 2000.
88. PIASON, F.J. Seafood Preliminary Data on 1999 Fench Seafoof Market 2000. Foreign Agricultural Service Gain Report. Abril 2000.
89. PIASON, F.J. Tomatoes and Products Annual 2000. Foreign Agricultural Service Gain Report. Mayo 2000.
90. GOMEZ GARCIA, J. Conservas de fruta. Icx. Secretaría de Estado de Comercio, Turismo y de la pequeña y Mediana empresa Ministerio de Economía y Hacienda. Octubre 1998.
91. O.C.D.E. Estudio sobre las pesquerías en los países miembros de la OCDE. París, 1997.
92. GOMEZ GARCIA, J.J. Notas sectoriales: Conservas de Fruta. Icx. Madrid, 1998.
93. DATABANK. Conservas de pescado en Italia. Milán, 1997.
94. ICEX. Fichas País. Madrid, 1997.
95. SAYIGH, A.A.M. Solar Energy Engineering. Academic Press. New York, San Francisco, London, 1977.



## **ANEXO II. PAGINAS WEB**

---

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://www.fao.org>
2. Cámara de Comercio de Barcelona – Camerdata. <http://www.camerdata.es>
3. Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX). <http://www.icex.es>
4. Organización Mundial del Comercio (OMC). <http://www.wto.org>
5. Banco Mundial. <http://www.worldbank.org>

RÁNE

IA



**Centro de Actividades Regionales  
para la Producción Limpia (CAR/PL)**

París, 184, 3a planta - 08036 Barcelona (España)

Tel.: +34 93 415 11 12 - Fax: +34 93 237 02 86

E-mail: [cleanpro@cema-sa.org](mailto:cleanpro@cema-sa.org)

<http://www.cema-sa.org>