

# Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de los transformados vegetales



2006

## EQUIPO DE TRABAJO Y REDACCIÓN

<u>Directora del equipo:</u>	Carmen Canales Canales.	Mº de Medio Ambiente
<u>Coordinador técnico:</u>	Amaia Arnaiz. Virginia Viniegra Anguiano. Miguel Ayuso García.	CNTA Laboratorio del Ebro CNTA Laboratorio del Ebro CTNC
<u>Colaboradores:</u>	Vicente Peris Alcayde. José Miguel Eseberri. Arturo Díaz del Río. Asunción Orgaz Orna. Carlos Gervás. Carolina Padula Guerra.  José Manuel Aguilar. Mª Paz Santamaría Hergueta.  Paloma Sánchez Pello.  María Colmenares Planás.	Generalidad Valenciana Comunidad Foral de Navarra FNAVC ASOZUMOS AGRUCÓN CENTRO Asociación Española de Fabricantes de Salsas y Condimentos Preparados ASEVEC Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebida (FIAB) Mº de Medio Ambiente

Financiada la redacción de la Guía por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Convenio Específico de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Federación de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB) para la ejecución de determinadas actuaciones de fomento del sector industrial agroalimentario. Año 2004.

*Catálogo general de publicaciones oficiales*  
<http://publicaciones.administracion.es>

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

I.S.B.N. MMA: 84-8320-339-1  
NIPO MMA: 310-06-033-3  
Depósito legal: M-21420-2006

NIPO MAPA: 215-06-058-6

Imprime: Deva S.L.

Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro

# PRESENTACIÓN

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

Sigue, por tanto, surgiendo la necesidad de dotarnos de herramientas que, partiendo del respeto al medio ambiente, concluyan el proceso de integración entre éste y el crecimiento económico, es decir, de crear instrumentos que pongan en práctica el Desarrollo Sostenible.

En nuestro caso, los principales instrumentos integradores dirigidos a los sectores industriales y a las Autoridades Competentes, cuyos ejes más importantes son fundamentalmente la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI) y el concepto de Mejor Técnica Disponible, son la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y los documentos de Mejores técnicas Disponible, tanto europeos –documentos BREF- como las Guías de Mejores Técnicas Disponibles en España de diversos sectores industriales.

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

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

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

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

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

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

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





## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>9</b>
----------------------	----------

### **1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES**

Resumen .....	13
1.1. Historia del sector de transformados vegetales .....	13
1.2.- Industria agroalimentaria (IAA) en Europa .....	14
1.3.- Industria agroalimentaria (IAA) en España .....	15
1.4.- El sector de transformados vegetales en España .....	18
1.5.- El subsector de conservas vegetales en España .....	22
1.6.- El subsector de zumos y néctares en España .....	25
1.7.- El subsector de congelados vegetales en España.....	28
1.8.- El subsector de salsas vegetales en España .....	30
1.9.- Incidencia de la Ley 16/2002 IPPC en el sector Agroalimentario .....	32

### **2- PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS. TRANSFORMADOS VEGETALES**

Resumen .....	33
2.1. Diagramas de flujo genérico y específicos .....	34
2.2. Procesos y técnicas comunes aplicadas a transformados vegetales .....	39
2.2.1. Recepción de la materia prima .....	39
2.2.2. Almacenamiento de la materia prima.....	41
2.2.3. Limpieza/lavado de la materia prima .....	41
2.2.4. Selección, calibrado y clasificación .....	43
2.2.5. Pelado .....	45
2.2.6. Eliminación de partes: corte y troceado .....	48
2.2.7. Escaldado y enfriado .....	49
2.2.8. Fritura .....	53
2.2.9. Procesos asociados a la transformación de vegetales .....	55
2.2.9.1. <i>Generación de vapor</i> .....	55
2.2.9.2. <i>Generación de frío: Refrigeración y Congelación</i> .....	56
2.2.9.3. <i>Operaciones de limpieza</i> .....	59
2.3. Procesos y técnicas específicas aplicadas a conservas vegetales .....	63
2.3.1. Pasteurización/esterilización y enfriamiento .....	63

2.4. Procesos y técnicas específicas aplicadas a congelados vegetales .....	66
2.4.1. Congelación .....	67
2.4.2. Desescarche de los equipos de congelación.....	69
2.4.3. Glaseado .....	70
2.4.4. Envasado y cierre .....	70
2.4.5. Almacenamiento del producto congelado .....	71
2.5. Procesos y técnicas específicas aplicadas a elaboración de zumos .....	72
2.5.1. Extracción .....	75
2.5.2. Pasterización / esterilización y enfriamiento.....	78
2.5.3. Concentración .....	84
2.5.3.1. Evaporación .....	85
2.5.3.2. Técnicas de membrana.....	89
2.5.3.3. Congelación .....	90
2.6. Procesos y técnicas específicas aplicadas a elaboración de salsas .....	92
<b>3- NIVELES ACTUALES DE EMISIONES Y CONSUMOS DE</b>	
<b>ENERGÍA Y MATERIAS PRIMAS .....</b>	<b>93</b>
Resumen .....	93
3.1. Niveles emisiones, consumos y balances globales .....	94
3.1.1. Niveles de emisiones y consumos .....	94
3.1.2. Balances globales por productos .....	105
3.2. Valoración de consumos y aspectos ambientales por etapas.....	108
3.2.1. Consumo de agua .....	109
3.2.2. Consumo de energía .....	111
3.2.3. Aguas residuales .....	112
3.2.4. Emisiones atmosféricas .....	114
3.2.5. Restos sólidos orgánicos .....	117
3.2.6. Ruidos.....	118
3.2.7. Resumen etapas impacto ambiental .....	118
<b>4- MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN SECTOR DE</b>	
<b>TRANSFORMADOS VEGETALES .....</b>	<b>121</b>
Resumen .....	121
4.1. Integración de MTD en las etapas productivas .....	123
4.1.1. Lavado .....	123

4.1.2. Eliminación de partes .....	124
4.1.3. Pelado y asado .....	126
4.1.4. Escaldado y enfriado .....	129
4.1.5. Tratamiento térmico y enfriamiento .....	131
4.1.6. Extracción (zumos y concentrados) .....	135
4.1.7. Concentración (zumos y concentrados) .....	135
4.1.8. Generación de vapor.....	136
4.1.9. Generación de frío .....	139
4.1.10. Limpieza de instalaciones y equipos .....	140
4.2. MTD para la gestión y tratamiento del agua.....	143
4.2.1. Gestión del agua .....	143
4.2.2. Sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	144
4.3. Gestión y tratamiento de restos orgánicos.....	147
4.3.1. Producción de compost .....	148
4.3.2. Elaboración de piensos para alimentación animal .....	148
4.3.3. Producción de metano .....	148
4.3.4. Aprovechamiento térmico .....	148
4.3.5. Obtención de compuestos de alto valor añadido.....	149
4.4. Ruidos .....	149
<b>5.- MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES.....</b>	<b>151</b>
Resumen .....	151
5.1. Medición y control de aguas residuales .....	151
5.1.1. Caracterización de aguas residuales: metodología.....	151
5.1.2. Parámetros de control en las aguas residuales .....	154
5.1.2.1. <i>Parámetros físicos</i> .....	155
5.1.2.2. <i>Parámetros químicos</i> .....	157
5.2. Medición y control de emisiones atmosféricas .....	160
5.2.1. Medición de las emisiones atmosféricas: toma de muestras.....	161
5.2.2. Parámetros de control en las emisiones atmosféricas .....	162
5.3. Valores límites existentes en la legislación española	
o europea aplicables en la industria .....	164
5.3.1. Normativa española y europea aplicable a aguas residuales .....	164
5.3.2. Normativa española y europea aplicable	
a emisiones atmosféricas.....	168
5.3.3. Normativa española y europea aplicable a los residuos .....	171

5.4. Registro estatal de emisiones y fuentes contaminantes (EPER) .....	172
<b>6.- TÉCNICAS EMERGENTES Y EN DESUSO .....</b>	<b>175</b>
Resumen .....	175
6.1. Técnicas emergentes .....	175
6.1.1. Pelado enzimático .....	175
6.1.2. Pelado físico combinado .....	176
6.1.3. Escaldado por microondas .....	177
6.1.4. Pasteurización hiperbárica .....	177
6.1.5. Pasteurización por pulsos eléctricos .....	178
6.2. Técnicas en desuso .....	179
<b>ANEXO .....</b>	<b>181</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>195</b>

## PRÓLOGO

### La Ley IPPC y las Mejores Técnicas Disponibles

En la última mitad del siglo XX, y en lo que llevamos de siglo XXI, la protección y conservación del medio ambiente se ha constituido en una referencia obligada en la política de la Unión Europea y en la de todos sus Estados miembros; fruto de esta inquietud, en los últimos años, se han aprobado una serie de Directivas y Reglamentos cuyo objetivo principal es precisamente la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. En particular, la aprobación de la Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre, cuyo propósito es conseguir la prevención y control integral de la contaminación, establece la base legal para la protección del medio ambiente resultante de las actividades que aparecen en su Anexo I, suponiendo además la aplicación del principio de prevención en el funcionamiento de las instalaciones industriales mediante la implantación de medidas para evitar, o al menos, reducir en origen las emisiones de estas actividades en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidos los residuos, para alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto.

La Directiva introduce el concepto de **Mejores Técnicas Disponibles (MTD)** definidas en el artículo 2 como: *“La fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas”*.

Este mismo artículo nos aclara las siguientes definiciones:

- *“Técnicas”*: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada.
- *“Disponibles”*: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en España, como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.
- *“Mejores”*: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

La transposición de esta Directiva al orden interno español se ha realizado mediante la elaboración de la Ley 16/2002 de Control y Prevención Integrado de la Contaminación (IPPC) que recoge el espíritu preventivo de la Directiva y realiza el control de la contaminación mediante la autorización ambiental integrada, *“una nueva figura de intervención administrativa que sustituye y aglutina al conjunto disperso de autorizaciones de carácter ambiental exigibles hasta el momento”*. En esta nueva autorización se fijarán los valores límite de emisión de las sustancias contaminantes teniendo en cuenta las MTD, las características técnicas de la instalación y su localización geográfica.

En el ANEXO 4 de la Ley 16/2002 se enumera los aspectos a considerar para la determinación de las MTD, teniendo en cuenta los costes y ventajas que pueden derivarse de una acción y los principios de precaución y prevención. Estos aspectos son los siguientes:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos cuando proceda.
- Procesos, instalaciones o método de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la implantación de una mejor técnica disponible.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizada en procedimientos de eficacia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio.

Las actividades industriales afectadas por esta normativa son las que aparecen reflejadas en el Anexo I de dicha Ley. En el punto 9 de este anexo se contemplan las industrias agroalimentarias y en el apartado 9.1-b.2. *“las instalaciones para tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de materia prima vegetal de una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas/día (valor medio trimestral)”*.

### **Sistemática de trabajo en la elaboración del documento**

Otro de los aspectos que la Directiva establece como principio básico en el control de la contaminación es el intercambio de información entre los diferentes estamentos implicados: Ministerio, Comunidades Autónomas y tejido industrial. Este punto se destaca en los diferentes apartados del artículo 8 de la Ley 16/2002 en el que se establece, entre otros conceptos, que: *“La Administración General del Estado se compromete a suministrar a las Comunidades Autónomas información sobre las MTD, sus prescripciones de control y su evolución y, en su caso, elaborará guías sectoriales sobre las mismas y su aplicación para la determinación de los valores límite de emisión”*.

En la elaboración de la guía de MTD en el sector de transformados vegetales una fase del trabajo ha consistido en la **recopilación, revisión, estudio y aplicación de información**, en concreto del

*Borrador del Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink, and Milk Industry (BREF)*, así como de otras referencias relativas a procesos de fabricación, impactos ambientales, etc.

Ha sido importantísima la colaboración de los *técnicos de las industrias* que, como conocedores de primera mano de los aspectos técnicos ambientales de los procesos de fabricación, han aportado la información necesaria para la redacción de la guía. La elaboración de la guía se ha realizado en varias fases y durante todas ellas, desde el principio al final, ha habido una fuerte participación de las empresas, a través de las *asociaciones industriales*. Estas últimas han servido como canal de comunicación entre los redactores técnicos y las industrias.

La **información** más valiosa ha sido la aportada por las **industrias del sector**, puesto que ha permitido que la guía refleje la situación real de las mismas. Inicialmente, se recopiló la información a través de un *cuestionario ambiental* realizado a empresas representativas del sector de transformados vegetales.

La recopilación de información de la industria no se ha limitado a los cuestionarios iniciales sino que ha continuado durante todo el tiempo transcurrido desde los inicios del trabajo hasta tener la completa elaboración del documento. Por otro lado, los *Centros Tecnológicos* responsables de la redacción de las guías han aportado información propia dada la amplia experiencia que tienen en el trabajo en las industrias del sector.

Una vez analizada la información obtenida y redactado el borrador de los distintos **capítulos de la guía**, los mismos han sido **revisados por los grupos técnicos de las asociaciones** que han realizado los comentarios y observaciones oportunos, para obtener un *documento aprobado por las asociaciones industriales* afectadas.

## **Objetivo y alcance de la Guía de MTD del Sector de Transformados Vegetales**

El **objetivo** de esta guía es disponer de un documento sobre las Mejores Técnicas Disponibles que recoja la realidad tecnológica en España de los subsectores considerados y que sea útil tanto para el sector correspondiente como para las Autoridades Ambientales responsables de establecer los valores límite de emisión en la Autorización Ambiental Integrada.

En el **alcance** de la guía se contemplan las industrias correspondientes a los subsectores:

- Conservas vegetales.
- Congelados vegetales.
- Zumos vegetales.
- Salsas (derivadas de productos vegetales).





## **1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES**

### **Resumen**

La industria agroalimentaria es excepcionalmente diversa tanto horizontal como verticalmente; en el primer sentido, en relación con la materia prima básica del proceso de transformación (cereales, frutas y hortalizas, carnes, aceites y grasas, bebidas alcohólicas, etc.). En el segundo, incluyendo desde actividades de mínima transformación de las materias primas, hasta productos sofisticados de gran valor añadido.

Esta diversidad puede verse reflejada en términos de tamaño y naturaleza de las empresas, amplitud de variedad de materias primas, productos y procesos y la amplia demanda de los consumidores (productos especializados, tradicionales, etc...). Además, la industria también está condicionada por la economía local, la sociedad y las condiciones ambientales, además de la extensa legislación europea, nacional, autonómica y local.

En el presente capítulo se realiza una breve descripción de los antecedentes del sector; a continuación, se detallan los aspectos sociales y económicos del sector tanto en Europa como en España. Se presentan así mismo estos datos por subsectores (conservas, congelados, salsas y zumos).

### **1.1. HISTORIA DEL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES**

El hombre siempre ha comprobado como los alimentos naturales -frutas, verduras, etc- se deterioran con el paso del tiempo, normalmente pocos días después de su recolección. Por esta razón, la Humanidad se ha preocupado desde el comienzo de los tiempos por encontrar procedimientos para conservar los productos con la finalidad de disponer de ellos en épocas de escasez, etc...

En el transcurso del tiempo, esta conservación natural de los alimentos ha ido haciéndose cada vez más difícil. El hombre pasa a vivir en ciudades en las que ya no es posible cultivar y obtener los alimentos por sí mismo y necesita aumentar la despensa utilizando para ello las técnicas existentes. Hasta el siglo XVII, los alimentos únicamente podían ser almacenados o transportados si eran sometidos a los tradicionales métodos de conservación conocidos durante siglos, como el ahumado, la deshidratación, la salazón y salmueras o el escabeche y el aceite.

Con el paso del tiempo, diversos científicos como Nicholas Appert o Louis Pasteur desarrollaron la técnica de la conservación mediante calor y enlatado en recipientes de vidrio o metal. Este hecho es un hito crucial en la Historia ya que supuso dotar a la Humanidad de una herramienta que le permitía conservar, almacenar y distribuir a grandes distancias los alimentos.

En España, la primera instalación de conservas vegetales aparece en La Rioja en 1848. Hacia 1900, se produce un paso adelante, sustituyendo la fritura por la cocción a vapor, lo que abarata sensiblemente el proceso y se populariza en el mundo con el nombre de “sistema de cocción español” (PAASTV, 2003).

Aparte de estas experiencias, y una vez conocidos los procesos microbiológicos que condicionan la esterilización, la evolución de las técnicas de conservación fue rapidísima, pasando a las tecnologías del frío que permitieron la conservación de alimentos refrigerados, congelados y ultracongelados.

## 1.2.- INDUSTRIA AGROALIMENTARIA (IAA) EN EUROPA

La Industria Agroalimentaria (IAA) es el **sector industrial líder** en la **Unión Europea** en términos de producción con **536.151 millones de euros** (cerca del 15% de la producción industrial total). Como se puede observar en la tabla 1.1.

**España**, dentro del conjunto de países integrados en la Unión Europea, se sitúa en una posición importante con **55.491 millones de euros de valor de producción** por detrás de Alemania, Francia y Reino Unido y en términos similares a Italia. En términos de porcentaje de empleo queda situada también por detrás de estos mismos países; no obstante, las diferencias en este aspecto son menores que en producción, lo que refleja la importancia del sector agroalimentario en España.

**Tabla 1.1.- Datos estructurales y de producción por países de la Industria Agroalimentaria Europea (1998).**

	<b>Valor de producción (millones de euros)</b>	<b>Producción (%)</b>	<b>Nº de empleados (miles)</b>	<b>Empleo (%)</b>
Alemania	108.165	20,2	586,7	21,9
Austria	9.241	1,7	55,4	2,1
Bélgica	25.167	4,7	97,7	3,7
Dinamarca	14.748	2,8	76,4	2,9
<b>España</b>	<b>55.491</b>	<b>10,3</b>	<b>361,4</b>	<b>13,5</b>
Finlandia	7.850	1,5	43,7	1,6
Francia	97.715	18,2	394,8	14,8
Grecia	5.190	1,0	44,3	1,7
Holanda	34.619	6,5	121,9	4,6
Irlanda	10.152	1,9	46,2	1,7
Italia	57.363	10,7	211,5	7,9
Luxemburgo	314	0,1	3,4	0,1
Portugal	9.859	1,8	121,0	4,5
Reino Unido	88.578	16,5	452,7	16,9
Suecia	11.699	2,2	58,1	2,2
<b>Unión Europea</b>	<b>536.151</b>	<b>100</b>	<b>2.675</b>	<b>100</b>

Fuente: EUROSTAT “Panorama of European Business, 2000”.

### 1.3.- INDUSTRIA AGROALIMENTARIA (IAA) EN ESPAÑA

Al igual que en la UE, el sector agroalimentario es el más importante dentro del conjunto de la industria española, tal y como se destaca en el estudio realizado sobre la industria alimentaria a partir de la encuesta de empresas del INE de 2001.

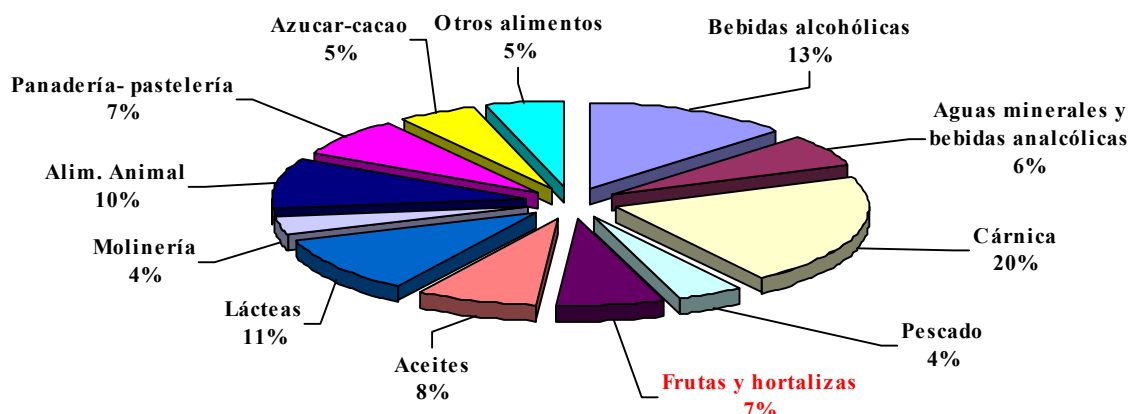
En la Tabla 1.2 se muestran los resultados de este estudio del que podemos destacar que el sector agroalimentario participa respecto al total de la industria con un **16.87 %** de las ventas netas de productos y el **19.57 %** de consumos de materias primas, el **13.45 %** del empleo industrial, el **12.82 %** del valor añadido, el **11.71 %** de los gastos de personal y el **11.80 %** de las inversiones en activos materiales.

El sector agroalimentario español está constituido por un conjunto heterogéneo de actividades industriales. La industria cárnica es el subsector mayoritario con un 21 % del total de la producción; el de bebidas alcohólicas contribuye con un 13 % y la industria láctea con un 10.5 %. El **subsector de frutas y hortalizas** contribuye con un 7 % de la producción total de la IAA. (Figura 1.1.).

**Tabla 1.2.- Principales indicadores industria alimentaria española (años 2000 y 2001).**

INDICADORES	AÑO 2000		AÑO 2001		VARIACIONES (%)	
	Total industria	Total ind. alimentaria	Total industria	Total ind. alimentaria	Total industria	Total ind. alimentaria
Nº de Personas ocupadas	2.628.008	363.034	2.691.707	362.126	2.42	-0.25
Ventas netas de productos (Miles Euros)	347.027.526	55.704.554	369.970.844	62.423.455	4.80	7.37
Valor añadido (Miles Euros)	111.964.835	13.511.209	116.598.157	14.948.753	2.37	6.00
Consumo de materias primas (Miles Euros)	169.053.178	32.087.363	187.003.396	36.594.301	8.74	9.27
Consumo otros aprovisionamientos (Miles Euros)	34.127.841	4.268.244	29.308.858	4.715.087	-15.58	5.84
Gastos personal (Miles Euros)	63.376.672	7.557.397	68.240.177	7.990.519	5.85	1.30
Inversiones en activos materiales (Miles Euros)	20.505.764	2.610.532	22.871.368	2.698.167	9.65	-0.97

Fuente: MAPA. Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria. 2002.



**Figura 1.1.- Distribución de la producción de la Industria Agroalimentaria por sectores.**

Es importante señalar que en los últimos años ha habido un descenso significativo en el número de empresas y establecimientos industriales (un **15 %** entre los años 1995 y 2000). Como se puede deducir de los datos mostrados en la Tabla 1.3, este hecho viene asociado a un aumento en la producción de la IAA estimado en un 7.5 %, un aumento en el número de personas empleadas del 6.4 %, un elevado crecimiento en la inversión de activos materiales (70 %) y un incremento en la productividad el sector estimada en un 21.6 % (años 1995 a 2000).

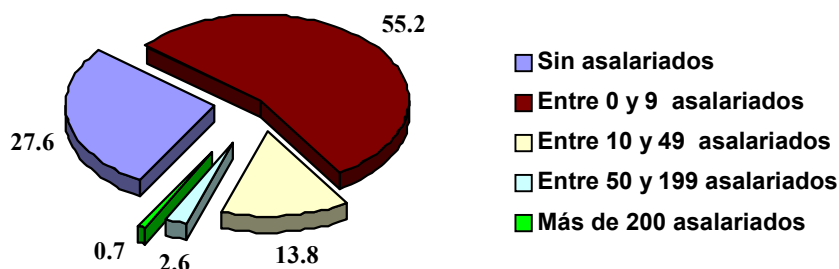
Estos datos ponen de manifiesto que el sector agroalimentario está sufriendo un continuado proceso de ajuste y equilibrio reduciéndose el elevado grado de atomización que le caracteriza.

El sector agroalimentario español presenta un grado de atomización elevado y está conformado casi en su totalidad por PYMES (Figura 1.2). Del total de empresas un 27.7 % no tienen asalariados, un **55.2 %** son muy pequeñas (menos de 10 empleados); un 13.8 % son pequeñas (entre 10 y 49 empleados); un 2.63 % son medianas (entre 50 y 199 empleados) y el **0.7 %** restante corresponde a las grandes empresas (más de 200 trabajadores).

**Tabla 1.3.- Evolución de los principales indicadores de al IAA (período 1995-2000).**

	1995	2000	Variación (%)
<b>Nº empresas</b>	38.996	33.207	-14.8
<b>Nº establecimientos</b>	43.338	36.783	-15.1
<b>Índice de producción(Base 1990 = 100)</b>	102	110	7.8
<b>Nº Personas empleadas(media anual)</b>	358.400	381.500	6.4
<b>Inversión activos materiales (mill euros)</b>	1.536	2.611	70.0
<b>Productividad (mill euros)</b>	30.65	37.26	21.6

Fuente: MAPA. Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria. 2002.



**Figura 1.2. Distribución porcentual de empresas en función del nº de asalariados.**  
(Fuente: FIAB. Perfil de la industria Alimentaria Española 2001)

En los últimos años las variables de la calidad y seguridad de los productos alimenticios, así como la calidad ambiental de las instalaciones está cobrando una importancia capital. El establecimiento de sistemas de calidad y de sistemas de gestión ambiental refleja el alto grado de prioridad con el que las empresas recogen estos temas y su integración en la estructura de la industria de alimentos.

Muchas empresas agroalimentarias han implantado sistemas de aseguramiento de la calidad de los alimentos y de gestión ambiental y las expectativas de implantar estos sistemas de calidad es creciente como consecuencia, fundamentalmente, de la presión de los consumidores, de las propias Administraciones y de la cada vez mayor concienciación por parte de las empresas de la importancia de estos factores para la competitividad de su actividad.

Los sistemas de calidad y de gestión ambiental requieren desarrollar normas y guías, estableciendo objetivos y programas, compartiendo las responsabilidades ambientales con los organismos, enseñando y comunicando las actividades, operando controladamente y conduciendo las inspecciones y las revisiones lo que, sin duda ninguna, repercute en un beneficio importante en la mejora de la calidad de los alimentos, del medioambiente y no menos importante en la competitividad de las empresas.

En la Tabla 1.4 se muestra el número de empresas certificadas por las Normas ISO 9.001 y 9002 (aseguramiento de la calidad) e ISO 14.001 (gestión ambiental). El sector de frutas y hortalizas figura, con **257** empresas certificadas en las ISO 9.001 y 9.002 y **23** en la ISO 14.001, en un lugar destacado dentro del conjunto de los subsectores que componen la industria agroalimentaria. También se observa un aumento muy significativo del número de empresas que implantan sistemas de gestión ambiental y de calidad tanto en el total de la industria agroalimentaria como en el sector de frutas y hortalizas, lo que demuestra que las empresas apuestan cada vez más por la calidad de sus productos y por la incorporación de la variable ambiental como factor de competitividad.

**Tabla 1.4.- Empresas certificadas en sistemas de calidad (por sectores)**

Sector	Nº empresas ISO 14001		Nº empresas ISO 9001 y 9002	
	2001	2002	2001	2002
Industrias cárnicas	8	13	187	265
Pescado	6	7	64	72
Frutas y hortalizas	16	23	183	257
Aceites	14	17	63	83
Lácteas	8	11	60	75
Molinería	4	5	34	33
Alimentación animal	4	8	40	96
Panadería	3	4	36	53
Azúcar	10	10	15	16
Café e infusiones	1	4	31	28
Especias, salsas y condimentos	--	2	21	25
Alimentos infantiles y dietéticos	2	3	10	12
Bebidas	2	9	23	22
Vinos	18	31	85	109
Cerveza	4	7	11	31
Aguas y bebidas no alcohólicas	5	16	24	62
Otros productos	8	8	173	217
<b>TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>178</b>	<b>1.060</b>	<b>1.456</b>

Fuente: La industria Alimentaria. Empresas certificadas ISO 9000 y 14000. MAPA 2001 y 2002

## 1.4.- EL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES EN ESPAÑA

La industria de transformados vegetales tiene unas características específicas propias que la diferencian de otros sectores de actividad: es una de las más complejas dentro del sector de Alimentación y Bebidas, debido a la gran variedad de materias primas y técnicas que se utilizan, así como a la diversidad de productos que se elaboran.

Dentro del sector de transformados vegetales se agrupan las industrias que procesan materia prima vegetal mediante cualquier técnica de conservación: esterilización por calor, congelación, desecación, refrigeración, atmósferas modificadas, etc.

Las principales actividades que se incluyen dentro del sector son la fabricación de:

### ➤ Conservas de frutas y hortalizas

- **Congelados de frutas y hortalizas**
- **Zumos, concentrados y néctares de frutas y hortalizas**

El subsector de transformados vegetales es uno de los más dinámicos dentro de la industria agroalimentaria y representa aproximadamente un **7 % de la producción total** como se indicaba anteriormente.

En las siguientes figuras (Tabla 1.5 y Figura 1.3) se observa que los transformados vegetales en el año 2001 empleaban a 30.861 personas con un gasto de personal de 564 millones de euros, lo que representa un **8.5** y un **7.1 %** respecto al total de la IAA.

En relación a la inversión de activos materiales, el subsector ha invertido 239 millones de euros y participa con un **8.9 %** en la industria alimentaria. También se puede observar un incremento moderado en el consumo de materias primas y ventas de productos en el año 2001 respecto al 2000 suponiendo un **6.4** y un **7.1 %** respectivamente respecto a la IAA.

**Tabla 1.5.- Principales indicadores de la industria de transformados vegetales (2000-2001)**

	Nº personas ocupadas		Ventas productos (millones euros)		Consumo materias primas (millones euros)		Gastos personal (millones euros)		Inversión activos materiales (millones euros)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
<b>Transformados vegetales</b>	33.279	30.861	4.191	4.339	2.274	2.333	596	564	245	239
<b>Total industria alimentaria</b>	363.034	362.126	55.705	62.423	32.087	36.594	7.557	7.991	2.610	2.698

Fuente: MAPA. Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria. 2002.

Las etapas de producción, transformación y comercialización de la materia prima vegetal, efectuada por los sectores productivos agrario y agroindustrial, están cada vez más integradas entre sí y diversificadas al mismo tiempo; integradas en tanto que se efectúan en gran número de casos por las mismas empresas o, al menos, con un alto grado de articulación e interdependencia. Diversificadas, porque las tecnologías y los modos de organización adquieren un carácter cada vez más específico y complejo en cada una de las grandes fases del proceso global de producción y distribución. (Rodríguez-Zúñiga y Soria, 1991; Sanz, 1993).

En todo caso, en relación con el subsector de transformados vegetales se pueden realizar unas consideraciones previas que definen de forma general su marco de actuación y condicionan la ubicación, el tipo y la intensidad de la actividad del mismo:

- La **producción industrial** de transformados vegetales está relacionada con la producción agrícola, con los recursos naturales, el clima y la situación geográfica de la producción, adaptándose a los ciclos y procesos de la producción agraria que proporciona la materia prima. Cada vez con más frecuencia se utilizan estrategias para ampliar el periodo de actividad de las

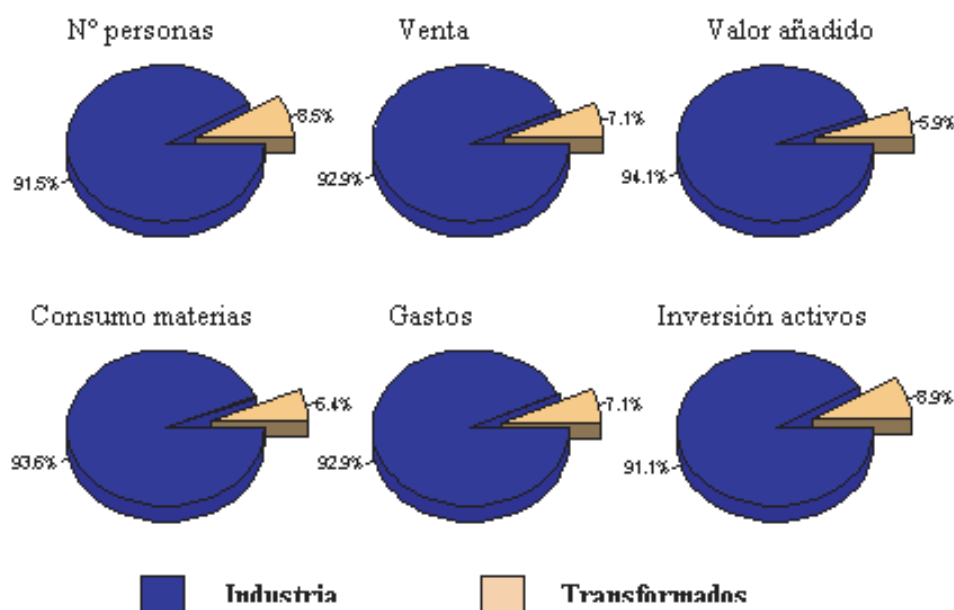


Figura 1.3.- Participación de los transformados vegetales en el total de la Industria Alimentaria.

Ruente: MAPA . Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria.

plantas industriales: compra de materia prima en otras regiones productivas cuya producción esté desplazada en el tiempo o la diversificación de las materias primas utilizadas.

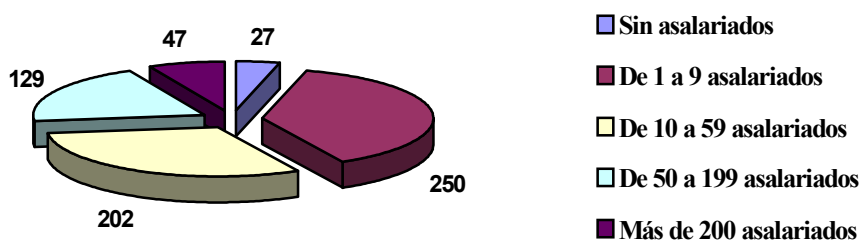
La ubicación de la industria de transformados vegetales se localiza generalmente cerca de las áreas productoras, concentrándose principalmente en las regiones de Andalucía, Comunidad Valenciana, Comunidad de Murcia, Navarra, La Rioja , Cataluña y Extremadura.

- La **estacionalidad** influye directamente en la estructura y dinámica empresarial. Por una parte, demanda una dotación de activos fijos (instalaciones, bienes de equipo, etc.) importante y versátil, superior a la normal en un sector industrial común, para adaptarse a la capacidad de producción necesaria en campañas de intensidad variable, seguidas en algunos casos de periodos de inactividad total o parcial. Por otra, condiciona enormemente a todos los niveles el empleo (cantidad, modalidad de contratación, modos de retribución, etc.), de forma que, más que de empleo, hay que referirse a demanda de trabajo en los periodos de actividad y a su práctica ausencia en los de inactividad.

La estacionalidad es más acusada en frutas no cítricas (hueso, pepita, cáscara, etc.) y menor en el caso de las hortalizas debido a la práctica de alternancias, rotaciones, plantaciones moduladas en el tiempo y en el espacio, etc.

- La **gran variedad de materias primas** procesadas y el elevado y variado número de productos (formatos, confecciones, etc.) resultante de una demanda cada vez más segmentada, determina las características de los procesos productivos en sus dimensiones técnica y económica.





**Figura 1.4. Distribución de empresas de transformados vegetales en función del número de asalariados.**

Fuente: MAPA. "Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria"

Al igual que en el Sector Agroalimentario el subsector de Transformados Vegetales presenta un alto grado de atomización con una distribución de empresas en función del nº de asalariados que se muestra en la siguiente figura (Figura 1.4):

Del total de las 655 empresas del subsector existentes en el 2002 según los datos del MAPA, un **73.1 %** de las empresas consideradas son pequeñas o muy pequeñas, el **19.7 %** son medianas y el **7.2** restante son grandes. El 40 % de las empresas se concentran en Murcia y Navarra (220 empresas), el resto se distribuyen en el resto de Comunidades Autónomas mencionadas anteriormente (Fuente: UGT). En La Rioja existen 68 empresas conserveras (el **10.61 %** del total existente en España), de las cuales siete de ellas figuran entre las cincuenta empresas o grupos más importantes del país dedicados a las conservas vegetales; La Rioja es líder en España en elaboración de champiñón en conserva. Murcia es líder en la elaboración de conservas de frutas, compartiendo su liderazgo en cítricos con la Comunidad Valenciana. Extremadura es líder en transformados del tomate.

Otro hecho muy destacable del subsector de Transformados Vegetales es la notable disminución en el número de empresas (ver Tabla 1.6), estimada según los datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en un **56.28 %**.

Este ajuste es con diferencia el más acusado dentro del sector agroalimentario y su causa es múltiple. Por una parte, la dificultad de la pequeña empresa para acometer las inversiones necesarias para poder comercializar sus productos en un mercado cada vez más competitivo; por otra, la cada vez mayor distancia que les separa de los grandes operadores (que siguen invirtiendo en nuevas plantas, maquinaria y nuevos productos para mercados concretos mejorando así su productividad y competitividad), además de la creciente competencia con países con menores costes productivos y laborales. Finalmente, la dificultad de las pequeñas empresas para hacer frente a la masiva entrada de productos, fundamentalmente de China y Latinoamérica, al mercado europeo.

**Tabla 1.6.- Evolución del número de empresas de la industria de transformados vegetales (1996–2002).**

	1/01/96	1/01/97	1/01/98	1/01/99	1/01/00	1/01/01	1/01/02	Variación
<b>Nº Empresas</b>	1.498	1.412	1.417	1.476	620	655	655	- 56.28

Fuente: MAPA. Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria. 2002.

**Tabla 1.7.- Cifras de los principales indicadores de la industria alimentaria por Comunidades del subsector de Transformados Vegetales. Año 2001.**

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Personas ocupadas		Ventas productos (miles euros)		Consumo materias primas (miles euros)		Inversión activos material (miles euros)	
	Total	% respecto IAA	Miles Euros	% respecto IAA	Miles Euros	% respecto IAA	Miles Euros	% respecto IAA
<b>Andalucía</b>	4.144	13.4	661.240	15.2	437.486	18.8	35.597	14.8
Aragón	831	2.7	100.159	2.3	52.243	2.2	1.649	0.7
Asturias	*	*	*	*	*	*	*	*
Islas Baleares	115	0.4	13.503	0.3	7.952	0.3	547	0.2
Canarias	232	0.8	21.848	0.5	7.587	0.3	2.285	1.0
Cantabria	*	*	*	*	*	*	*	*
Castilla y León	1.140	3.7	118.164	2.7	48.551	2.1	6.868	2.9
Castilla la Mancha	1.034	3.4	161.507	3.7	99.122	4.2	*1351	0.6
<b>Cataluña</b>	2.026	6.6	409.661	9.4	282.957	12.1	28.407	11.8
Extremadura	1.760	5.7	188.016	4.3	91.380	3.9	21.085	8.8
Galicia	274	0.9	39.658	0.9	20.144	0.9	5.716	2.4
Madrid	817	2.6	82.164	1.9	37.909	1.6	4.790	2.0
<b>Murcia</b>	8.693	28.2	1.238.440	28.6	576.365	24.7	41.286	17.2
<b>Navarra</b>	4.299	13.9	452.377	10.4	197.758	8.5	23.093	9.6
Pais Vasco	79	0.3	7.990	0.2	4.199	0.2	350	0.1
La Rioja	1.676	5.4	269.751	6.2	116.659	5.0	31.762	13.2
<b>Comun. Valenciana</b>	3.696	12.0	572.546	13.2	352.116	15.1	35.643	14.8

Fuente: MAPA. Cuadernos de información económica sobre la industria agroalimentaria. 2002.

(\*) Secreto estadístico por ser datos referidos a menos de 5 empresas

Todo ello hace que la viabilidad de la pequeña y mediana empresa sea complicada y en el futuro se sigan produciendo ajustes y movimientos hacia la concentración (Héctor Heras. Alimarket. 2003).

En la tabla 1.7 se puede observar la participación de las CCAA en los indicadores económicos.

En general las Comunidades de Andalucía, Cataluña, Navarra, Comunidad Valenciana y Murcia son las más relevantes; en particular, Murcia es la que más contribuye con un **28.2 %** del empleo, un 28.6 % de ventas de productos, conjuntamente con un **24.7 %** en el consumo de materias primas y un **17.2 %** en la inversión de material respecto al total del subsector.

## 1.5.- EL SUBSECTOR DE CONSERVAS VEGETALES EN ESPAÑA

El sector lo componen más de 600 empresas (incluidas aceitunas, zumos y encurtidos) sobre 340 si excluimos los subsectores entre paréntesis. El número de trabajadores del total del sector transformador de frutas y hortalizas se estima en más de **30.000 personas**. La **FNACV** como primera organización nacional establecida en el sector de la conserva vegetal en España, a través de sus Asociaciones/Agrupaciones regionales cuenta con un total de alrededor de 200 empresas y un número estimado de trabajadores dentro de las mismas de más de 18.000 personas. Se estima que la **FNACV** y

sus Asociaciones/Agrupaciones representan alrededor de un 70% del volumen de producción del sector y un 67% de su facturación (excluyendo aceitunas, zumos y encurtidos).

Los productos que elabora el Sector de la Conserva Vegetal en España se pueden clasificar en tres grandes grupos: **Conservas de Frutas, Conservas de Hortalizas y Conservas de Tomate.**

Dentro de cada grupo y como viene siendo habitual en este sector, existe una serie de productos “estrella”. En conservas de fruta destacan claramente, en cuanto a importancia, las mandarinas, el melocotón y el albaricoque, sin olvidarnos de las conservas de peras, de fresas, mezclas de frutas y las confituras y mermeladas. En conservas de hortalizas destacan las conservas de alcachofas, las conservas de champiñones y setas, el pimiento y el espárrago en conserva. En cuanto a conservas de tomate: el concentrado, seguido del pelado, los jugos y el tomate triturado son los productos más destacables.

Orientativamente, la distribución de la producción por las distintas familias de conservas es la siguiente:

**Tabla 1.8.- Distribución de la producción por distintas familias de conservas**

	% sobre el tonelaje	% sobre el valor
<b>Conservas de frutas</b>	<b>35</b>	<b>29</b>
<b>Conservas de hortalizas</b>	<b>21</b>	<b>32</b>
<b>Confituras y mermeladas</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Conservas de tomate</b>	<b>41</b>	<b>35</b>

El Sector de la Conserva Vegetal está caracterizado por la estabilidad de los volúmenes y operadores, con una fuerte dependencia de los mercados exteriores. Se trata de un mercado maduro con una producción (excluyendo aceitunas, zumos y encurtidos) en torno a las **1.300.000 toneladas anuales** por un valor aproximado de 1.500 millones de euros. Es un sector bien estructurado, que exporta alrededor del 50% de lo que produce en volumen y aproximadamente el 40% de su facturación total. (Todos estos datos son estimativos calculados en base a cifras del año 2001).

De acuerdo con los datos obtenidos del IRI, el mercado de conservas vegetales y hortalizas registró un incremento del **5.9 %** en volumen en el año 2002 y un ascenso del **6 %** en el 2003.

En cuanto al valor en millones de euros, el incremento fue el mismo para los dos años (el 6.8 %). Atendiendo a los diferentes productos individualmente (Tabla 1.9), el comportamiento es más dispar tanto en hortalizas como en frutas.

De todo ello se puede deducir que el mercado no es homogéneo como consecuencia de diversos factores tales como su alta dependencia de la producción agraria y la creciente competencia de países terceros. La media de consumo per cápita de frutas y hortalizas transformadas alcanza **16 kilos por persona y año**. El tomate sigue siendo el producto estrella, del que se consumen **4,1 kilos** como frito envasado y **2,6 kilos** como natural envasado.

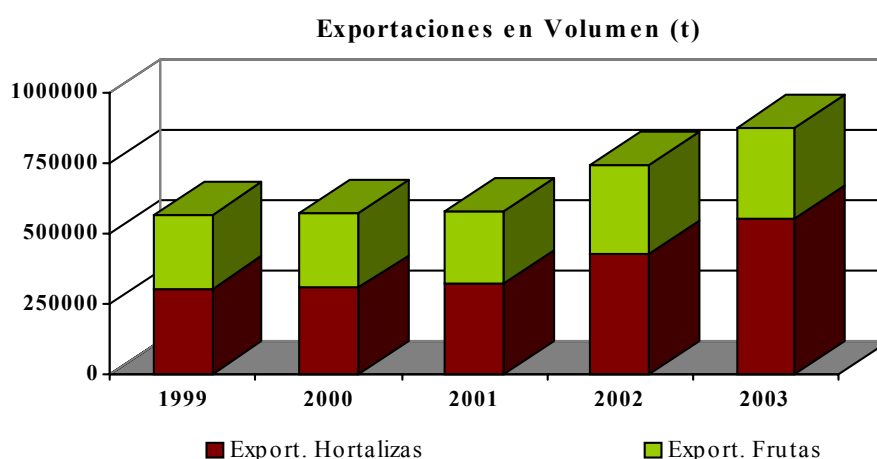
**Tabla 1.9.- Segmentación del mercado de algunas de las más importantes conservas vegetales de hortalizas y frutas (M. Euros)**

Producto	2002	2003	Producto	2002	2003
<b>Tomate</b>	52.96	55.13	<b>Piña</b>	24.58	29.85
<b>Espárragos</b>	11.36	11.78	<b>Melocotón</b>	19.19	20.57
<b>Maíz</b>	44.57	49.56	<b>Macedonia</b>	3.36	3.66
<b>Champiñón y setas</b>	37.16	39.30	<b>Pera</b>	0.85	1.12
<b>Judías verdes</b>	16.18	18.82	<b>Otras</b>	2.54	5.18
<b>Pimientos</b>	49.39	49.53			
<b>Guisantes</b>	15.54	16.87			
<b>Alcachofas</b>	28.72	32.30			
<b>Mezcla de verduras</b>	12.75	13.43			
<b>Otras</b>	44.50	48.95			
<b>Mercado total</b>	<b>412.13</b>	<b>441.74</b>		<b>50.52</b>	<b>60.38</b>

Fuente: IRI – Alimarket. 2003.

El comportamiento del mercado exterior del subsector de conservas vegetales sigue la misma tónica de crecimiento mantenido en los últimos años del mercado nacional, con la diferencia de que en el caso del mercado exterior este incremento es más importante.

En la Figura 1.5 se muestra la trayectoria del mercado exterior en el período de 1999 al 2003; en él se puede observar que, en los cinco años considerados, ha habido un aumento sostenido en el volumen de exportaciones tanto de frutas como de hortalizas, si bien más acusado en éstas últimas y fundamentalmente en los dos últimos años (sin duda la baja producción agrícola de países terceros ha sido un factor fundamental).



**Figura 1.5. - Mercado exterior de frutas y hortalizas en conserva.**

Los datos del 2003 son estimativos a partir de los datos de los 9 primeros meses.

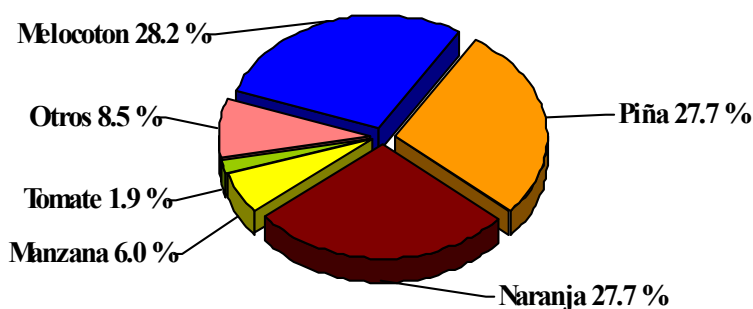
Las ventajas del sector de la conserva vegetal español radican en su amplia oferta de productos y gamas acompañada de un buen saber hacer y evolución tras décadas de ofertar sus productos en el mercado internacional, unida a una garantía de calidad y seguridad alimentaria que se encuentra en la vanguardia del sector conservero mundial. En efecto, la industria española de la conserva vegetal se encuentra en disposición de ofrecer sus productos con las más altas garantías en todos estos campos. Además, como es lógico y necesario, el sector español -apoyado por el fomento corporativista de las organizaciones sectoriales, la investigación, el desarrollo y la innovación, así como un nivel tecnológico de partida de las empresas del sector que se puede catalogar como alto y puntero en el mundo- permite ofrecer unas líneas de productos adaptadas a las tendencias actuales del consumo, garantizando la plena satisfacción del consumidor.

### 1.6.- EL SUBSECTOR DE ZUMOS Y NECTARES EN ESPAÑA

Los rasgos más característicos de la estructura empresarial del subsector de zumos es la presencia de grandes **multinacionales** y la **concentración empresarial** que se está llevando a cabo en los últimos años; de hecho, del total de más o menos 100 empresas existentes entre embotelladoras y transformadoras sólo **10** de ellas controlan el **75 %** del mercado nacional.

No obstante, permanecen algunas empresas consideradas tradicionales que compiten a nivel local o regional con las anteriores. Son estas empresas tradicionales las que tienen una localización geográfica más definida (Región de Murcia, Comunidad Valenciana y Aragón); por el contrario la localización de las grandes empresas es menos específica.

En relación a las materias primas utilizadas para la elaboración de los zumos, cabe destacar que casi el **90 %** se corresponde con el **melocotón, la piña y la naranja**. Manzana, tomate, pera y otras frutas y hortalizas son los productos restantes con los que se elaboran zumos (Figura 1.6).



**Figura 1.6.- Distribución porcentual de los distintos productos hortofrutícolas utilizados en la elaboración de zumos.**

Fuente: Cascales y col. 2001.

El mercado de zumos y néctares está teniendo en los últimos años un crecimiento continuo tal y como se puede observar de los datos de ventas mostrados en la Tabla 1.10; de estos datos se puede destacar que los zumos de naranja, piña y melocotón representan más del **50 %** de la producción total de zumos y néctares de España. Del total de la producción aproximadamente el **70 %** se destina a consumo interno.

En España el nivel de consumo de zumos es de **20 litros por habitante y año**, lo que nos sitúa en un nivel medio con respecto a los países europeos por debajo de Alemania (40 litros), Austria (38) y Holanda (26), por encima de Italia (12) y similar a Francia y el Reino Unido.

El incremento en el consumo interno anual oscila entre el 5 y 10 %; en el 2003 fue del 11 % (el 17 % para los néctares y el 7% en los zumos); el crecimiento de los néctares es superior debido fundamentalmente a la diversificación de su oferta, presentaciones más atractivas y al consumo preferentemente en HORECA (hostelería, restauración y catering).

En relación al comercio exterior la exportación de zumos y néctares sigue la pauta de crecimiento que está experimentando el sector; en concreto, en el 2002 ha habido un incremento en el volumen exportado del **20 %** que ha supuesto un 18 % de subida con respecto al año anterior en valor (M. Euros).

El crecimiento más importante se ha producido en la exportación de zumos y néctares de **naranja**, de **uva** y de **mezclas**, siendo estos últimos los que han tenido un incremento porcentual más importante; ello indica que el mercado se mueve hacia la búsqueda de nuevos productos, de productos con valor añadido y nuevos formatos de ventas.

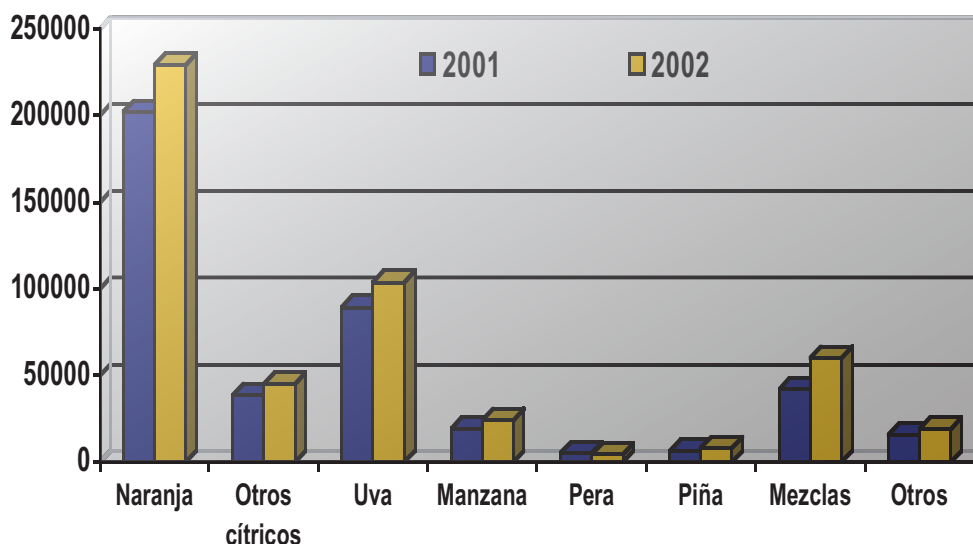


Figura 1.7.- Exportaciones de zumos y néctares en España en volumen (t)  
(2001 -2002). Fuente: ICEX

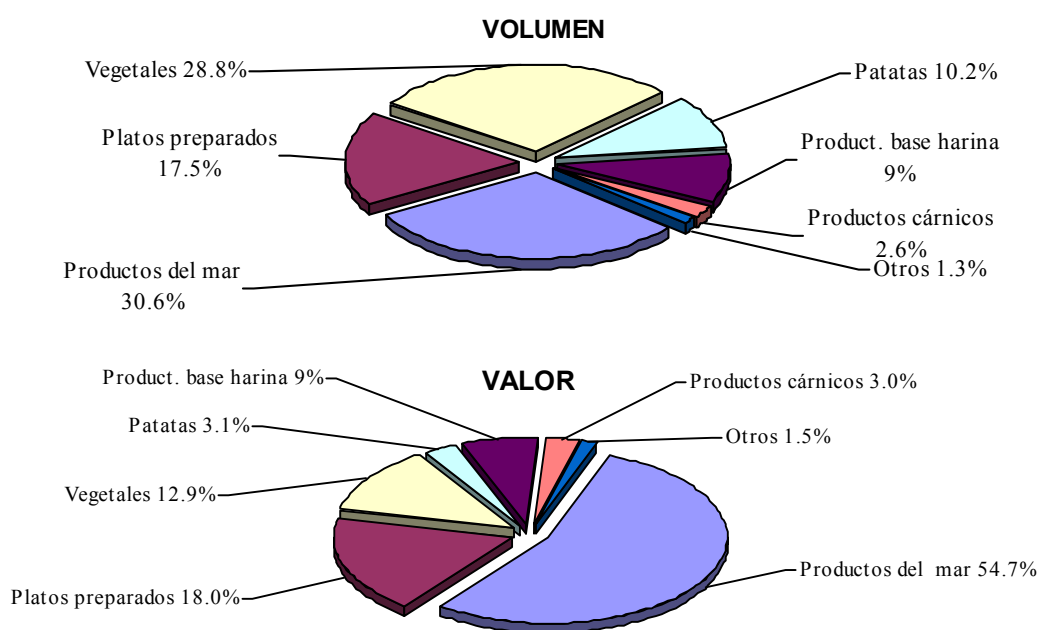
**Tabla 1.10.- Ventas de zumos y néctares en España (en millones de litros)**

	1997			1998			1999			2000			2001			2002		
<b>PRODUCTO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>	<b>D</b>
Naranja	136,7	29,1	+ 9,0	144,8	29,7	+ 5,9	138,0	28,8	- 4,7	146,5	29,4	+ 6,2	148,3	27,6	+ 1,3	147,3	27,7	- 0,7
Tomate	8,4	1,8	- 1,9	9,4	1,9	+ 11,8	9,6	2,0	+ 2,4	10,0	2,0	+ 4,1	9,8	1,8	- 1,6	9,9	1,9	+ 0,9
Manzana	26,0	5,5	+ 6,3	29,2	6,0	+ 12,4	30,1	6,3	+ 3,3	30,8	6,2	+ 2,1	33,4	6,2	+ 8,5	32,1	6	- 3,7
Melocotón	138,1	29,4	+ 8,7	144,2	29,6	+ 4,4	145,4	30,3	- 0,8	148,2	29,8	+ 1,9	155,2	28,9	+ 4,7	149,7	28,2	- 3,5
Piña	135,8	28,9	+ 0,6	137,4	28,2	+ 1,2	132,5	27,6	- 3,5	138,5	27,8	+ 4,5	146,9	27,3	+ 6,1	147,1	27,7	+ 0,2
Tropical	7,8	1,7	- 4,3	6,5	1,3	- 16,2	5,9	1,2	- 10,1	5,5	1,1	- 5,9	6,6	1,2	+ 19,4	6,6	1,2	- 0,9
Enriquecidos	-	-	-	-	-	-	3,0	0,6	-	4,6	0,9	+ 52,9	12	2,2	+ 160,6	15,1	2,8	+ 25,5
Otros	17,2	3,7	+ 4,5	16,3	3,3	- 5,1	15,4	3,2	- 5,3	13,8	2,8	- 10,2	25,3	4,7	+ 82,4	23,6	4,4	- 6,7
<b>Total zumos</b>	<b>469,9</b>	<b>100</b>	<b>+ 5,6</b>	<b>487,7</b>	<b>100</b>	<b>+ 3,8</b>	<b>479,9</b>	<b>100</b>	<b>- 1,6</b>	<b>497,8</b>	<b>100</b>	<b>+ 3,7</b>	<b>537,5</b>	<b>100</b>	<b>+ 8</b>	<b>531,4</b>	<b>100</b>	<b>- 1,1</b>
Naranja	15,8	96,9	+ 58,1	23,3	89,0	+ 47,2	21,7	88,7	- 6,6	18,4	92,5	- 15,5	15,3	90,4	- 16,7	16,2	90,5	+ 5,9
Tomate	0,2	1,2	0	0,3	1,0	+ 25,0	0,3	1,4	+ 40,0	0,3	1,3	- 28,6	0,1	0,6	- 60	0,2	1,1	+ 100
Manzana	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	-	0,1	0,5	-	0,1	0,6	-	0,1	0,6	-
Melocotón	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	-	0,1	0,5	-	0,1	0,6	-	0,1	0,6	-
Piña	0,1	0,6	-	2,0	7,5	+ 2000	1,5	6,2	- 23,5	0,3	1,7	- 77,0	0,8	4,9	+ 138,3	0,7	3,9	- 15,4
Pomelo	0,1	0,7	-	0,1	0,5	+ 22,7	0,1	0,6	+ 7,4	0,2	0,8	+ 3,4	0,2	0,9	-	0,2	1,1	+ 33,3
Otros	0,1	0,6	-	0,5	2,0	+ 419,0	0,6	2,3	+ 6,9	0,5	2,7	- 2,9	0,3	2,1	- 35,3	0,4	2,2	+ 14,6
<b>Total zumos refrigerados</b>	<b>16,3</b>	<b>100</b>	<b>+ 56,8</b>	<b>26,2</b>	<b>100</b>	<b>+ 60,3</b>	<b>24,5</b>	<b>100</b>	<b>- 6,3</b>	<b>19,9</b>	<b>100</b>	<b>- 18,9</b>	<b>16,9</b>	<b>100</b>	<b>- 14,8</b>	<b>17,9</b>	<b>100</b>	<b>+ 5,8</b>
Naranja	-	-	-	-	-	-	1,5	100	-	1,7	100	+ 13,3	1,8	100	+ 5,9	1,8	100	-
<b>Total zumos congelados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,5</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>1,7</b>	<b>100</b>	<b>+ 13,3</b>	<b>1,8</b>	<b>100</b>	<b>+ 5,9</b>	<b>1,8</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
Melocotón	59,7	44,8	+ 12,9	58,5	44,2	- 2,1	62,7	42,9	+ 7,2	67,9	44,0	+ 8,3	69,1	40,5	+ 1,7	71,9	39,3	+ 4,0
Naranja	21,9	16,4	+ 13,4	19,7	14,9	- 9,9	23,3	15,9	+ 18,0	22,3	14,1	- 4,4	23,3	13,7	+ 4,7	25	13,7	+ 7,3
Piña	39,7	29,8	+ 18,0	36,9	27,9	- 7,1	41,2	28,2	+ 11,7	45,2	28,7	+ 9,6	47,8	28,1	+ 5,9	51,4	28,1	+ 7,5
Pera	2,8	2,1	- 3,7	4,0	3,0	+ 43,5	3,8	2,6	- 6,2	3,3	2,1	- 13,4	3,4	2	+ 5,4	3,6	2	+ 5,0
Albaricoque	0,7	0,6	+ 2,8	1,0	0,8	+ 35,8	1,0	0,7	- 0,5	1,0	0,7	+ 3,7	1,2	0,7	+ 16,9	1,4	0,8	+ 15,5
Tropical	3,6	2,7	- 10,7	3,4	2,6	- 4,5	4,6	3,1	+ 33,1	5,1	3,3	+ 12,1	5,6	3,3	+ 9,8	7,7	4,2	+ 37,5
Otros	5,0	3,7	+ 35,5	8,6	6,5	+ 73,6	9,7	6,6	+ 12,6	12,9	8,2	+ 33,3	19,9	11,7	+ 53,8	22	12	+ 10,4
<b>Total néctares</b>	<b>133,4</b>	<b>100</b>	<b>+ 13,8</b>	<b>132,2</b>	<b>100</b>	<b>- 0,9</b>	<b>146,3</b>	<b>100</b>	<b>+ 10,7</b>	<b>157,7</b>	<b>100</b>	<b>+ 7,8</b>	<b>170,4</b>	<b>100</b>	<b>+ 8</b>	<b>183</b>	<b>100</b>	<b>+ 7,4</b>
<b>Néctares sin azúcar añadido</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>38,2</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>55,6</b>	<b>100</b>	<b>+ 45,4</b>	<b>72,5</b>	<b>100</b>	<b>+ 30,5</b>	<b>69,9</b>	<b>100</b>	<b>- 3,6</b>	<b>80,1</b>	<b>100</b>	<b>+ 14,5</b>
<b>Mosto/zumo de uva</b>	<b>45,0</b>	<b>100</b>	<b>+ 2,2</b>	<b>48,0</b>	<b>100</b>	<b>+ 6,7</b>	<b>51,8</b>	<b>100</b>	<b>+ 7,9</b>	<b>52,3</b>	<b>100</b>	<b>+ 1,1</b>	<b>54,6</b>	<b>100</b>	<b>+ 4,4</b>	<b>52,9</b>	<b>100</b>	<b>- 3,2</b>
<b>Total mercado</b>	<b>664,6</b>	<b>100</b>	<b>+ 7,8</b>	<b>732,2</b>	<b>100</b>	<b>+ 10,2</b>	<b>759,5</b>	<b>100</b>	<b>+ 3,7</b>	<b>802</b>	<b>100</b>	<b>+ 5,6</b>	<b>851,2</b>	<b>100</b>	<b>+ 6,1</b>	<b>867,1</b>	<b>100</b>	<b>+ 1,9</b>

## 1.7.- EL SUBSECTOR DE CONGELADOS VEGETALES EN ESPAÑA

Al igual que los demás subsectores considerados en esta guía la estructura empresarial de la industria de congelados vegetales está conformado en su mayoría por pequeñas y medianas empresas y, de acuerdo con los datos ofrecidos en Alimarket en el año 2003, entre las **cinco empresas** más importantes se genera más del **50 %** de la producción total.

Como se puede observar en la Figura 1.8, el subsector de congelados vegetales supone una parte muy importante del sector de congelados, siendo esta participación mucho más significativa en volumen (casi un 30 %) que en valor, aproximadamente un 13 %.



**Figura 1.8.- Segmentación del mercado de congelados en el año 2003.**

(Fuente: AC.Nielsen).

En relación a la segmentación específica de este subsector, en primer lugar hay que señalar que, como ocurre en todas las actividades en las que la materia prima son productos hortofrutícolas, la producción total y la distribución de la misma está muy ligada al comportamiento del sector agrícola dependiendo por tanto de factores externos al propio subsector. Esta circunstancia queda refrendada cuando observamos la evolución irregular de la producción total de los últimos años.

De los datos mostrados en la Tabla 1.11 se puede destacar que los productos mayoritariamente fabricados son **las judías verdes, el brócoli, el pimiento y el guisante** cuya producción representa más del **50 %** del total en los últimos años, si bien es reseñable que de estos cuatro productos, el brócoli es el que ha tenido un incremento más significativo tanto en el volumen total como en el porcentaje respecto del total.



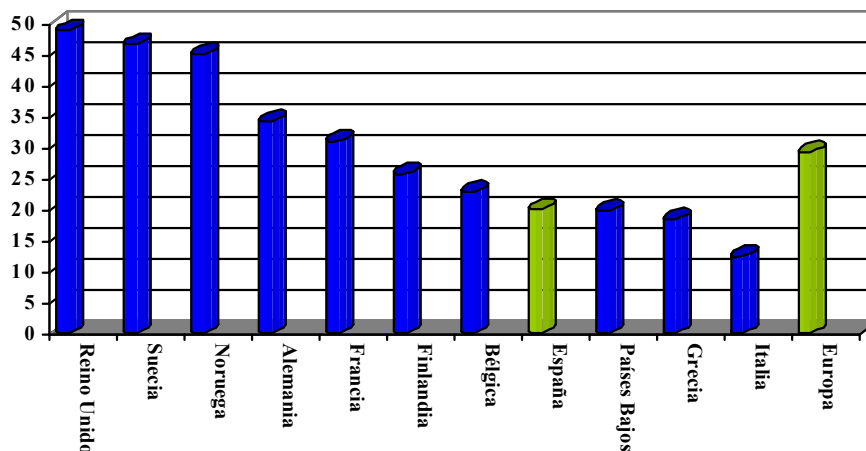
**Tabla 1.11.- Evolución de la producción nacional de vegetales congelados (t)**

Producto	1999	2000	2001	2002
<b>Judías verdes</b>	56.609 (16.2 %)	62.093 (14.1 %)	53.205 (13.4 %)	59.394 (13.2 %)
<b>Brócoli</b>	34.000 (9.7 %)	47.160 (10.7 %)	57.817 (14.6 %)	81.941 (18.2 %)
<b>Pimiento</b>	48.210 (13.8 %)	77.357 (17.5 %)	59.410 (15.0 %)	62.233 (13.9 %)
<b>Guisante</b>	42.300 (12.1 %)	40.399 (9.1 %)	38.024 (9.6 %)	57.846 (12.9 %)
<b>Espinacas</b>	25.945 (7.4 %)	31.594 (7.2 %)	26.697 (6.7 %)	32.700 (7.3 %)
<b>Patata</b>	15.977 (4.6 %)	15.974 (3.6 %)	15.857 (4.0 %)	19.410 (4.3 %)
<b>Maíz</b>	18.167 (5.2 %)	13.041 (3.0 %)	13.156 (3.3 %)	16.293 (3.6 %)
<b>Zanahoria</b>	13.555 (3.9 %)	15.444 (3.5 %)	13.097 (3.3 %)	17.080 (3.8 %)
<b>Cebolla</b>	--- (--- %)	11.547 (2.6 %)	11.579 (2.9 %)	12.087 (2.7 %)
<b>Calabacín</b>	--- (--- %)	15.379 (3.5 %)	13.504 (3.4 %)	13.330 (3.0 %)
<b>Coliflor</b>	13.944 (4.0 %)	10.170 (2.3 %)	7.262 (1.8 %)	12.986 (2.9 %)
<b>Alcachofas</b>	9.480 (2.7 %)	9.347 (2.1 %)	8.003 (2.0 %)	8.464 (1.9 %)
<b>Frutas</b>	3.854 (1.1 %)	19.527 (4.4 %)	25.248 (6.4 %)	3.976 (0.9 %)
<b>Berenjenas</b>	--- (--- %)	6.560 (1.5 %)	6.248 (1.6 %)	5.627 (1.3 %)
<b>Habas</b>	6.231 (1.8 %)	6.500 (1.5 %)	3.500 (0.9 %)	5.274 (1.2 %)
<b>Champiñón</b>	--- (--- %)	2.830 (0.6 %)	1.670 (0.4 %)	1.402 (0.3 %)
<b>Otros</b>	61.343 (17.6 %)	56.650 (12.8 %)	42.571 (10.7 %)	39.152 (8.7 %)
<b>TOTAL</b>	<b>349.522</b>	<b>441.802</b>	<b>396.848</b>	<b>449.195</b>

Entre paréntesis se muestra el porcentaje respecto al total.

Fuente: ASEVEC.

El consumo de congelados en España es de **20 kg por persona y año**, lo que le sitúa por debajo de la media Europea que es de 30 kg por persona y año, sólo por encima de Italia y Grecia y similar a los Países Bajos, pero muy por debajo del Reino Unido y de los países nórdicos (Figura 1.9).

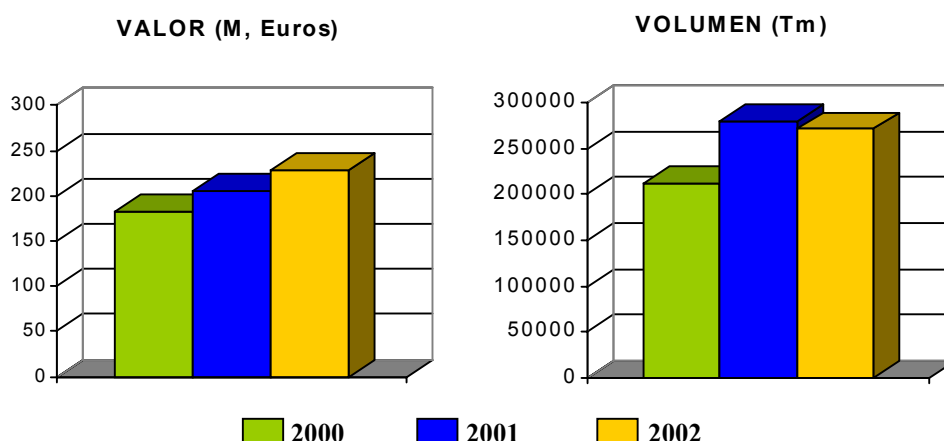


**Figura 1.9.- Consumo per cápita de congelados en la Unión Europea.**

Fuente: Federación de Fabricantes de Productos Congelados en la UE (2003).

En estos últimos años y ante el estancamiento en el consumo de vegetales congelados el mercado está derivando hacia productos de mayor valor añadido y más elaborados. Es previsible que en los próximos años ésta sea una de las líneas de crecimiento de este sector (Héctor Heras, Alimarket).

En relación al comercio exterior las cifras de los últimos años vienen a corroborar la tendencia del mercado a la producción de productos con un mayor valor añadido. De acuerdo con el ICEX los datos de las exportaciones del año 2002 suponen una caída considerable en el volumen negociado (superior al 3 %) acompañado de un incremento muy notable en el valor del producto exportado, más del 11 % (Figura 1.10).



**Figura 1.10.- Comercio exterior de vegetales congelados.**

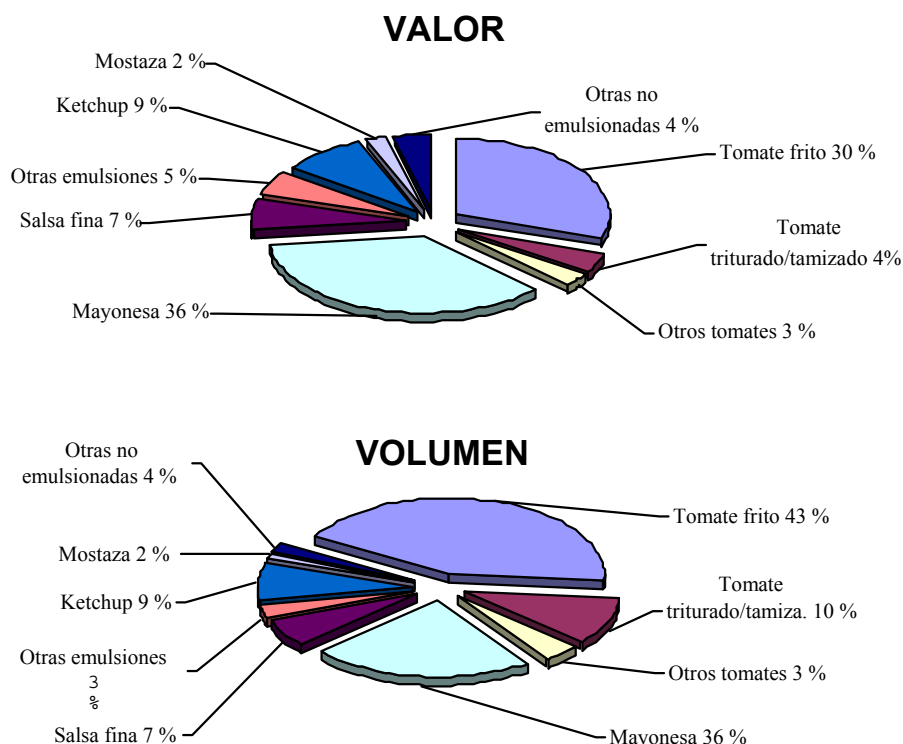
Fuente: ICEX

### 1.8.- EL SUBSECTOR DE SALSAS VEGETALES EN ESPAÑA

La estructura empresarial del subsector de salsas es similar a la de los demás subsectores analizados. Según datos de la Asociación el número de empresas es ligeramente superior a 200, sin embargo, entre las 4 más importantes se reparten más del **50 %** de la producción. Además de estos grandes fabricantes hay otro grupo de empresas destacadas que son fabricantes especializados y que dirigen la mayor parte de su producción al “Food Service”. El 40% de estas empresas se sitúan en Castilla La Mancha y Valencia. También ocupan un lugar importante en la producción industrial de salsas las Comunidades de Murcia, Aragón, Cataluña y Andalucía. El subsector da empleo a más de 4.000 personas.

La segmentación del mercado en España del sector de salsas se muestra en la figura 1.11, en la que se puede observar que, en volumen, el tomate frito es el producto más consumido seguido de la mayonesa; en valor, la situación es inversa ocupando la mayonesa el primer lugar.

El consumo per cápita total de salsas en España supera los **2 kg por persona y año** lo que supone estar por encima del consumo de países como Francia e Italia y por debajo de otros como Alemania, Reino Unido, Bélgica y Países Bajos.



**Figura 1.11.- Segmentación del mercado de salsas. 2002**  
Fuente: Asociación de fabricantes de salsas y condimentos preparados.

A nivel europeo, los países presentan una gran diversidad de comportamientos o gustos, así, por ejemplo, mientras en Alemania el consumo de salsas no emulsionadas se centra en el Ketchup, en el Reino Unido se centra mayoritariamente en otros tipos. Por otra parte, en Francia el consumo de salsas emulsionadas está repartido entre la mayonesa y las salsas para ensaladas. En España, Alemania o Italia el consumo de salsas emulsionadas se centra mayoritariamente en la mayonesa.

La evolución del mercado en España está experimentando un **importante crecimiento** en valor que, no obstante, no se traduce en un incremento en volumen; ello es debido a la creciente demanda de productos de un mayor valor añadido. Así, en el año 2002 el crecimiento del 2 % en volumen de producción ha supuesto un incremento del 8 % en valor.

Ello queda evidenciado observando como, a pesar de que el tomate frito y la mayonesa son las dos salsas mayoritariamente consumidas, el incremento en el consumo de otras categorías como la salsa fina y otras salsas emulsionadas aumentan año tras año el nivel de las ventas por encima de la media del mercado, reflejando cómo el consumidor incorpora nuevos productos a su cesta de consumo (Asociación de Fabricantes de Salsas y Condimentos Preparados. 2002).

En el año 2002 la producción de salsas en volumen en España rozó las **300.000 t**; de ellas aproximadamente el **80 %** se destina al mercado interior y el **20 %** al mercado exterior (unas 62.000 t), si estudiamos estos mismos datos en valor observamos que el **20 %** destinado al mercado exterior

supone aproximadamente el **53 %** de la cifra de negocio global del sector lo que denota el alto valor añadido de estos productos (Alimentación en España: Industria, Distribución y Consumo. 5ª Edición 2002/2003).

### **1.9.- INCIDENCIA DE LA LEY 16/2002 IPPC EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO**

Como se ha comentado en el prólogo, las actividades industriales afectadas por la Ley 16/2002 de Control y Prevención Integrado de la Contaminación son las que aparecen reflejadas en su Anexo I y con los requisitos que se reflejan en los diferentes apartados. De acuerdo con este criterio, y con los cambios lógicos derivados de los movimientos empresariales, con las cifras ofrecidas por las diferentes organizaciones implicadas (INE, MAPA, Asociaciones e industrias del sector), el número de empresas afectadas por la Ley IPPC son 87 con la distribución por Comunidades Autónomas que recoge la Tabla 1.12. El número de empresas afectadas supone aproximadamente el **0.25 %** del total de empresas del sector agroalimentario español lo que da una idea muy clara del grado de atomización del mismo. Si centramos más el dato a los subsectores considerados en esta guía y según estas mismas fuentes el número de empresas afectadas pasaría a ser de 59, en este caso el porcentaje respecto al total sería aproximadamente del 9% reflejando nuevamente que la mayoría de las empresas de estos subsectores son PYME.

**Tabla 1.12. Empresas del sector agroalimentario afectadas por la Ley IPPC.**

<b>COMUNIDAD AUTÓNOMA</b>	<b>Nº DE EMPRESAS AFECTADAS</b>
Andalucía	9
Aragón	2
Asturias	0
Islas Baleares	0
Canarias	2
Cantabria	0
Castilla-León	14
Castilla-la Mancha	8
Cataluña	15
Ceuta	0
Comunidad de Madrid	3
Comunidad Valenciana	12
Extremadura	6
Galicia	2
La Rioja	0
Melilla	0
Navarra	5
País Vasco	1
Murcia	8
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>

Fuente: AINIA(2000)

## 2. PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS EN EL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES

### Resumen

La elaboración de conservas, congelados, salsas y zumos vegetales presentan unas fases comunes correspondientes a las operaciones de preparación de las materias primas. Es el tratamiento de conservación al que son sometidos los productos vegetales lo que los diferencia, ya que en el caso de las conservas, salsas y zumos se utiliza el calor y en el caso de los congelados el frío.

A continuación se describe de forma genérica el proceso de elaboración de los transformados vegetales:

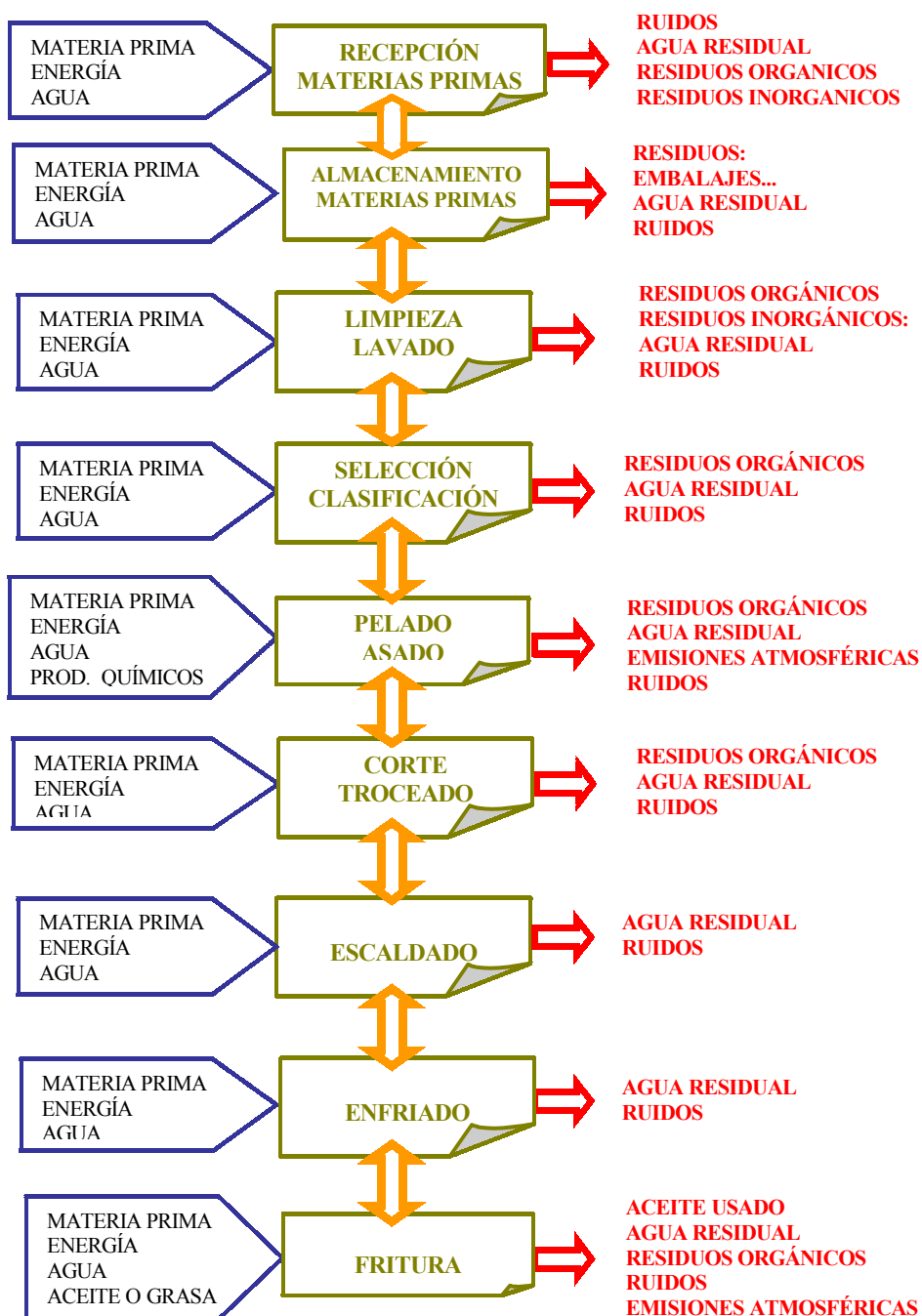
- ✓ Las materias primas (generalmente son productos estacionales que hay que elaborar durante el periodo de recolección) recibidas en la fábrica pueden ser conservadas durante un periodo de tiempo limitado en cámaras de refrigeración o almacenadas a temperatura ambiente hasta su introducción en el proceso de fabricación.
- ✓ Los productos vegetales deben ser sometidos a una serie de operaciones de preparación, encaminadas a darles la forma deseada (mediante corte o troceado), eliminar la piel que los recubre (pelado), inactivar las enzimas y eliminar el aire que forma parte de su estructura (escaldado y enfriado), etc. El orden en que se realizan estas operaciones es variable dependiendo de la materia vegetal elaborada y del tipo de tecnología empleada.
- ✓ El tratamiento de conservación aplicado, en el caso de las conservas y salsas, consiste en el cierre hermético de los envases que contienen el producto y en la aplicación de calor.
- ✓ El tratamiento utilizado en el caso de los vegetales congelados se realiza por medio de frío ( $T^a$  de congelación).

En el presente Capítulo se presentan los diagramas de flujo (2.1. diagramas de flujo genéricos y específicos) de las etapas comunes (Diagrama Genérico) así como de las etapas específicas (Diagramas Específicos); teniendo en cuenta además procesos asociados a todos ellos, como son la limpieza, generación de vapor, etc. En estos esquemas se presentan tanto las entradas (energía, agua, etc) a cada etapa como las salidas (aguas residuales, residuos, etc).

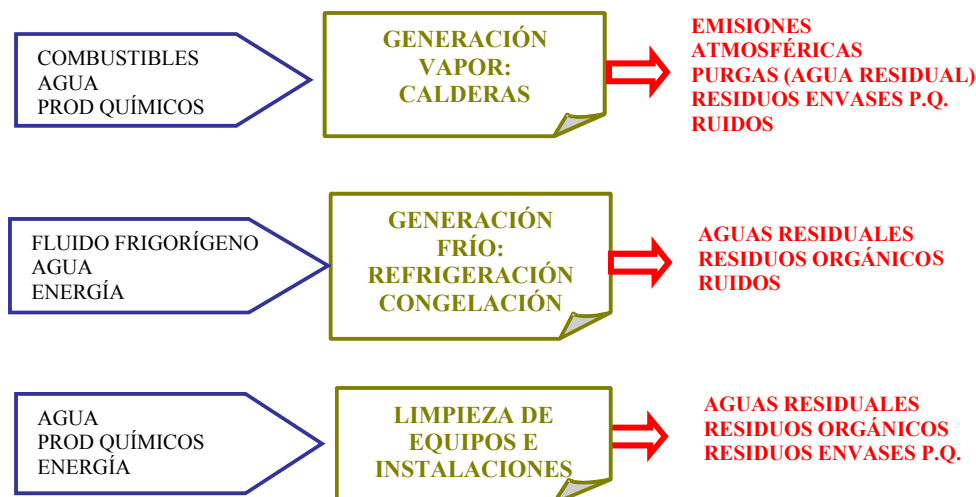
Posteriormente se procede a describir cada una de las etapas **GENÉRICAS** para la obtención de **conservas, congelados, zumos y salsas vegetales** (2.2. procesos y técnicas comunes aplicadas a transformados vegetales), así como las fases específicas para cada uno de los tipos de productos mencionados (2.3: procesos y técnicas específicas aplicadas a conservas vegetales, 2.4: procesos y técnicas específicas aplicadas a congelados vegetales, 2.5: procesos y técnicas específicas aplicadas a zumos vegetales, 2.6: procesos y técnicas específicas aplicadas a salsas vegetales).

## 2.1. DIAGRAMAS DE FLUJO GENÉRICO Y ESPECÍFICOS

A continuación se presenta el **Diagrama Genérico**, en el que se detalla el aspecto ambiental, presentando las entradas de recursos y la generación de emisiones en cada una de las distintas etapas del proceso.

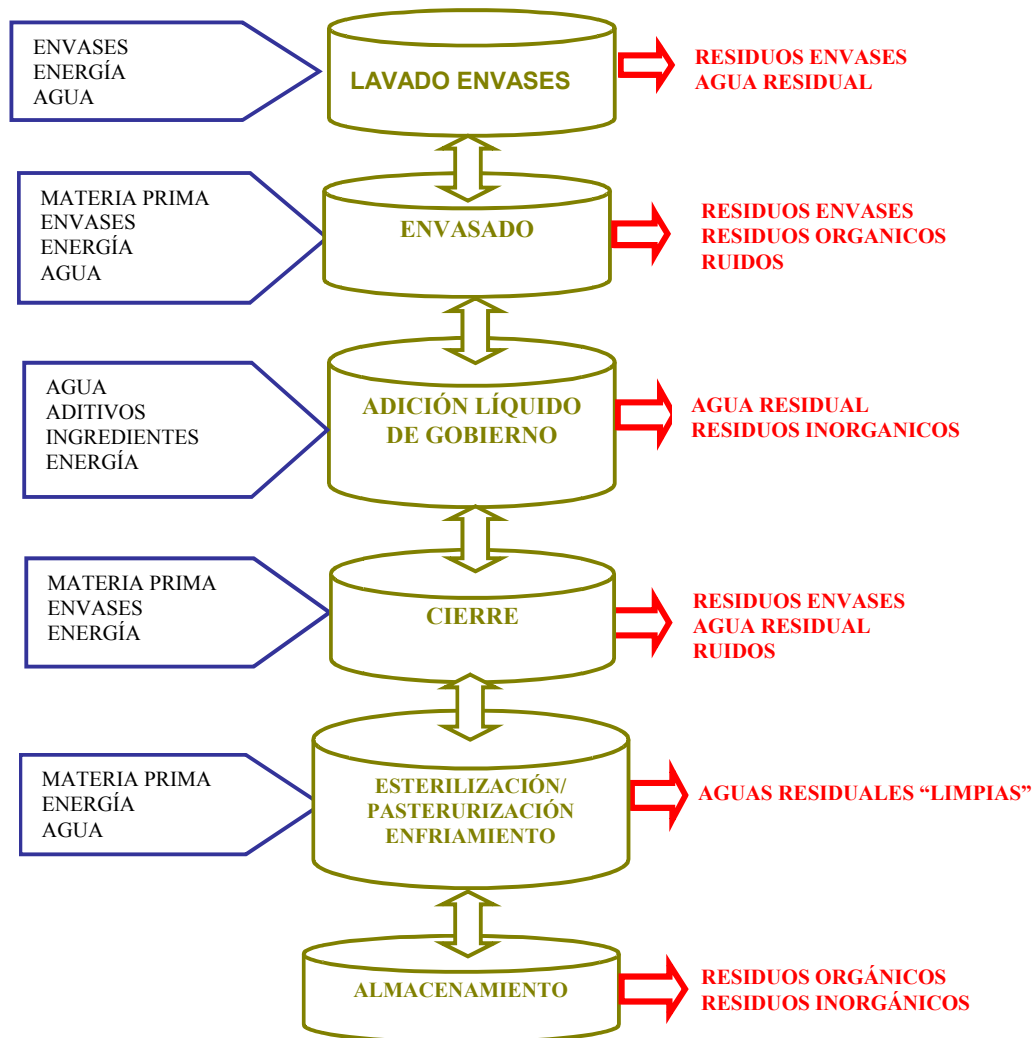


A continuación se presentan en Diagrama de Flujo las operaciones asociadas a todos los diferentes procesos de elaboración de los Transformados Vegetales como son generación del vapor, generación de frío y limpieza de los equipos y de instalaciones. En el Diagrama de Flujo se detalla el aspecto ambiental, presentando las entradas de recursos y la generación de emisiones en cada una de las distintas etapas del proceso.



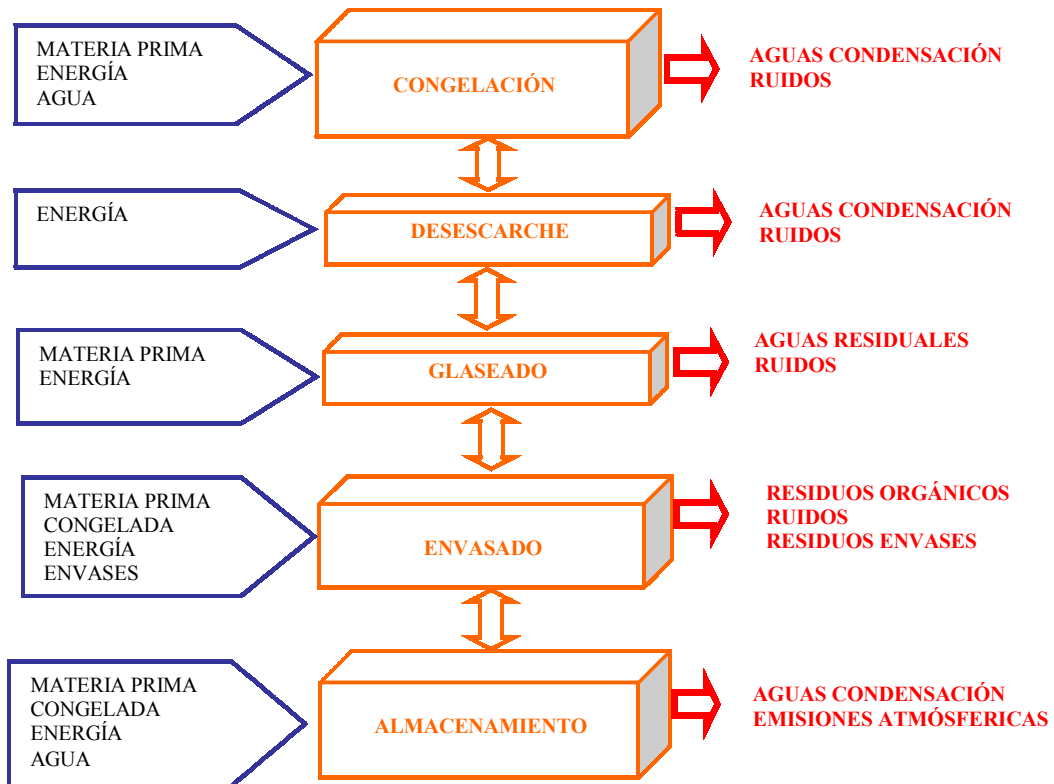
A continuación se presentan los Diagramas Específicos de **CONSERVAS, CONGELADOS, ZUMOS Y SALSAS VEGETALES**, en los que se detallan los aspectos ambientales, presentando las entradas de recursos y la generación de emisiones en cada una de las distintas etapas del proceso.

# CONSERVAS

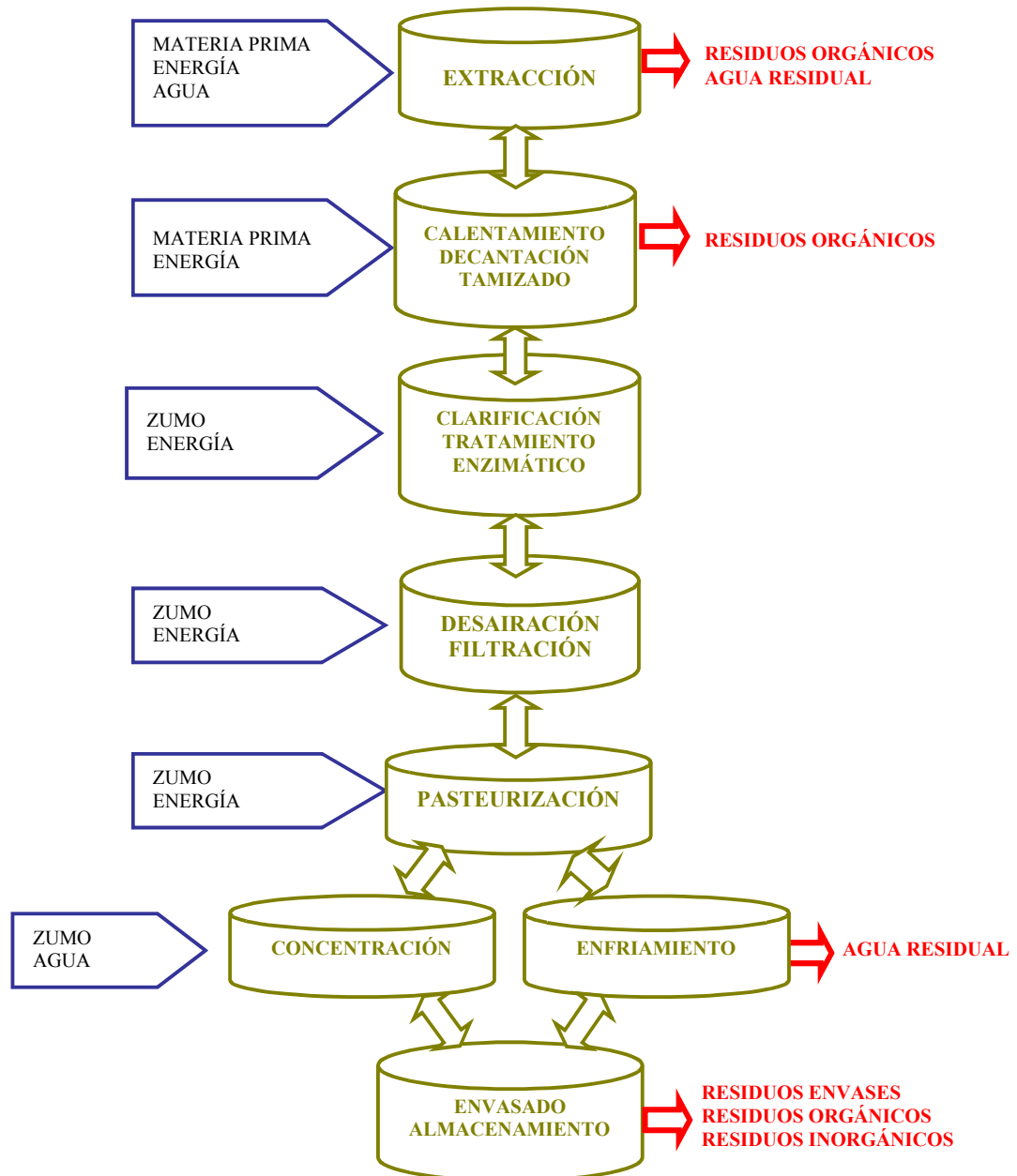




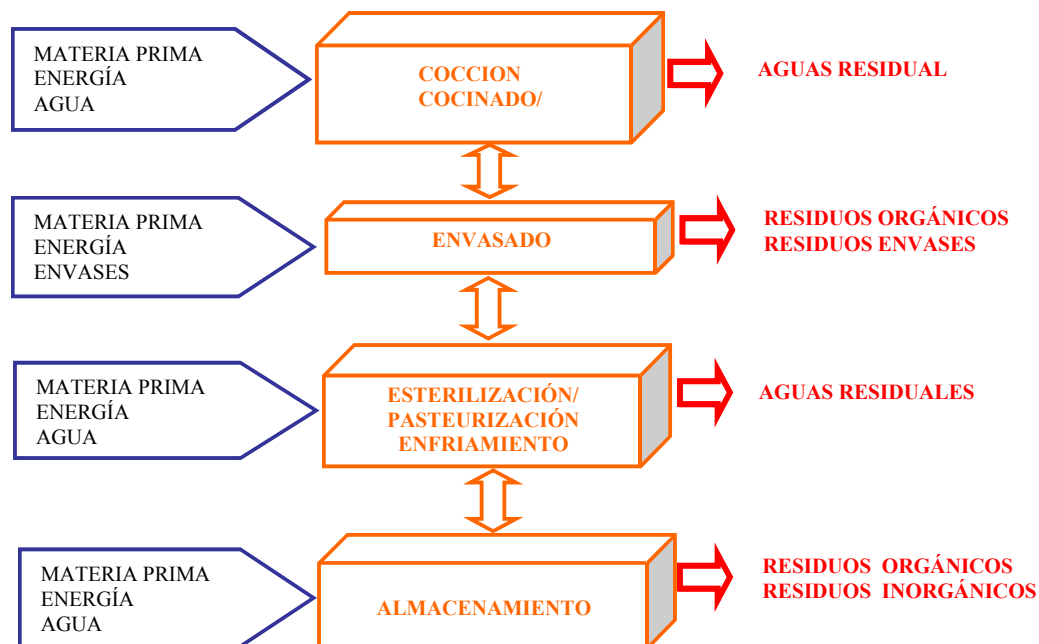
# CONGELADOS



# ZUMOS



# SALSAS



## 2.2. PROCESOS Y TÉCNICAS COMUNES APLICADAS A LOS TRANSFORMADOS VEGETALES

La elaboración de **conservas, congelados, salsas y zumos vegetales** presentan unas fases comunes correspondientes a las operaciones de preparación de las materias primas que se explican en el presente apartado.

En cada una de las etapas se describe su función, diagrama de flujo (que incluye la entrada de recursos: agua, materia prima, energía, etc, así como la salida de emisiones: aguas residuales, ruidos, emisiones atmosféricas...), las técnicas empleadas para la operación, las emisiones generadas detalladas (residuos, aguas residuales, etc.) y las técnicas experimentales aplicables a cada etapa. El orden de los contenidos descritos no es siempre el señalado o incluso puede haber casos en los que no se expongan todos ellos ya que depende del producto que se elabore.

### 2.2.1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima procedente del campo llega a la industria elaboradora donde se recepciona de diferentes formas, dependiendo del tipo de producto (frágil, resistente, etc.) o de si se va a realizar o no almacenamiento de la misma, etc.

### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** Habitualmente la recepción de la materia prima se realiza mediante diversos sistemas:

- **Balsa de inmersión por agua:** el producto se descarga sobre balsas de recepción que contienen agua. Su función es la de amortiguar la descarga protegiendo al producto de golpes, etc. además de realizar una primera limpieza del producto. Este sistema se utiliza con gran variedad de productos: guisantes, habas, legumbre, alubia verde, champiñón, etc. Se generan en esta operación aguas residuales, que si bien, generalmente, no suponen un caudal importante, sí que contienen una carga contaminante elevada (tierras, piedras, restos vegetales).
- **A granel:** el producto llega en los tractores o camiones desde los cuales el producto se deposita en el suelo o en zonas especialmente dedicadas al almacenamiento del producto.
- **En contenedores** que llegan a la industria en tractores o camiones desde los que se descargan y almacenan.
- **Bunker de descarga:** consisten en una cinta transportadora en un habitáculo abierto únicamente por el lugar de descarga. El producto se descarga sobre la cinta desde la cual pasará a la línea de producción. La descarga en estos equipos evitan la producción de ruidos. Se utilizan para productos resistentes como patatas, zanahorias, etc.
- **Silos de almacenamiento** donde el producto se acumula hasta su procesado.

☒ **Aguas residuales.-** En estas operaciones de almacenamiento se producen aguas residuales si el sistema utilizado emplea agua como en el caso de las balsas de recepción por inmersión en agua. Las características del agua residual dependerán del tipo de producto, de su estado (madurez, suciedad adherida, etc.), de la renovación del agua de las balsas, etc.

☒ **Residuos.-** En estas operaciones de almacenamiento se producen residuos orgánicos e inorgánicos procedentes de la recepción: restos vegetales, tierra, piedras, etc.

☒ **Ruidos.-** En estas operaciones de recepción se generan ruidos.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de recepción no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte.

### 2.2.2. ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima procedente del campo llega a la industria donde tiene que esperar para su procesamiento.

El almacenamiento de la materia prima puede realizarse a temperatura ambiente o a temperatura de refrigeración (0–15° C, dependiendo del tipo de producto a conservar). El almacenamiento en refrigeración se lleva a cabo cuando el producto no se va a procesar de forma inmediata; de esta forma se ralentizan los procesos fisiológicos, químicos y bioquímicos minimizando las reacciones de degradación del producto y limitando el crecimiento microbiano. Aunque es poco habitual, en algunos casos, puede utilizarse materia prima congelada en cuyo caso se conservará a Tª de congelación.

#### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** El almacenamiento a temperatura ambiente no requiere ni equipos ni condiciones especiales. Si el producto quiere ser conservado durante varios días o semanas antes de su elaboración sin que sufra pérdidas de calidad o deterioros importantes, se almacena refrigerado. En el **Punto 2.2.9.2. Generación de frío** se explican los diferentes sistemas de generación de frío.

☒ **Aguas residuales.-** Si las cámaras de refrigeración funcionan con condensación por agua se genera un vertido de aguas residuales; este vertido no contiene carga contaminante ya que no entra en contacto con el producto; tendrá las mismas características que las del agua de abastecimiento con la peculiaridad de que aumenta la temperatura (el agua se calienta al condensar al fluido refrigerante). Son reutilizables para otros usos como lavados de la materia prima, limpieza, etc e incluso para el mismo uso con enfriamiento del agua.

☒ **Residuos.-** En estas operaciones de almacenamiento se producen residuos sólidos inorgánicos (embalajes, palots, palets, barquillas, etc) que en la mayoría de los casos se reutilizan para el mismo uso.

☒ **Ruidos.-** En estas operaciones de almacenamiento se generan ruidos provocados por

- ✓ *Equipos de generación de frío:* compresores, condensadores, etc
- ✓ *Vehículos de transporte:* carretillas, etc.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de almacenamiento no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte (carretillas, etc).

### 2.2.3. LIMPIEZA/LAVADO DE LA MATERIA PRIMA

Estas operaciones consisten en “separar” los contaminantes que pueden presentar los vegetales: tierra, piedras, restos vegetales, suciedad adherida, insectos, fertilizantes, plaguicidas, microorganismos, etc.

Pueden realizarse varias veces, de forma que en los primeros pasos de esta fase se elimina la suciedad más grosera (piedras, tierra, etc) y en los posteriores se busca la eliminación de la carga microbiana, plaguicidas, etc. Además de la limpieza previa, se realizan durante el procesado otros lavados complementarios (después del corte, del pelado, durante el transporte del producto, etc).

En la práctica hay que establecer un balance entre costes de limpieza (pérdida de producto, mano obra, gasto energético...) y la necesidad de producir un alimento de buena calidad y seguro: el grado de contaminación de la materia prima se reflejará en el producto final e influirá en las siguientes etapas de conservación. El tratamiento térmico por calor se calcula suponiendo una carga microbiana inicial y en el caso de los productos congelados, no se consigue la “esterilidad” del mismo sino una reducción de la cantidad de microorganismos. Por tanto, es vital cumplir los criterios de limpieza establecidos.

### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** La limpieza puede realizarse mediante dos tipos de métodos:

**a) LIMPIEZA EN SECO.** Tamizado, cepillado, aspiración, abrasión, separación magnética, rodillos giratorios, ventiladores, etc. Tienen la ventaja de ser métodos relativamente baratos y que no consumen agua para su funcionamiento; sin embargo, en nuestro caso únicamente sirven para separar contaminantes de gran tamaño (piedras, restos vegetales, etc) y no la contaminación adherida al producto. Además con estos sistemas el producto puede dañarse.

- ▶ Generalmente consisten en **bombos giratorios** con orificios menores que el diámetro del producto, de forma que se separan los residuos que son capaces de atravesarlos y de paso el producto inadecuado para su procesado (pequeño...). No se eliminan los residuos de igual o mayor tamaño que el producto, así que es necesario un repaso posterior. Los residuos que se generan son sólidos.
- ▶ Cuando la limpieza se realiza por medio de **ventiladores o aeroseparadores**, se eliminan los materiales de escaso peso (hojas, etc) que pesan menos que el producto y que son arrastrados por el aire.

**b) LIMPIEZA EN HÚMEDO.** Inmersión, aspersión, rociado, flotación, duchas, etc. Es muy eficaz para eliminar las partículas y suciedad adherida al producto; como desventaja está el elevado consumo de agua que se convierte en un “efluente” en forma de “aguas residuales”. Las aguas residuales del lavado suponen un volumen importante de vertido (**15 m<sup>3</sup>/t** alimentos enlatados) (Brennan J.G. y otros, 1980), se estima que el **50%** del caudal consumido en el proceso se emplea en esta operación (AINIA, 2000), y además son aguas con alta carga contaminante (sobre todo las procedentes de los primeros lavados ya que arrastran tierra y suciedad) que sería preciso tratar en función del destino de vertido de las mismas. Los métodos más utilizados en el sector son:

► **Inmersión:** es el sistemas más simple y que se utiliza muy habitualmente como paso previo a un lavado más eficaz mediante agua corriente ( duchas, aspersión, etc). Puede mejorarse su eficiencia mediante agitación del agua (agitadores, burbujeo con aire, etc) o del producto (paletas que arrastran el producto a través del tanque, bombos giratorios sobre el tanque, etc) y con empleo de agua caliente.

Con bastante frecuencia se alimentan estos depósitos con agua “limpia” procedente de otras fases del proceso (lavados posteriores, enfriamiento de autoclaves, etc) con algún tipo de tratamiento (cloración para reducir carga microbiana, filtración para eliminar sólidos, etc); de esta forma se consigue reutilizar agua disminuyendo el volumen de las aguas residuales generadas.

► **Aspersión o duchas:** es muy utilizado, se realiza mediante duchas de agua. Su eficacia depende de la presión del agua, temperatura, caudal de agua utilizado, tiempo de exposición, etc, de forma que la mejor combinación pasa por una presión alta con un pequeño volumen de agua (según el producto y su maduración). Una variante de este sistema que se utiliza con frecuencia son los lavadores de tambor giratorios con duchas de agua en su interior y los lavadores de cinta con duchas.

► **Métodos combinados:** generalmente se combinan distintos métodos, incluso dentro del mismo equipo (p.e: balsa de lavado por inmersión con aire con zona de lavado por duchas, etc) de forma que se aúnan las ventajas de todos ellos.

☑ **Aguas residuales.-** En el caso de limpieza en seco no se generan aguas residuales. Cuando la limpieza y/o lavado de los vegetales se realiza con agua, el vertido tendrá distintas características dependiendo de si se realiza uno o varios lavados, de la cantidad y calidad del agua utilizada, del estado del producto, etc. Las aguas residuales generadas en las primeras fases de lavado habitualmente contienen una elevada carga contaminante (tienen tierra, suciedad, etc) mientras que las de la segundas fases son aguas más limpias. Generalmente las aguas procedentes del lavado suponen un % importante con respecto al consumo total de agua.

☑ **Residuos.-** Se generan en esta operación principalmente *residuos sólidos orgánicos*: restos de producto, restos vegetales, etc y *residuos sólidos inorgánicos*: tierra, piedras, etc.

☑ **Ruidos.-** En estas operaciones de limpieza y lavado se generan ruidos provocados por los *equipos*: bombas, ventiladores, etc.

■ **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de limpieza y lavado no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte (carretillas, etc).

**Técnicas experimentales.-** Los últimos avances pasan por el estudio de sistemas como la limpieza electrostática, por radioisótopos, con Rayos X, etc. La limpieza ultrasónica se utiliza para ablandar los contaminantes en algunos productos alimenticios (huevos, etc) y se realiza con agua y detergentes; las ondas ultrasónicas dan lugar a la formación y colapso rápido de burbujas en el fluido.

#### 2.2.4. SELECCIÓN, CALIBRADO Y CLASIFICACIÓN

Habitualmente se realiza una selección de los vegetales para eliminar unidades con deficiente calidad (podridos, rotos, inmaduros, parasitados, etc) o tamaño inadecuado. La calibración o selección puede

realizarse en función del tamaño, peso, forma, etc. La clasificación se realiza en función de los estándares de calidad del producto: color, forma, integridad, defectos, etc (extra, primera, segunda...).

**Diagrama de flujo.-**



**Técnicas empleadas.-** La selección y la clasificación de la materia prima pueden realizarse de forma:

**a) MANUAL.** Por medio de operarios entrenados que retiran los frutos que no son adecuados para su procesamiento (defectos, inmaduros, etc) o los clasifican para su envasado (por color, tamaño, calidad comercial, etc). Cada vez más en el sector se trata de automatizar los procesos; sin embargo este aún tiene una alta carga de personal, sobre todo en determinadas tareas que bien por tratarse de producciones artesanales o bien por la inexistencia de automatismos, siguen haciéndose de forma manual (p.e. la clasificación del pimiento para su envasado por categorías comerciales).

**b) MECÁNICA.** Habitualmente la clasificación que se realiza es por tamaño, de manera que se utilizan los siguientes equipos: rodillos, tamices, bombos con aperturas, seleccionadoras, etc, que por medio de movimientos vibratorios, giratorios, divergentes o de aire van clasificando la materia prima.

- ▶ **Tamices de apertura fija:** pueden ser de tambor (concéntrico, consecutivo, en paralelo).
- ▶ **Tamices de apertura variable:** son las seleccionadoras de rodillos, de cinta, de tornillo, etc, que generalmente se acompañan de vibración para el arrastre del producto.

El transporte en los equipos de clasificación suele hacerse habitualmente por medio de agua para evitar daños mecánicos al producto; por tanto, puede generarse en esta etapa “agua residual”.

**c) FOTOMÉTRICA.** La reflectancia de los alimentos es una propiedad importante para el procesamiento y se emplea para indicar la madurez, presencia de defectos en superficie (color, agujeros, etc). La selección mecanizada del color funciona por medio del barrido fotométrico de la superficie del producto que realiza una fotocélula; ésta genera una señal que se compara con el estándar señalado. Estos equipos se utilizan para eliminar legumbres agujereadas por insectos, frutos con defectos, etc.

La eliminación del fruto se realiza mediante elementos neumáticos (aire comprimido), mecánicos, etc, que empujan al fruto defectuoso y lo separa del resto de unidades.

- ☑ **Aguas residuales.-** Si estas operaciones tienen lugar en presencia de agua, las características del vertido dependerán del tipo de producto transportado, su estado (entero, cortado, laminado, etc), del tiempo de contacto entre el producto y el agua, etc.



- ☑ **Residuos.-** Se generan en esta operación principalmente *residuos sólidos orgánicos* procedentes de los rechazos para fabricación: frutos inmaduros, pequeños, parasitados, semillas, etc.
- ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los *equipos*: bombos, ventiladores, etc.
- **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de selección y clasificación no se producen emisiones atmosféricas.

**Técnicas experimentales.-** La selección mediante transmitancia (rayos X) permite el examen interno no destructivo de los alimentos sólidos.

### 2.2.5. PELADO

La eliminación de la corteza o piel de los vegetales se realiza con la finalidad de hacer el producto organolépticamente más aceptable. Se realiza en algunos productos como el tomate, melocotón, pimiento, espárrago, alcachofa, etc.

**Diagrama de flujo.-**



**Técnicas empleadas.-** Las técnicas de pelado son muy variables dependiendo del producto, puede ser: mecánico, por abrasión, a la llama (asado), químico, térmico y termofísico. Vamos a detallar cada uno de estos tipos:

**a) PELADO MECÁNICO.** Se utiliza para productos resistentes. Puede ser:

► **Pelado con cuchillas:** puede ser **manual** (operarios entrenados como en el caso del pelado manual del espárrago) o **automatizado**. Las peladoras mecánicas constan de alimentadores automáticos y cuchillas rotatorias controladas hidráulicamente. Este pelado se realiza en productos compactos como el espárrago, manzanas, peras, etc.

El rendimiento es menor que en otros tipos de pelado ya que en este se desperdicia más producto, sin embargo, generalmente no se utiliza agua (o en muy escasa cantidad) por tanto la generación de vertido en este tipo de pelado es muy escasa.

► **Pelado por abrasión o fricción:** el pelado por abrasión o fricción se realiza por el roce del producto (patata, remolacha, maíz) con rodillos abrasivos de carborundo o cepillos. Esta superficie abrasiva arranca la piel, por tanto es necesaria la aplicación posterior de agua por duchas para retirar los restos de pieles; se generan aguas residuales que arrastrarán las pieles y sólidos del producto.

En este sistema las pérdidas provocadas por el pelado son mayores que las del pelado al vapor, es un sistema de baja producción ya que cada fruto debe contactar individualmente con la superficie abrasiva. Por otro lado el consumo energético es bajo puesto que se realiza a temperatura ambiente.

Las aguas residuales de lavado, en este caso, están menos cargadas de materia orgánica al haber retirado independientemente los residuos sólidos procedentes del pelado, permitiendo además una gestión más sencilla de estos debido a su bajo índice de humedad.

**b) PELADO QUÍMICO.** Se utiliza para el pelado de diversos productos como el melocotón, albaricoque, pera, patata, zanahoria, etc. El proceso está basado en desintegrar las sustancias pépticas de la laminilla que separa la epidermis del parénquima, por una disolución de álcali a una temperatura elevada (el tiempo de contacto y concentración de la disolución depende de la naturaleza del producto a pelar), originándose la separación entre la epidermis y el parénquima que constituye la pulpa del fruto. La piel se separa por chorros de agua a presión o duchas, en algunos casos ayudada por rozamiento del fruto con las paredes de tambores giratorios.

El agente químico más comúnmente utilizado es una disolución de sosa caliente a concentraciones muy elevadas (en función del tipo de materia prima pueden llegar hasta el 15 – 20 %), aunque también se utilizan ácidos. A veces a esta disolución se le aplican agentes tensoactivos para mejorar el ataque de la sosa y reducir el tiempo del baño. La disolución de sosa se puede recircular y controlar mediante un conductímetro para ir ajustando la disolución al % adecuado. Habitualmente las aguas alcalinas generadas por el pelado químico son neutralizadas (con ácidos) para corregir su pH antes de su vertido.

Este tipo de pelado es muy apropiado para no dañar la superficie del producto (que queda lisa y perfecta); sin embargo, como contrapartida genera un importante caudal de aguas residuales que contienen una elevada carga contaminante (materia orgánica y sólidos en suspensión procedentes de las pieles, pH alcalino, conductividad alta, etc).

Los tipos de peladoras químicas son los siguientes:

- ▶ **Peladora química por inmersión** se emplea para frutos enteros como pimiento, tomate, melocotón, etc.
- ▶ **Peladora química por duchas** se emplea para mitades de frutos como melocotones, albaricoques, etc.

La **eliminación de las pieles** (ablandadas y levantadas por acción del pelado químico) del producto se realiza con abundante agua. Generalmente, el lavado se lleva a cabo en **bombos giratorios o cilindros rotativos con duchas de agua** a presión a través del cual va pasando el producto; el agua arrastra las pieles. Es posible recircular parte de esta agua para el mismo uso, realizando un tamizado de la misma (retirar las pieles..) y aportando agua limpia.

**c) PELADO A LA LLAMA.** En el caso concreto del pimiento, el pelado es la primera operación del procesado, se realiza mediante horno de asado donde el producto alcanza temperaturas superiores a los 500°C, con la finalidad de quemar y ampollar la piel del pimiento para poder retirarla fácilmente. Seguidamente detallamos los tipos de hornos:

- ▶ Los **hornos giratorios cilíndricos** funcionan con un quemador de combustible que puede ser de leña, gasoil, propano, gas natural, etc, que produce una llama que se inyecta por la parte inferior del cilindro por medio de una corriente de aire y que se pone en contacto con los pimientos. La combustión de la piel genera una emisión atmosférica que podrá ser mayor o menor según el combustible utilizado. El combustible menos contaminante es el gas natural y uno de los más contaminantes es la leña (sin embargo, ésta le da al producto un sabor característico indispensable en la elaboración tradicional del pimiento). La retirada de la piel puede realizarse de forma manual (en el caso del pimiento artesano) o por medio de abundante agua (bombo con duchas, tambor giratorio con duchas, etc).
- ▶ El **horno tipo “Emérito”** es un equipo automatizado en el que se unen las operaciones de asado, pelado, desrrabado y eliminación de semillas, dejando el pimiento listo para envasar. Los frutos se colocan de forma manual, pasan por un túnel en el que se inyecta aire caliente (que se recircula) para levantar la piel y después atraviesa un horno que quema la piel del pimiento. Tras eliminar el rabo del pimiento, la piel se retira mediante unas paletas que lo golpean suavemente. No se utiliza agua para pelar el producto, únicamente se emplea para refrigerar las pinzas del equipo (que además es reutilizable por no entrar en contacto con el producto), por tanto, el ahorro de agua con respecto al horno tradicional es importante.

**d) PELADO TÉRMICO.** El producto se somete durante un periodo de tiempo determinado a la acción del vapor a presión, que después se reduce rápidamente, de manera que, la piel se rompe lo que facilita la eliminación de la misma en rodillos giratorios con duchas de agua o sistema similar. Este sistema suele utilizarse para el pelado del tomate y patata.

**e) PELADO TERMOFÍSICO.** Este sistema es muy frecuente para el pelado del tomate ya que es mucho más eficaz que el anterior, también se utiliza para el pelado de otros productos como patata, zanahoria, etc.

El producto se somete a la acción del vapor a presión, que después se reduce rápidamente, de manera que la piel se rompe lo que facilita la eliminación de la misma por medio de abundante agua (en el caso de las termofísicas por choque con agua) o por medio del efecto del vacío (en el caso de las termofísicas por choque con vacío).

- ▶ En la peladora **termofísica por choque con agua**, ésta, tras realizar su función, arrastra una elevada cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión, por tanto se generan en este punto un caudal importante de aguas residuales que además lleva una carga contaminante importante.
- ▶ La peladora **termofísica por vacío** consume únicamente el agua utilizada para la generación del vacío (bomba de vacío y condensador), por tanto es agua LIMPIA que no entra en contacto con el producto y es totalmente reutilizable para otras operaciones.

☑ **Aguas residuales.-** Se generan *aguas residuales procedentes del pelado químico* y de la *eliminación de las pieles mediante lavado en los otros sistemas de pelado*; estas aguas suponen un

caudal importante y contienen una carga contaminante muy elevada (materia orgánica, conductividad, pH alcalino, etc) que dependerá del grado de madurez del producto, tipo de producto, la concentración de agente químico en el caso del pelado químico, etc.

- ☑ **Residuos.-** Se generan en esta operación principalmente *residuos sólidos orgánicos*: pieles, sólidos, restos de producto, etc.
- ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los *equipos*: peladoras, etc.
- ☑ **Emisiones atmosféricas.-** En el caso de los hornos de asado de pimiento cuyas características dependerán del tipo de combustible utilizado (gas natural, gasoil, fuel-oil, leña..).

## 2.2.6. ELIMINACIÓN DE PARTES: CORTE Y TROCEADO

La reducción de tamaño con motivo de presentación comercial, adecuación al tipo de envase, normas de calidad, etc, es muy habitual en la elaboración de vegetales.

**Diagrama de Flujo.-**



**Técnicas empleadas-** Para la eliminación de partes y reducción de tamaño de productos fibrosos se utilizan en general fuerzas de impacto y cizalla, aplicadas generalmente por medio de una arista cortante. La eliminación de partes del producto puede realizarse de forma:

- a) **MANUAL.** Por medio de operarios entrenados que retiran las partes no deseadas para el procesado (puntas, corazones, cubiertas vegetales, etc) o que lo cortan según las especificaciones del mismo.
- b) **AUTOMATIZADA.** La eliminación de partes o el corte del producto se realiza de forma mecanizada. Las técnicas más empleadas son los equipos que constan de cuchillas rotatorias, discos cortantes, etc, que se pueden ajustar dependiendo de la longitud o el grosor del corte que se quiera realizar.
- c) Hay otros equipos más específicos como cubitadoras, despuntadoras, laminadoras, ralladoras, trituradoras, etc. Hay operaciones de reducción de tamaño más especializadas como la conversión de los sólidos a pulpa semi-sólida y blanda (p.e. tomate triturado, purés, etc).
- d) **COMBINADA: MANUAL Y MECÁNICA.** Por medio de operarios entrenados que retiran las partes no deseadas para el procesado y posteriormente se realiza el corte mecanizado del producto.

☑ **Aguas residuales.-** Habitualmente, se utiliza agua después del corte o troceado para transportar el producto, eliminar restos vegetales y además hacer un lavado complementario; estas aguas entran en contacto con el producto desintegrado (troceado, laminado, etc) y disuelven componentes del mismo (sólidos suspensión, materia orgánica, etc).

☑ **Residuos.-** Se generan en esta operación principalmente *residuos sólidos orgánicos*: trozos, restos de producto, etc.

☑ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los *equipos*: cortadoras, bombos, etc.

■ **Emisiones atmosféricas.-** En esta operación de eliminación de partes no se generan emisiones atmosféricas.

### 2.2.7. ESCALDADO Y ENFRIADO

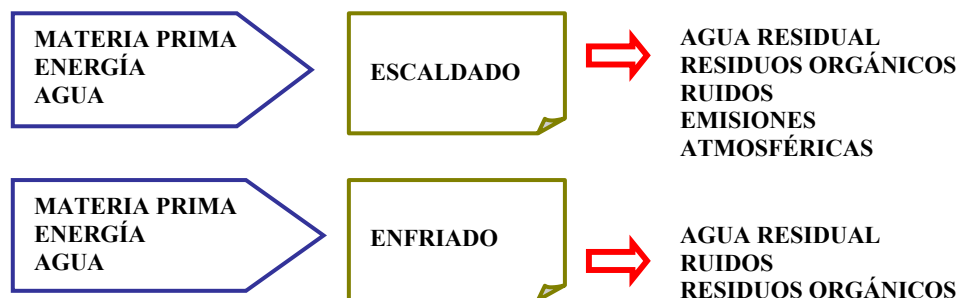
El escaldado es un **proceso térmico de corta duración** importante para la preparación de las materias primas vegetales. Generalmente consiste en mantener el producto durante segundos o minutos a temperaturas próximas a 75-100° C. Es una operación previa de vital importancia en los procesos de conservación. Sus objetivos son:

- ✓ **Eliminar los gases ocluidos** en los tejidos celulares de forma que se evitan corrosiones en los envases al reducirse el oxígeno residual en el interior del envase y se incrementa la densidad del producto para que no flote en el líquido de gobierno. En la congelación es importante esta operación con la finalidad de reducir la oxidación del producto.
- ✓ **Inactivar las enzimas** para evitar la aparición de olores, colores y sabores anormales. Este objetivo es primordial en la congelación ya que de otra forma las enzimas seguirían actuando provocando modificaciones del producto y reduciendo su vida útil.
- ✓ **Reblandecer el producto** de manera que sea más flexible y más fácil de manipular durante el envasado, además se mejora el aprovechamiento de la capacidad del envase.
- ✓ **Reducir la carga microbiana** y mejorar la textura del producto.
- ✓ En algunos casos elimina sabores falsos del producto y fija los colores.

Como contrapartida esta operación provoca pérdida de vitaminas termosensibles y de nutrientes solubles que serán mayores o menores dependiendo del sistema utilizado.

El **enfriamiento** es otra operación muy importante que debe realizarse de forma inmediata tras el escaldado para evitar que la elevada temperatura del producto escaldado favorezca un excesivo escaldado del producto así como la proliferación de microorganismos termófilos.

### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas en escaldado.-** El escaldado se lleva a cabo calentando el alimento rápidamente hasta una temperatura determinada (entre 75-100° C), manteniéndolo durante un tiempo establecido (dependiendo del producto y sus características: grosor, tamaño, etc) y después enfriándolo rápidamente.

El consumo energético de esta operación supone una parte muy importante del total de energía consumida durante el proceso de elaboración de los transformados vegetales debido a la baja eficiencia térmica de los equipos. En las conservas vegetales puede alcanzar el 30-40 % del total de la energía utilizada (Casp, A., Abril J. ,1999).

Las dos técnicas utilizadas son el escaldado en agua caliente y el escaldado por vapor de agua, ambos a una temperatura próxima a los 100° C. A continuación, vamos a describir cada uno de ellos.

**a) ESCALDADO EN AGUA CALIENTE.** Cuando se emplea agua caliente para escaldar el producto existe un intercambio de sustancias entre el producto y el agua, de manera que se disuelven en ésta: proteínas, azúcares, vitaminas, minerales, etc, rebajando el valor nutritivo del producto. Simultáneamente el agua se va cargando de todas estas sustancias generándose un vertido en este punto con una elevada carga contaminante.

En el caso de reutilización de esta agua puede ocurrir que se produzca una selección de bacterias termófilas que resistan en este medio, de forma que, el tratamiento térmico de esterilización aplicado para condiciones normales pueda no ser eficaz.

En cuanto a la eficacia térmica del escaldado por medio de agua caliente, las pérdidas de calor son menores que en el caso del escaldado por vapor, obteniéndose valores máximos del 60% de pérdida de la energía consumida. Mediante diseños y acciones correctoras puede reducirse la pérdida hasta menos del 40% (Casp, A., Abril J. ,1999).

El escaldado con agua puede ser por inmersión en la misma o por vaporización de agua sobre el producto:

**a.1.) El escaldado por inmersión** se realiza pasando el producto a través del agua caliente (75-100° C) por medio de variados equipos:

- ▶ *Tambor perforado* que gira lentamente sobre un depósito con agua caliente y a través del cual va pasando el producto que se va escaldando al entrar en contacto con el agua. El tiempo de escaldado se regula mediante la velocidad del tambor.
- ▶ *Túnel* que contiene el agua a través del cual va pasando el producto (arrastrado por paletas o cintas) a una velocidad determinada.

**a.2.) El escaldado por vaporización o duchas** consiste en que el producto va pasando transportado por una cinta por el escaldador que está compuesto por una serie de duchas de agua caliente. El agua caliente entra en contacto con el producto.

El **consumo de agua** en ambos sistemas (inmersión o duchas) es mayor que en el caso del escaldado por vapor ya que el producto absorbe y arrastra parte del agua del escaldado, de manera que hay que realizar un aporte continuo de agua al equipo. Además, el agua residual generada tiene una importante carga contaminante ya que contiene disueltas muchas sustancias procedentes del producto.

El calentamiento del agua se realiza mediante inyección directa de vapor de agua y su eficacia térmica es muy baja; para evitar esta pérdida de energía existen equipos con calentamiento del agua por medio de cambiador de calor (de forma que todo el vapor empleado se condensa y puede recuperar). Tiene la desventaja este equipo de que es más probable la selección de flora termófila.

**b) ESCALDADO POR VAPOR DE AGUA.** Se utiliza vapor de agua saturado, se arrastra el producto a través de una cámara de vapor sobre una cinta o tornillo helicoidal. Las ventajas de este método son considerables ya que no se consume agua ni se genera agua residual, es más sencilla y eficaz su limpieza y provoca menos pérdidas de nutrientes en el producto.

En cuanto a la eficiencia energética un escaldador de vapor convencional puede perder hasta el 95 % del vapor consumido; aplicando medidas correctoras para evitar escapes de vapor puede reducirse hasta el 70 % (Casp, A., Abril J. ,1999).

A continuación se detallan los principales tipos de escaldadores de vapor:

- ▶ Los escaldadores de vapor menos sofisticados consisten en un túnel a través del cual discurre el producto por medio de cinta o paletas transportadoras (que se regulan para ajustar el tiempo de escaldado), el vapor de agua saturado se inyecta en el interior del túnel por medio de boquillas. Las pérdidas energéticas de este equipo son elevadas (sobre todo a la entrada y salida del mismo).
- ▶ Los **escaldadores por vapor con cortinas de agua** evitan la pérdida de energía en los extremos del equipo, estas cortinas actúan como cierre mejorando la eficacia energética; sin embargo, esto supone un consumo adicional de agua.
- ▶ El **escaldador por vapor con cierres hidráulicos** que impiden el escape del vapor, es un equipo más eficiente, al que incluso se pueden añadir secciones de precalentamiento y preenfriamiento.

- Para el escaldado de productos de pequeño tamaño como los guisantes, puede emplearse el **escaldado en lecho fluidizado** que requiere además del vapor suministrado, energía para los ventiladores que realizan la fluidificación. De esta forma se produce un calentamiento muy rápido del producto.

**Técnicas empleadas en enfriado.-** Tras el escaldado debe reducirse la temperatura de trabajo para evitar efectos indeseables sobre el producto.

**a) ENFRIAMIENTO POR AGUA.-** Es el sistema principalmente utilizado para el enfriamiento de los productos vegetales tras su escaldado. Cuando una corriente de agua fría circula de forma rápida y uniforme sobre una superficie caliente, la temperatura de la superficie se iguala con la del agua de forma casi instantánea; es el sistema más rápido para la mayoría de los productos.

El enfriado puede producirse en un equipo independiente situado tras el escaldador o puede estar integrado en el escaldador (situado al final de éste). Los procedimientos para poner en contacto el agua con el producto son:

- **Inmersión:** este sistema consiste en una balsa o tanque en el cual se mantiene un nivel de agua. El agua se va renovando de forma continua con el fin de mantener la temperatura de la misma. El producto va pasando a través de la balsa por medio de paletas o cintas transportadoras. En este sistema el caudal consumido es mayor y la transferencia de calor peor que en el caso del enfriamiento por aspersión.
- **Aspersión o lluvia:** este sistema consiste en pulverizar el agua sobre el producto caliente por medio de un sistema de bombeo adecuado. Se consigue una mayor velocidad de enfriamiento, además de un menor consumo de agua; sin embargo, presenta un mayor mantenimiento (boquillas).
- **Inmersión con aspersión:** la combinación de los dos sistemas es muy utilizada. El producto se sumerge en agua y posteriormente pasa por un sistema de duchas.
- **Enfriamiento con recirculación mediante:**
  - Recuperación del agua en los *enfriadores por inmersión*.
  - Los *escaldadores integrales* constan de una sección final de enfriamiento por duchas, el agua pulverizada va calentándose a contracorriente a media que se enfría el producto y se utiliza en la sección de precalentamiento; de esta forma el consumo de vapor y de agua se reduce con respecto a otros sistemas.

El consumo de agua durante el enfriamiento es muy importante, por ello, a priori, es posible reutilizar el agua del enfriamiento (que presenta poca carga contaminante) para otros usos (lavado de la materia prima, etc).

**b) ENFRIAMIENTO POR AIRE.-** En este caso la transferencia del calor se realiza desde la superficie del producto hasta una corriente de aire forzado enfriado o no. Su utilización es anecdótica en el caso de los transformados vegetales. Pueden utilizarse cámaras de refrigeración



(Ver **Punto 2.2.1. Almacenamiento**), cámaras de enfriamiento por presión con aire o túneles de enfriamiento.

En el caso de los escaldadores de agua con recuperación de calor, con el fin de mejorar el consumo de agua de este equipo se puede realizar el enfriamiento en la sección final mediante aire (se reduce el consumo de agua en un 75% y de los vertidos en más del 50 %) (Casp, A., Abril J.,1999).

☒ **Aguas residuales-** Se generan aguas residuales en:

✓ **Escaldado con agua:** se generan aguas residuales con una importante carga contaminante ya que el producto está en contacto con agua caliente durante un tiempo que permite la disolución de ciertas sustancias solubles que pasan del producto al agua de escaldado. La caracterización del agua del escaldado dependerá del tipo de producto, características del mismo (madurez, etc), del tiempo de contacto, etc.

✓ **Escaldado por vapor:** únicamente se generan condensados del vapor de agua que pueden recuperarse.

✓ **Enfriado por agua:** la presencia de aguas residuales es importante más por su volumen que por la carga contaminante que contienen, que dependerá del tipo de producto enfriado, del caudal de agua utilizado y del sistema de que se disponga.

☒ **Residuos.-** En estas operaciones de escaldado se producen *residuos orgánicos*: restos vegetales, pieles, sólidos en suspensión, etc.

☒ **Ruidos.-** En esta operación se generan ruidos provocados por los *equipos*: escaldadores, bombos.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** En esta operación de escaldado se producen emisiones atmosféricas procedentes del escaldado: vapor de agua, etc.

**Técnicas experimentales.-** A continuación veremos algunas de ellas:

- El **escaldado con microondas** ofrece ciertas ventajas como la pequeña pérdida de nutrientes, ausencia de consumo de agua y limpieza microbiológica; sin embargo, es costoso.
- El **escaldado individual rápido (IQB)** consiste en escaldado a vapor en tres etapas por el que pasa una lámina fina del producto que después se mantiene en un lecho profundo.
- El **enfriamiento por vacío** consiste en reducir la presión mediante vacío del recinto estanco en el que se encuentra el producto para que su agua de constitución se vaporice, consiguiéndose así la reducción de la temperatura. Este sistema exige una gran inversión.

## 2.2.8. FRITURA

La fritura es un **proceso térmico** que se realiza en aceite o grasas calientes, la temperatura de ebullición es muy elevada, aproximadamente 180° C. Mediante este proceso se consigue una mejora en la palatabilidad, textura y sabor del producto, además se elimina agua del vegetal. Como

contrapartida esta operación provoca pérdida de vitaminas termosensibles y de nutrientes liposolubles. Se realiza esta operación sobre todo en la elaboración de vegetales congelados: cebolla, pimiento, etc en la elaboración de salsas: tomate frito, salsas más preparadas, etc y en la de conservas que incorporan ingredientes cárnicos, etc.

#### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas-** La fritura de los productos vegetales se realiza en freidoras que pueden ser:

- **DISCONTINUAS:** funciona por cargas, el producto se introduce en la freidora y se mantiene en la misma durante el tiempo necesario para la correcta fritura del mismo.
- **CONTINUAS:** el producto entra de forma continua a la freidora y es transportado mediante cintas a través de la misma, el tiempo de fritura se regula mediante la velocidad del medio de transporte del producto.
- **DE FUEGO DIRECTO:** el quemador (que puede funcionar con diferentes combustibles) se aplica de forma directa sobre el aceite.
- **DE FUEGO INDIRECTO:** el quemador (que puede funcionar con diferentes combustibles) se aplica sobre una camisa que contiene aceite vegetal o similar; este fluido es el que transmite el calor al aceite de fritura.

☑ **Aguas residuales.-** Se generan aguas residuales durante el proceso de limpieza de la freidora; estos vertidos tendrán aceites y grasas, además de productos químicos utilizados (Hidróxido sódico, etc) por tanto su carga contaminante será alta.

☑ **Residuos.-** En estas operaciones de fritura se producen *residuos orgánicos*: restos vegetales, producto quemado, etc, además del *aceite vegetal o grasas desechadas* del proceso de fritura.

☑ **Ruidos.-** En esta operación se generan ruidos provocados por los *equipos*: freidoras, etc.

☑ **Emisiones atmosféricas.-** En esta operación de fritura se producen emisiones atmosféricas cuya calidad dependerá del combustible utilizado (gas natural, gasoil, fuel-oil, etc).

## 2.2.9. PROCESOS ASOCIADOS A LA TRANSFORMACIÓN DE VEGETALES

### 2.2.9.1.- Generación de vapor

En la industria alimentaria se realiza diversas operaciones en las cuales es necesario disponer de una fuente de calor (agua caliente o vapor de agua...). Las principales operaciones que necesitan dicha fuente de calor son el escaldado y el tratamiento térmico principalmente. La producción de calor se realiza por medio de calderas de vapor.

#### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** Para poder satisfacer las exigencias de calor de todas las operaciones que lo requieren, es necesario disponer de una caldera de vapor que sea acorde con las necesidades de cada industria.

A continuación se describe el funcionamiento de una caldera de producción de vapor a partir de agua generalmente descalcificada (se genera un consumo de agua para la producción de vapor que posteriormente se utilizará para el proceso de elaboración de las materias vegetales) empleando combustible (fuel-oil, gasoil, gas...) como fuente de energía.

La combustión se realiza en el hogar transmitiendo el calor de éste al agua por radiación.

La llama termina en el segundo hogar o de postcombustión, donde los gases giran para entrar en el segundo paso, circulando hasta la parte delantera, y de ésta a la posterior a través del tercer paso. En estos dos últimos recorridos, el calor se transmite mayoritariamente por convección a lo largo de toda la superficie tubular. Por el lado externo del hogar y tubos, el agua se mueve por circulación natural, absorbiendo el calor de las superficies de calefacción.

El vapor formado en el interior del generador se separa del agua en su superficie de nivel. La amplia cámara de vapor y un separador de gotas situado a la salida del agua contribuyen a obtener el vapor completamente seco y saturado.

El agua vaporizada se restituye automáticamente mediante una bomba de alimentación. El control de combustión y presión se lleva a cabo mediante una serie de automatismos.

Toda caldera debe estar provista de tiro. El tiro es la diferencia entre la presión de la caldera y la presión atmosférica. Dicho tiro es necesario para el correcto funcionamiento del hogar de una caldera, con el fin de poderle suministrar el aire necesario para la combustión del combustible y arrastrar los **gases quemados** hacia el exterior a través de la chimenea.

El tiro puede ser:

- **Natural:** se produce por el efecto generado por una chimenea. Su valor depende de la altura de la boca de la chimenea sobre el nivel del emparrillado del hogar.
- **Mecánico:** es el tiro creado por la acción de inyectores de aire, vapor o mediante ventiladores, el cual se requiere cuando debe mantenerse un determinado tiro con independencia de las condiciones atmosféricas y del régimen de funcionamiento de la caldera.

Las calderas empleadas en la generación de vapor se pueden clasificar según:

1.- El fluido que atraviesa los tubos:

- **Calderas de tubos de humo o pirotubulares.** Son aquellas en que los gases y humos provenientes de la combustión pasan por tubos que se encuentran sumergidos en el agua.
- **Calderas acuatubulares.** Son aquellas en que los gases y humos provenientes de la combustión rodean los tubos por cuyo interior circula agua.

2.- La recuperación de los condensados:

- **Sin recuperación.** Los condensados generados en las operaciones en las que se utiliza vapor de agua no se recuperan.
- **Con recuperación.** Los condensados generados en las operaciones en las que se utiliza vapor de agua se recirculan hacia el depósito de alimentación del agua de la caldera, de esta forma se consigue un aumento de la temperatura de la misma reduciendo la cantidad de combustible utilizado para el calentamiento del agua.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** La operación de generación de vapor es una de las más importantes en cuanto a emisiones atmosféricas, la calidad de estas emisiones dependerá principalmente del tipo de combustible utilizado por la caldera (fueloil, gasoil, propano o gas natural..), así como del adecuado mantenimiento del quemador y del equipo.

☒ **Aguas residuales.-** Se generan durante las “purgas” de las calderas.

☒ **Ruidos.-** En esta operación se generan ruidos provocados por la caldera principalmente.

☒ **Residuos.-** En esta operación se generan residuos inorgánicos correspondientes a los envases de los productos químicos se utilizan para el tratamiento del agua de las calderas.

#### 2.2.9.2. Generación de frío: Refrigeración y Congelación

La refrigeración y congelación se consideran como unas de las mejores técnicas de conservación. Tanto para conservar por refrigeración como para conservar por congelación, es necesario producir frío por medio de diversas tecnologías y equipos, el frío generado posteriormente podrá ser utilizado mediante diferentes técnicas sobre el producto a refrigerar o congelar (punto 2.4.1: CONGELACIÓN).

### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** La generación de frío (para refrigerar o congelar los alimentos) se basa en la utilización de fluidos refrigerantes; son sustancias con la peculiaridad de evaporarse en condiciones de presión y temperatura relativamente bajas, absorbiendo calor y consiguiendo así la reducción de la temperatura del medio.

Los fluidos refrigerantes utilizados históricamente han sido éter, amoníaco, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y cloruro de metilo. De todos estos actualmente se sigue utilizando el amoníaco (R-717) que tiene muchas ventajas: no daña el medio ambiente, muy eficaz para plantas industriales de gran potencia (congeladoras,...), barato y fácilmente disponible. Como contrapartida es tóxico, inflamable y necesita de personal de mantenimiento especializado. El resto han dejado de utilizarse principalmente por motivos de toxicidad y peligrosidad en su uso.

Posteriormente surgieron los CFCs y HCFCs (compuestos clorofluorocarbonados y hidroclofluorocarbonados) que tuvieron una gran demanda y utilización; sin embargo, su impacto ambiental (destrucción capa de ozono, efecto invernadero,...) estudiado en los últimos años obliga a la búsqueda de nuevas soluciones ya que algunos de ellos ya están prohibidos (R-12, R-11...) y la tendencia es a eliminarlos (año 2015).

Algunos de los HCFs (hidrofluorocarbonados) también tienen acción sobre el efecto invernadero. Los líquidos refrigerantes pueden emplearse en dos tipos fundamentales de instalaciones:

- a) SISTEMAS DE FRÍO CRIOGÉNICOS:** únicamente se utilizan en el **2 %** de los casos. Los frigorígenos se vaporizan enfriando el producto y no son recuperados (como en el caso de los sistemas por compresión). Se realiza con nitrógeno, CO<sub>2</sub> líquido y CO<sub>2</sub> sólido (hielo seco o nieve carbónica). La capacidad de transferencia térmica es muy elevada (casi instantánea), sin embargo el coste derivado del uso de los frigorígenos es alto.
- b) SISTEMAS DE FRÍO MECÁNICOS POR COMPRESIÓN:** su utilización supera el **98 %** de las aplicaciones. Con respecto a los sistemas criogénicos la economía de explotación es mucho más rentable.

Los sistemas frigoríficos de compresión utilizan fluidos refrigerantes y están compuestos fundamentalmente por un compresor, un condensador, un evaporador, una válvula de expansión y un depósito del fluido refrigerante, seguidamente describiremos los principales:

- 1. Compresor.-** Su función es elevar la presión del refrigerante en estado de vapor: aspira el vapor que entra del evaporador y lo envía al condensador. Los mas comúnmente utilizados son los de

pistón, centrífugos y de tornillo. Se sitúan fuera de la cámara de refrigeración. Cuando se requiere alcanzar temperaturas muy bajas (congelación) se tiene que recurrir a ciclos de compresión múltiples para obtener eficacias mayores.

**2. Condensador.-** Se sitúan fuera de la cámara de refrigeración. Su misión es pasar el refrigerante de vapor a líquido, puede realizarse por medio de agua, aire o de ambos:

- *Condensador por aire:* Para pequeñas instalaciones es posible utilizar el aire como medio de enfriamiento; los caudales de aire que hay que mover para producir una condensación son importantes, por esto no son muy utilizados en grandes instalaciones. Sin embargo, y debido a las restricciones en el consumo de agua y al precio de ésta, han proliferado este tipo de aparatos.
- *Condensador tubular:* utiliza agua para la condensación del refrigerante, por tanto, se produce en este punto un consumo muy importante de agua, que si no se reutiliza mediante enfriamiento en torre de refrigeración o grupo de frío, genera el vertido de agua a temperatura más elevada que la de captación (el agua toma el calor que cede el gas refrigerante para pasar a estado líquido).
- *Condensador evaporativo:* este equipo utiliza agua (mediante serpentines de rociado) y aire (mediante ventiladores a contracorriente) para enfriar el refrigerante, lo que supone un descenso importante del caudal de agua consumida (ahorro entre 90 y 95 % con respecto a los tubulares) y un ahorro eléctrico en el compresor respecto a los condensadores de aire (menos del 65 % de consumo) (Nacenta, JM<sup>a</sup>).

**3. Evaporador.-** Es el elemento que regulará la temperatura de conservación de los productos mediante un cambio de estado del líquido refrigerante que circula en su interior, a una presión y temperaturas dadas. El efecto refrigerante se produce al evaporarse el fluido.

El evaporador puede estar situado fuera de la cámara de refrigeración (sistema indirecto) o dentro de la misma (sistema directo); a continuación se detalla cada uno de ellos:

- *Indirecto*, si el evaporador enfría un líquido (“salmuera”) que a su vez alimenta un intercambiador de calor que enfría el aire de la cámara. Este sistema es más costoso, más complejo y mucho menos utilizado.
- *Directo*, si el evaporador se encuentra situado dentro de la propia cámara y es el que enfría el aire que está en contacto con el producto.

Los evaporadores pueden ser:

- *Evaporador de convección natural:* en este caso la velocidad de movimiento del aire es baja y su efecto deshidratante es mínimo. Se utilizan en pequeños congeladores o en almacenes de refrigeración.
- Normalmente se utilizan *evaporadores de convección forzada:* estos equipos mueven el aire de la cámara mediante ventiladores, de esa forma se mejora la distribución del frío; sin embargo provocan una mayor deshidratación del producto.

En algunos casos, para mantener una humedad relativa elevada (85 – 95 %) e impedir la pérdida de agua del producto en la cámara (que provoca disminución de peso y empeora la textura del producto), se incorporan en la misma duchas o aspersión con agua.

- **Aguas residuales.-** Si las cámaras de refrigeración funcionan con condensación por agua se genera un vertido importante en cuanto a caudal de aguas residuales; este vertido no contiene carga contaminante ya que no entra en contacto con el producto, tendrá las mismas características que las del agua de abastecimiento con la peculiaridad de que su temperatura será superior (el agua se calienta al condensar al fluido refrigerante). Son reutilizables para otros usos como lavados de la materia prima, limpieza, etc, e incluso para el mismo uso con enfriamiento del agua.
- **Ruidos.-** En estas operaciones de almacenamiento se generan ruidos provocados por *equipos de generación de frío*: compresores, condensadores, etc.
- **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de generación de frío no se producen emisiones atmosféricas.
- **Residuos.-** En estas operaciones de almacenamiento no se producen residuos sólidos.

### 2.2.9.3.- Operaciones de limpieza

Las tareas de limpieza y desinfección tienen un papel central en los procesos de la industria alimentaria, puesto que están íntimamente relacionados con la salud humana y con el cumplimiento de la normativa.

#### Diagrama de Flujo.-



La limpieza en la industria de transformados vegetales implica la suma de dos acciones:

<b>Limpieza = deterción + desinfección</b>
--

- **Deterción (lavado):** acción limpiadora ejercida por un detergente constituido por uno o varios componentes de acción tenso activa. Microbiológicamente hablando, es una desinfección parcial por arrastre de los microorganismos y eliminación de capas de suciedad y materia orgánica.
- **Desinfección:** destrucción de las formas vegetativas de los microorganismos patógenos pero no necesariamente de las formas resistentes o esporas.
- **Esterilización:** eliminación total de los microorganismos patógenos y no patógenos, incluyendo las especies formadoras de esporas.
- **Higienización (sanitización):** reducción de la población microbiana a niveles que se juzgan no perjudiciales para la salud.

El **agua** empleada en el proceso ha de ser potable, no presentar un grado elevado de dureza para no reducir la eficacia de los detergentes y no favorecer la formación de incrustaciones.

**Agentes químicos y características.-** Los principales agentes químicos utilizados en la industria de alimentos se pueden agrupar en dos categorías generales:

**A) Agentes químicos de limpieza.** Se utilizan para el lavado de superficies, suelos y paredes, facilitando el trabajo de limpieza.

Todos los productos de limpieza consisten fundamentalmente en una combinación de álcalis, ácidos, secuestrantes y/o humectantes, entre los que están los detergentes, aunque también pueden estar formados por un solo componente.

Clasificación y función de los agentes químicos de limpieza:

Clase de compuesto	Mejor función
<b>Álcalis</b>	Desplazamiento de la suciedad por emulsificación, saponificación y peptinización.
<b>Complejos de fosfatos</b>	Desplazamiento de la suciedad por emulsificación y peptinización; dispersión de la suciedad; ablandamiento del agua y prevención de deposiciones.
<b>Humectantes</b>	Dispersión de la suciedad; previenen las redeposiciones; actúan sobre la tensión superficial del agua.
<b>Compuestos quelanteas</b>	Ablandadores del agua; controlan los depósitos minerales; desplazan los sólidos por peptinización. Previenen la redeposición.
<b>Ácidos</b>	Controlan la deposición de minerales.

**B) Desinfectantes.** Tienen como objetivo principal eliminar los microorganismos remanentes que quedan después de la limpieza: algunos desinfectantes tienen poder detergente.

La desinfección es la eliminación o destrucción de los microorganismos. Para que el poder desinfectante se desarrolle plenamente es necesario que las superficies a tratar estén completamente limpias. Entre los desinfectantes que se pueden encontrar en el comercio los más interesantes para la industria de alimentos son:

a) Compuestos clorados. Concentraciones de **cloro libre** empleadas en desinfección:

Aplicación	Concentración de cloro (ppm)	Observaciones
<b>Lavado de botes</b>	3-5	Enjuagado posterior
<b>Lavado de frutos</b>	5-10	Enjuagado posterior
<b>Enfriado de envases</b>	3-5	Agua exenta de materia orgánica
<b>Desinfección de equipos</b>	50	Limpieza previa y enjuagado posterior a la aplicación del cloro
<b>Desinfección de paredes, suelos, etc.</b>	100	Eliminación previa de la suciedad.
<b>Utensilios en general</b>	10-20	Enjuagado posterior
<b>Desinfección de tuberías y conducciones</b>	50	Enjuagado posterior



b) Compuestos de amonio cuaternario. Concentraciones de los compuestos de **amonio cuaternario** empleados en desinfección:

Aplicación	Concentración (ppm)	Observaciones
Lavado de botes	100	
Lavado de frutos	100-200	
Desinfección de equipos	5000	Puede permanecer hasta 12 horas en contacto
Desinfección de paredes, suelos, etc.	5000	
Utensilios en general	2.500	Puede permanecer hasta 12 horas en contacto
Desinfección de tuberías y conducciones	500	Recircular durante 20-30 minutos y dejar la solución toda la noche

c) Yodóforos. Concentraciones de los compuestos de **yodo** empleados en desinfección:

Aplicación	Concentración yodo libre (ppm)	Observaciones
Lavado de botes	20-30	Lavar y enjuagar
Desinfección de equipos	250	Pulverizar o cepillar y enjuagar
Desinfección de paredes, suelos, etc.	350	Cepillar, lavar y enjuagar
Utensilios en general	150	Lavar y enjuagar
Desinfección de tuberías y conducciones	170	Recircular y enjuagar

d) Derivados de aminoácidos.

### Técnicas empleadas.-

#### a) Manuales:

- ⇒ Mangueras de agua.
- ⇒ Cepillos y escobas.
- ⇒ Esponjas, rasquetas y estropajos metálicos.

#### b) Mecánicos. Equipos de alta presión:

- ⇒ Móviles.
- ⇒ Fijos: Clean-In-Place (CIP) = limpieza in situ. El sistema CIP puede resultar caro de instalar pero ese mayor costo se ve compensado por las siguientes ventajas:
  - ✓ Reducción del tiempo de parada por razones limpieza.
  - ✓ Disminución del riesgo de daño al desmontar un equipo.
  - ✓ Ahorro de mano de obra.
  - ✓ Eficacia de la operación de higienización.

En algunas operaciones y tecnologías concretas para la elaboración de zumos (por ejemplo pasteurización) es posible realizar la limpieza de los equipos de forma manual o mediante sistemas CIP.

En instalaciones grandes es posible encontrar dos tipos de sistemas CIP: centralizados y descentralizados.

- **Sistemas centralizados:** los sistemas centralizados tienen una única estación CIP y las soluciones de detergentes y agua se suministran a través de una red de tuberías hasta los equipos afectados. Una vez realizada la limpieza las soluciones retornan a la estación central, donde pueden ser recuperadas reajustando su concentración para limpiezas posteriores.

- **Sistemas descentralizados** el sistema CIP descentralizado tiene una serie de unidades CIP de menor tamaño, situadas en las proximidades de los distintos equipos de proceso. Este tipo de estaciones operan con un volumen mínimo de soluciones de limpieza, lo que reduce el consumo de agua, energía y carga contaminante de las aguas residuales.

**Buenas prácticas.-** Para la limpieza de instalaciones existe una serie de buenas prácticas de carácter ambiental que permiten reducir los consumos de agua, energía y productos de limpieza, así como los volúmenes y carga contaminante de los vertidos correspondientes.

Entre las recomendaciones destacamos:

- ☐ Realizar limpiezas en seco siempre que sea posible.
- ☐ Evitar la entrada de sólidos en el sistema de evacuación de aguas residuales.
- ☐ Poner por escrito las operaciones o procedimientos de limpieza.
- ☐ Uso de sistemas de cierre automático en mangueras de limpieza.
- ☐ Uso de sistemas que permitan el uso combinado de agua y vapor.
- ☐ Uso de detergentes tipo espuma combinados con enjuagues de agua a baja presión.
- ☐ Uso de productos de limpieza menos peligrosos.
- ☐ Reutilización del agua de lavados posteriores, menos contaminados, para realizar el lavado inicial, siempre y cuando esta reutilización no conduzca a recontaminaciones microbiológicas de los equipos, habrá que evaluar la viabilidad de la reutilización y la necesidad de instalar sistemas de filtrado y de desinfección del agua.
- ☐ Sistemas que permitan ajustar la dosificación de desinfectantes (en aquellas operaciones en las que se utilicen) hasta alcanzar la concentración óptima previamente determinada. Con estos sistemas de control aseguraremos un gasto mínimo en desinfectantes y la menor carga contaminante del vertido correspondiente.

☒ **Aguas residuales.-** En esta operación los vertidos de aguas residuales generalmente son de elevado caudal y con carga orgánica elevada procedente de la materia procesada. En algunos casos, se pueden producir vertidos con elevada conductividad o pH extremos debido a los agentes químicos.

☒ **Residuos.-** En esta operación se generan *residuos sólidos orgánicos*: trozos, restos de producto, etc y *residuos inorgánicos* correspondientes a los envases de los productos químicos se utilizan para la limpieza de las instalaciones y la maquinaria.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** En esta operación de limpieza no se generan emisiones atmosféricas.

☒ **Ruidos.-** En esta operación de limpieza de instalaciones y maquinaria no se generan ruidos

## 2.3. PROCESOS Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS APLICADAS A CONSERVAS VEGETALES

En el presente apartado se procede a describir las operaciones o etapas específicas en la elaboración de las conservas vegetales.

En cada una de las etapas se describe su función, diagrama de flujo (que incluye la entrada de recursos: agua, materia prima, energía, etc así como las emisiones: aguas residuales, ruidos, emisiones atmosféricas...), las técnicas empleadas para la operación, los efluentes generados detallados (residuos, aguas residuales, etc) y las técnicas experimentales aplicables a cada etapa.

### 2.3.1. PASTEURIZACIÓN/ESTERILIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO

En el caso de las conservas vegetales, tanto la pasteurización como la esterilización, se realizan después del envasado del producto y cerrado del envase.

Según la acidez del producto, es preciso aplicar un proceso de pasteurización ( $\text{pH} < 4,6$ ) o un proceso de esterilización ( $\text{pH} \geq 4,6$ ).

El proceso de **pasteurización** es un tratamiento térmico relativamente suave, a temperaturas generalmente inferiores a  $100^{\circ}\text{C}$  y a presión atmosférica, con la finalidad de destruir los microorganismos termosensibles (bacterias no esporuladas, mohos y levaduras).

Este tipo de tratamiento térmico se aplica a productos ácidos o acidificados ( $\text{pH} < 4,6$ ), de esta forma se respetan las cualidades organolépticas del producto (textura, color, etc). La acidez del producto hace inviable el desarrollo de microorganismos esporulados (*Clostridium*, etc) y posibilita la aplicación de un tratamiento térmico a temperatura menor de  $100^{\circ}\text{C}$ .

El proceso de **esterilización** es un tratamiento térmico a temperaturas superiores a los  $100^{\circ}\text{C}$  y bajo presión para destruir microorganismos termoresistentes (como bacterias esporuladas y patógenas); se aplica a productos no ácidos ( $\text{pH} \geq 4,6$ ).

En ambos procesos, pasteurización y esterilización, se consume la mayor cantidad de energía dentro de las industrias de conservas vegetales (generalmente representa más del **40%** del consumo total de vapor).

Estas fases de tratamiento térmico van íntimamente ligadas a la fase de **enfriamiento**. El objetivo de esta operación es el de evitar pérdidas de textura en el producto y la proliferación de gérmenes termo resistentes.

### Diagrama de flujo



**Técnicas empleadas.-** Las fases de tratamiento térmico y enfriamiento están íntimamente unidas, por tanto, se tratarán dentro del mismo apartado.

El **tratamiento térmico** se lleva a cabo por medio de esterilizadores (o autoclaves) y pasteurizadores.

El **enfriamiento** se realiza con las mismas técnicas que en el caso del enfriamiento post escaldado (ver punto 2.2.7. Escaldado y Enfriado).

En ambas fases (tratamiento térmico y enfriamiento) las mejoras tecnológicas van encaminadas a la adopción de **sistemas eficientes en la recuperación de calor y recirculación de las aguas**. Ambas fases van íntimamente unidas, por tanto, se tratarán dentro del mismo apartado.

A continuación, se describen los principales tipos de pasteurizadores y de esterilizadores:

**a) PASTEURIZADORES.-** Según se realice la alimentación de envases, los pasteurizadores pueden ser:

- *Pasteurizadores Discontinuos:* los cestos o jaulas con los envases se introducen en calderines con agua, que es calentada por vapor, realizándose después el **enfriamiento** trasladando el cesto a otro calderín con circulación de agua fría o en el mismo calderín.
- *Pasteurizadores Continuos:* se alimenta el sistema de envases de forma continua. Se introducen en el **baño de agua caliente** y se transportan por un sistema de cadenas que contienen los recipientes donde se ubican los envases. Estos sistemas disponen de una fase posterior de **enfriamiento** de envases mediante duchas o por inmersión con agua.

En estos equipos el calentamiento del producto se conseguirá por inmersión o por pulverización de agua caliente. A continuación se describe cada uno de ellos:

- *Pasteurizadores por inmersión en baño de agua:* consisten en unos baños de agua caliente abiertos que se mantienen calientes mediante la introducción directa de vapor y en los que se introducen los envases de forma continua. El enfriamiento se realiza dentro del mismo equipo por inmersión en agua fría.
- *Por lluvia de agua:* este sistema es más apropiado para el tratamiento en continuo de producto envasado en tarro de vidrio. Consta de tres zonas: precalentamiento, pasteurización y enfriamiento.

La eficiencia energética es muy elevada ya que el precalentamiento se realiza con el calor cedido por el producto al agua durante el enfriamiento. En la sección de pasteurización también se recircula el agua en las zonas de calentamiento y mantenimiento.

El consumo de agua en este equipo es prácticamente nulo y su consumo energético muy reducido.

**b) ESTERILIZADORES O AUTOCLAVES.** Son equipos en los que se aplica un tratamiento térmico a temperaturas superiores a los 100°C y presiones internas superiores a la atmosférica.

De acuerdo con el tipo de construcción y el desarrollo de las operaciones se distinguen esterilizadores **discontinuos y continuos**:

- *Esterilizadores Discontinuos (por cargas).* Es uno de los sistemas más utilizados por el sector. Se elige el sistema por cargas cuando se elaboran productos distintos, en envases diferentes y de tamaños variados, ya que solamente estos sistemas poseen la flexibilidad suficiente para responder a las variaciones de tiempos y temperaturas de proceso que exige este tipo de trabajo. Se utilizan generalmente en instalaciones de pequeño-mediano tamaño.

Un autoclave es un recipiente capaz de soportar una presión interna mayor que la atmosférica donde los envases se introducen en cestos o jaulas por cargas y que dispone de sistemas de calefacción, enfriamiento y control del proceso. El autoclave una vez lleno se cierra y se aplican las temperaturas y tiempos necesarios para que se realice la “esterilización” del producto, seguidamente se realiza el enfriamiento (hasta temperatura cercana a 40° C), tras lo cual se procede a abrir el equipo y extraer los envases tratados.

Pueden ser de carga horizontal o de carga vertical, con o sin agitación (estáticos o dinámicos).

Los esterilizadores discontinuos requieren mayor cantidad de agua y energía que los continuos, pero, sin embargo, son más adaptables. Además, existen sistemas de recuperación de agua del calentamiento y enfriado que pueden optimizar el proceso.

Estos equipos pueden ser muy variados en cuanto al **medio de calefacción que utilizan** (agua, vapor saturado, mezcla vapor – aire a presión y pulverización o rociado con agua) condicionando su diseño y funcionamiento.

- *Esterilizadores Continuos.* La instalación de un sistema de esterilización en continuo tiene sentido en el caso de que se trabajen grandes series del mismo producto en el mismo envase.

En todos ellos la carga y descarga de envases se realiza de forma automática. Generalmente constan de varios recintos separados que se mantienen a temperaturas diferentes para que en ellos se pueda producir **el calentamiento, la esterilización y el enfriamiento del producto**. Estos procesos se realizarán a la presión de saturación del vapor de agua, a una presión superior o incluso a la presión atmosférica, dependiendo del tipo de esterilizador. El calentamiento se producirá por vapor saturado, por mezcla de vapor y aire comprimido, por

agua sobrecalentada y también por otros medios característicos de algunos esterilizadores especiales.

**Este sistema tiene una ventaja apreciable a simple vista: el ahorro energético que se consigue.** En cada operación solamente se calentarán los envases con producto, no será necesario calentar la masa del autoclave, por lo que el calor que se debe aportar será solamente el que consuman los envases con el producto.

**La segunda ventaja es la uniformidad de tratamiento.** Las variaciones en temperatura y en tiempo de proceso son muy pequeñas.

**La tercera ventaja es la reducción de las necesidades de mano de obra.** Un sistema continuo siempre es menos exigente en mano de obra que los sistemas por cargas.

A pesar de que permiten ahorros muy importantes de agua y energía con respecto a los sistemas discontinuos, la inversión necesaria para su adquisición y las producciones que rentabilizan estos sistemas son tan elevadas, que solo pueden llegar a ser viables en algunas empresas de tamaño muy grande.

- ☒ **Aguas residuales.-** Durante las operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento se consume un caudal importante de agua para estos procesos.

En caso de que existan sistemas de recuperación del agua para volver a reutilizarla en el mismo uso (mediante torres de refrigeración, intercambiadores de calor, etc) no existe vertido de aguas residuales; sin embargo, si la empresa no dispone de sistemas de recuperación se genera un vertido de aguas residuales “limpias” y a temperatura elevada.

- ☒ **Ruidos.-** En estas operaciones de tratamiento térmico se generan ruidos provocados por los equipos: autoclaves, pasteurizadores, etc.

- ☒ **Emisiones atmosféricas.-** En las operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento no se producen emisiones atmosféricas.

- ☒ **Residuos.-** En estas operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento no se producen residuos sólidos.

## **2.4. PROCESOS Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS APLICADAS A CONGELADOS VEGETALES**

En el presente apartado se procede a describir las operaciones o etapas específicas en la elaboración de los congelados vegetales.

En cada una de las etapas se describe su función, diagrama de flujo (que incluye la entrada de recursos: agua, materia prima, energía, etc, así como las emisiones: aguas residuales, ruidos, emisiones

atmosféricas...), las técnicas empleadas para la operación, los efluentes generados detallados (residuos, aguas residuales, etc) y las técnicas experimentales aplicables a cada etapa.

### 2.4.1. CONGELACIÓN

La congelación se considera como una de las mejores técnicas de conservación. El proceso de congelación consiste en bajar la temperatura (a  $-20^{\circ}\text{C}$ ) del núcleo del alimento, para evitar la posibilidad de proliferación de microorganismos e impedir la acción de la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas. El periodo de vida útil de los vegetales congelados es menor que el de las conservas.

La temperatura con la que se congela el alimento oscila entre  $-40^{\circ}\text{C}$  y  $-50^{\circ}\text{C}$ ; a estas temperaturas las moléculas de agua tienden a ordenarse en cristales desde una distribución molecular desordenada (líquido) hasta una distribución molecular ordenada (sólido). Seguidamente el producto se almacena a  $-18^{\circ}\text{C}$ , temperatura que se debe mantener hasta el momento de la preparación del alimento.

**Diagrama de flujo.**



**Técnicas empleadas.-** La congelación de alimentos se realiza generalmente en tres grandes grupos de congeladores, clasificados en función del medio de transmisión térmica. La elección de uno u otro de estos sistemas habrá de hacerse de acuerdo con el producto que se quiera congelar, sus dimensiones externas, su forma y según se trate de un producto envasado o a granel.

A continuación se detalla cada uno de ellos:

**a) CONGELACIÓN POR CONTACTO DIRECTO.-** En este tipo de congeladores, la transmisión de calor se produce por conducción entre el alimento y una placa o una banda metálica que están en contacto estrecho. El tiempo de congelación en este sistema es corto y se utiliza para productos con un espesor no excesivo; a partir de 50/60 mm las ventajas de este sistema disminuyen.

Se puede distinguir tres tipos de congeladores por contacto directo: de placas, de bandas y de tambor rotativo.

- ✓ **Congelador de placas:** es el más utilizado. Este equipo consta de una serie de placas huecas, dispuestas horizontal o verticalmente, entre las que se deposita de forma automática el producto a congelar. A través de las placas tiene lugar la circulación del fluido frigorígeno que produce la congelación del producto.

El producto congelado mediante este sistema queda congelado en forma de bloques; es habitual en productos como la espinaca, acelga, etc.

- ✓ **Congeladores de bandas:** este equipo consiste en una banda de acero inoxidable que circula por el interior de un recinto aislado sobre unos tanques de salmuera refrigerada sobre la que

prácticamente flota o sobre la que se pulveriza. Este tipo de congeladores es adecuado para capas delgadas de productos.

- ✓ **Congeladores de tambor:** el producto se deposita sobre un tambor rotativo llevado a la temperatura del tratamiento por medio de un fluido auxiliar (salmuera). Este tipo de congelador es adecuado para productos líquidos y pastosos.

**b) CONGELACIÓN POR AIRE.-** Como su nombre indica, el fluido frigorígeno en este caso es el aire. Este enfriamiento con aire tiene lugar en una cámara cerrada. La velocidad de congelación en este tipo de congeladores es lenta, lo que lleva consigo una disminución de la calidad del producto. Se pueden distinguir tres tipos de congeladores por aire: túneles de congelación, congeladores de banda transportadora y congeladores de lecho fluidizado.

► **Túneles de congelación:** se denomina así a los recintos calorifugados equipados de evaporadores y ventiladores, donde el aire frío circula a través de los productos situados sobre bandejas u otros dispositivos que están dispuestos de forma estacionaria (estáticos) o en continuo (dinámicos). Este tipo de congelador es adecuado para todo tipo de productos, pero la transferencia de calor depende de las dimensiones, de la forma del producto, de su conductividad térmica y del coeficiente de película que se consiga entre el producto y el aire. El producto estará colocado de tal forma que el aire circule libremente a través de él. En los congeladores el aire es insuflado vertical u horizontalmente, de tal forma que atraviese la banda transportadora.

► **Túneles congeladores por bandas:** túnel de congelación por bandas en espiral es adecuado para productos pequeños: brócoli, etc.

► **Lecho fluidizado:** en este tipo de aparato el producto se congela cuando se somete a una corriente de aire ascendente. El producto se introduce en el equipo a través de una bandeja vibratoria. El propio fondo perforado de la bandeja sirve para que el aire se reparta uniformemente por todo el producto, lo fluidifique y lo traslade hasta la salida. Este tipo de congelador es adecuado para productos de pequeño tamaño de forma individualizada: guisante.

**c) CRIOGÉNICOS.-** En este tipo de aparato el medio de transferencia de calor es principalmente el nitrógeno líquido. Las grandes ventajas de este sistema son las altas velocidades de congelación, costes de inversión inicial bajos, instalación sencilla y rápida puesta en marcha.

Este sistema tiene el gran inconveniente del coste del nitrógeno líquido para grandes producciones. Se utilizan para productos como el brócoli, alcachofa, etc.

Hay dos tipos de congeladores criogénicos: inmersión y pulverización del líquido criogénico.

► **Inmersión:** en este tipo de aparato el producto se conduce por el baño de fluido criogénico (nitrógeno a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) a través de una banda de barras o de malla de acero inoxidable. El tiempo de permanencia en el baño dependerá del producto a congelar y de la profundidad de capa congelada. Con este tipo de congelación se evita la deshidratación del producto debido a la rapidez del proceso.

► **Pulverización:** en este tipo de aparato el fluido frigorígeno llega al extremo de salida del túnel y se distribuye a la cinta transportadora del producto a través de unos difusores. El nitrógeno se evapora de inmediato al ponerse en contacto con el producto y los vapores (aún



fríos) producidos se hacen circular por dentro del túnel, a contracorriente con el producto, con la ayuda de ventiladores. La circulación a contracorriente del fluido frigorígeno y el producto asegura una gran eficiencia en la transferencia de calor.

- ☑ **Residuos.-** En estas operaciones de congelación se producen *residuos sólidos orgánicos*: restos de productos, etc.
- ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones de congelación se generan ruidos provocados por los *equipos de generación de frío*: compresores, bombas, etc.
- **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de congelación no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte (carretillas, etc).
- **Aguas residuales.-** Durante la operación de congelación no se generan aguas residuales a excepción de las producidas durante el proceso de limpieza.

#### 2.4.2. DESESCARCHE DE LOS EQUIPOS DE CONGELACIÓN

El desescarche de los equipos de congelación consiste en la eliminación de la capa de hielo que se forma sobre los mismos impidiendo la correcta transmisión del frío.

**Diagrama de flujo.-**



**Técnicas empleadas.-** Esta operación puede realizarse por medio de varios métodos:

- **CON AGUA:** generalmente se reutilizan las aguas de más temperatura generadas durante el proceso de condensación del fluido refrigerante para esta operación; por tanto en este punto se generan aguas residuales.
  - **CON GAS.**
  - **CON RESISTENCIAS ELÉCTRICAS.**
- ☑ **Aguas residuales.-** Durante la operación de desescarche por agua se generan aguas residuales. Estos vertidos son más importantes por su caudal que por su carga contaminante.
  - ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones de desescarche se generan ruidos provocados por los *equipos de bombeo del agua*, etc.
  - **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de congelación no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte (carretillas, etc).
  - **Residuos.-** En estas operaciones no se producen residuos sólidos.

### 2.4.3. GLASEADO

El glaseado se realiza en algunos productos vegetales como el brócoli, otras crucíferas y la alcachofa con la finalidad de conservar su forma y evitar roturas.

#### Diagrama de flujo.-



**Técnicas empleadas.-** Esta operación se realiza con **agua** pulverizándola por medio de duchas sobre el producto de forma que sufre una primera congelación que lo endurece de forma que se evitan roturas durante el proceso de congelación posterior, envasado, etc.

- ☒ **Aguas residuales.-** Durante la operación de glaseado se generan aguas residuales.
- ☒ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los *equipos de bombeo del agua, etc.*
- ☒ **Residuos.-** En estas operaciones se producen *residuos sólidos orgánicos*.
- ☐ **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de glaseado no se producen emisiones atmosféricas.

### 2.4.4. ENVASADO Y CIERRE

Los vegetales congelados se introducen en los envases (individuales o para consumo a granel) de forma automática y se procede al cierre de los mismos. Es uno de los puntos importantes en la elaboración de congelados vegetales ya que evita la recontaminación del producto tras su envasado.

#### Diagrama de Flujo.-



**Técnicas empleadas.-** El envasado de los vegetales congelados se realiza por medio de envasadoras que consisten en unos cabezales que pesan el producto, o en vasos que lo cubican, lo introducen en el envase (bolsa, caja o contenedor) y lo cierran (mediante termo sellado, etc); todo ello se realiza de forma automatizada.

- ☑ **Aguas residuales.-** Durante la operación de envasado únicamente se generan aguas residuales derivadas del proceso de limpieza de los equipos de envasado.
- ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones de envasado se generan ruidos provocados por los equipos de envasado: elevadores, tolvas, selladoras, etc.
- ☑ **Residuos.-** En estas operaciones de envasado se producen *residuos sólidos orgánicos*: resto de producto congelado, etc. y *residuos sólidos inorgánicos*: restos de material de envasado, embalajes, etc.
- 🟩 **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de envasado no se producen emisiones atmosféricas.

#### 2.4.5. ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO CONGELADO

El producto una vez congelado y envasado se mantiene en cámaras a temperatura de congelación hasta el momento de su expedición.

**Diagrama de Flujo.-**



**Técnicas empleadas.-** Los sistemas de generación de frío ya se han descrito en el punto 2.2.9.2. Generación de frío: Refrigeración/congelación.

- ☑ **Aguas residuales.-** Si las cámaras de almacenamiento funcionan con condensación por agua se genera un vertido de aguas residuales; este vertido no contiene carga contaminante ya que no entra en contacto con el producto; tendrá las mismas características que las del agua de abastecimiento con la peculiaridad de que temperatura será superior (el agua se calienta al condensar al fluido refrigerante). Son reutilizables para otros usos como lavados de la materia prima, limpieza, etc., e incluso para el mismo uso con enfriamiento del agua.
- ☑ **Residuos.-** En estas operaciones de almacenamiento se producen *residuos sólidos inorgánicos* (embalajes rotos, envases rotos, palets, etc) y *residuos sólidos orgánicos* (producto caducado, producto en mal estado, etc.).
- ☑ **Ruidos.-** En estas operaciones de almacenamiento se generan ruidos provocados por:
  - ✓ **Equipos de generación de frío:** compresores, condensadores, etc.
  - ✓ **Vehículos de transporte:** carretillas, etc.
- 🟩 **Emisiones atmosféricas.-** En estas operaciones de almacenamiento no se producen emisiones atmosféricas a excepción de las emitidas por los vehículos de transporte (carretillas, etc).

## 2.5. PROCESOS Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS APLICADAS A ELABORACIÓN DE ZUMOS

El mercado de los zumos y los néctares ofrece una gran diversidad de productos reflejo de la variedad de procesos productivos existentes para la elaboración de los mismos. De ahí que podamos considerar dos subsectores:

- 1) **Sector de Semielaborados:** productores de materias primas (concentrados, zumos directos, purés, pulpas, fibras...) destinadas a plantas envasadoras de zumos o a otros sectores.
- 2) **Sector de Envasados:** destinados a la fabricación de productos envasados listos para el consumo (zumos directos, zumos procedentes de concentrado, néctares de frutas, bebidas funcionales a base de zumos...)

Ambos sectores presentan sus problemáticas medioambientales, pero también hay similitudes en el proceso productivo y una base legal común que es la Reglamentación técnico-sanitaria de zumos de frutas y de otros productos similares destinados a la alimentación humana, recogida en **el Real Decreto 1050/2003, de 1 de agosto** (BOE nº 184, 2 de agosto de 2003) y transposición de la Directiva 2001/112/CE del Consejo, de 20 de diciembre de 2001.

El objeto de la mencionada Reglamentación técnico-sanitaria es definir lo que se entiende por zumos de frutas y productos similares, y establecer las normas para su elaboración y comercialización. Se resumen a continuación:

☞ **En cuanto a las denominaciones y características de los productos** se dan las definiciones para: Zumo de frutas, Zumo de frutas a base de concentrado, Zumo de frutas concentrado, Zumo de frutas deshidratado o en polvo, Néctar de frutas, Puré de frutas, Puré de frutas concentrado, Pulpa o celdillas. También figuran las características que tiene que reunir la fruta destinada a la transformación de estos productos.

☞ **En cuanto a los procedimientos de extracción, ingredientes, tratamientos y sustancias autorizadas** esta reglamentación señala: para la extracción, los procedimientos mecánicos y los procedimientos físicos habituales (incluida la difusión de agua “in line” de la parte comestible de fruta distinta de las uvas) para la elaboración de zumos concentrados. Para facilitar la filtración y la decantación se admiten las enzimas (pectolíticas, proteolíticas y amilolíticas) y los coadyuvantes de filtración químicamente inertes y agentes de precipitación (perlita, diatomita lavada, celulosa, polivinilpolipirrolidona, poliamida insoluble, poliestireno). También se autoriza el uso de gelatina alimenticia, taninos, bentonita, sílica gel y carbón vegetal y para el desamargado de zumos cítricos, los coadyuvantes de adsorción químicamente inertes.

En relación a los ingredientes permitidos, éstos quedan recogidos en el Real Decreto 142/2002 de 1 de febrero.

El proceso de elaboración del zumo consta de las siguientes fases:

**Limpieza, selección y clasificación de los frutos:** con la limpieza se elimina polvo, residuos de pesticidas y tierra. Con la selección se desechan los frutos podridos y se puede realizar manual o mecánicamente. La clasificación por tamaños suele hacerse de forma mecanizada.

**Extracción de los aceites esenciales** mediante un raspado de la capa más superficial del flavedo.

**Extracción del zumo:** para la obtención de jugos y concentrados se utilizan gran variedad de sistemas y equipos, a menudo adaptados muy específicamente a la materia prima a procesar. Esta operación puede ser compleja en cuyo caso existe una operación de extracción y otra de tamizado del zumo (caso de los cítricos) o básica, en cuyo caso la extracción y el tamizado se realizan en la misma operación (prensado o centrifugación). Los sistemas de extracción están muy íntimamente ligados a la naturaleza de la materia prima. **Entre los sistemas empleados:**

- ❑ Exprimidores: cortan el fruto por la mitad y se exprimen en un cono acanalado que gira a gran velocidad.
- ❑ Sistema IN-LINE: consiste en introducir la fruta en una cánula y prensarla entre dos émbolos.

**Decantación:** esta operación se realiza en aquellos zumos que habitualmente se consumen con un acabado final transparente (uva, manzana). Se basa en una precipitación y eliminación de sustancias disueltas que con el tiempo pueden conferir un aspecto no transparente en el jugo. En el caso de la uva, hay que eliminar el bitartrato potásico en sobresaturación para evitar la formación de pequeños cristales. En esta operación se pueden producir cantidades apreciables de residuos y fangos.

**Tamizado** del zumo para eliminar restos de corteza y centrifugado para tipificar el contenido en pulpa.

**Clarificación-filtración:** la clarificación consiste en la eliminación de todas las materias pécticas, proteicas y gomosas que se encuentran en los zumos y pueden dificultar la filtración. En esta operación la producción de residuos sólidos no es significativa. Esta clarificación se puede realizar mediante centrifugación o filtrado.

Posteriormente, en algunos zumos como el de uva y manzana, se realiza una operación de filtración para mejorar su aspecto. Esta operación no se realiza en la elaboración de zumos de naranja, tomate o piña. Se puede utilizar diferentes técnicas como el filtro prensa o los filtros rotativos a vacío.

La clarificación y filtración se puede realizar simultáneamente utilizando técnicas de membrana.

**Desaireación:** esta operación se realiza en los zumos y concentrados de cítricos y tomate para mejorar el aroma y color del producto, disminuir la espumación durante el enlatado de jugos y reducir la separación de sólidos en suspensión.

La operación se basa en la eliminación del oxígeno y otros gases como el CO<sub>2</sub> disueltos en el jugo, mediante la aplicación de vacío. En esta operación se producen consumos de energía que no son significativos.

**Pasteurización:** el método general de conservación de zumos y concentrados es la pasteurización, que consiste en el calentamiento del zumo a temperaturas entre 60 y 100°C durante un tiempo variable. Se puede utilizar en casi todos los zumos debido a que su mayoría tienen un pH relativamente bajo. La pasteurización se puede realizar sobre el zumo antes de envasar o sobre los envases cerrados conteniendo el zumo.

La pasteurización rápida del zumo una vez desaireado consiste en elevar su temperatura a 82-90°C durante 5 a 10 segundos en el caso de productos ácidos. Posteriormente se enfría a la temperatura adecuada para su llenado en envases esterilizados. El tratamiento térmico tiene dos objetivos principalmente:

- ✓ *Inactivación de enzimas* para evitar la pérdida de la turbiedad del zumo, un factor de calidad. Los enzimas rompen las cadenas de pectinas con lo que queda en el zumo un sobrenadante restando calidad al zumo.
- ✓ *Eliminación de los microorganismos:* cuando el llenado es aséptico, se realiza una esterilización (eliminación casi total de gérmenes) que supone un mayor calentamiento del producto o del envase.

En algunas ocasiones, la micro filtración puede ser utilizada como una técnica de “pasteurización” en frío.

Cuando se ha obtenido el zumo, puede destinarse para la elaboración de concentrados o para su consumo natural.

**Concentración:** en la elaboración de zumos concentrados se realiza una operación de concentración que consiste en la eliminación de la mayor parte del contenido inicial de agua de los zumos. El zumo concentrado es el que mejor se conserva. Hay diversos métodos de preparación de zumos concentrados:

- ☐ Congelación del zumo separando posteriormente el hielo del zumo.
- ☐ Ósmosis inversa.
- ☐ Por evaporación del agua; ésta suele ser la técnica más utilizada en la industria.

Una vez obtenido el zumo concentrado, éste es utilizado como base para la elaboración de refrescos, se puede mezclar con otros zumos, o puede ser consumido directamente por mezcla con zumo.

El problema de la congelación del zumo es que es un producto muy perecedero y sólo puede mantener sus cualidades durante 3 ó 4 semanas.

Por otra parte el zumo concentrado tiene una serie de ventajas para las empresas que lo elaboran porque permite mejor transporte y almacenamiento, ya que ocupa menos espacio y además no se ha de conservar a temperaturas bajo cero como el zumo congelado. Por otra parte, el zumo concentrado se puede conservar durante todo el año y esto le permite a la empresa un continuo abastecimiento del mercado.

En este apartado no se considerarán las tecnologías que han sido descritas en los apartados de Conservas Vegetales y Congelados (lavado y pelado.....). Se describirán aquellas operaciones específicas de la elaboración de zumos y concentrados con un significativo impacto medioambiental (Extracción, Pasteurización y Concentración).

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.

### 2.5.1. EXTRACCIÓN

Los sistemas de extracción para la obtención de jugos y concentrados dependen en gran medida de la naturaleza de la materia prima.

#### Diagrama de Flujo.-



Se realiza la trituración de la fruta con o sin precalentamiento previo, y la extracción del jugo mediante prensado o tamizado. En algunos casos (cítricos) existen sistemas de extracción muy específicos que no precisan la trituración previa de la fruta.

Se emplean gran variedad de sistemas y equipos. Esta operación puede ser compleja en cuyo caso existe una operación de extracción y otra de tamizado del zumo (caso de los cítricos) o puede ser básica, en cuyo caso la extracción y el tamizado se realizan en la misma operación (prensado o centrifugación).

El procesado a escala industrial de los frutos cítricos ha sido posible gracias al desarrollo de los modernos extractores. Los extractores industriales comenzaron a desarrollarse en los años 40 y 50 y desde entonces no han dejado de incorporar nuevas mejoras y avances tecnológicos que han permitido aumentar los rendimientos y la calidad del zumo obtenido.

Ejemplos de la tecnología empleada según el fruto son:

In line	Naranja
Exprimidores	Naranja
Prensa tornillo, hidráulica, etc	Uva, manzana, tomate
Centrífugas	Manzana, pera
Difusión	Naranja, melocotón, manzana, uva
Tamices y refinadores	Tomate

### **Sistema de Extracción In Line**

Extrae el zumo de la fruta entera. La fruta va entrando en los extractores que tienen unas copas con cuchilla inferior que hacen cortes en la piel para que al exprimir salga todo el zumo, quedando la pulpa y la cáscara completamente secas cayendo a un sinfín que pasa bajo la bancada donde vierten las máquinas.

La principal característica de los extractores FMC es que extraen el zumo del fruto entero, sin partirlo previamente por la mitad.

Ventajas del sistema FMC:

- ☐ Versatilidad
- ☐ Alta productividad
- ☐ Zumo de alta calidad
- ☐ Sencillez

El principio de funcionamiento se basa en la separación instantánea de los elementos constituyentes del fruto (piel, membrana, semillas y otros productos no deseables), que, de permanecer demasiado tiempo en contacto con el zumo, pueden tener una influencia adversa para la calidad final del producto.

La extracción rápida evitará que pasen al zumo sustancias procedentes de las semillas, membranas y corteza que pueden producir amargor y sabores extraños. Como resultado se obtiene un zumo de gran calidad. El proceso se realiza en ciclos muy rápidos, ya que estos extractores pueden llegar a realizar casi 100 por minuto.

En general, en todos los sistemas de extracción de zumos de cítricos, es muy importante la operación preliminar de calibración de los frutos por tamaños, ya que la eficiencia de la extracción y la calidad del zumo obtenido van a estar muy relacionadas con la correcta asignación del tamaño de fruta al tamaño de copa apropiado.

Una vez finalizada la extracción, las porciones interiores del cítrico se hallan localizadas en el interior del cilindro tamizador. En este momento, el tubo del orificio se mueve hacia arriba presionando el contenido del cilindro tamizador, lo que provoca que el zumo y la pulpa pasen a través de los orificios del tamiz y pasen al depósito colector de zumo. Las partes del fruto de mayor tamaño, que no pueden atravesar el tamiz, son descargadas por un orificio en el tubo inferior y evacuadas fuera de la máquina.

Las cortezas, rotas al ser forzadas a pasar a través de los dedos de las copas, se eliminan por la parte superior de la máquina depositándose en un colector. Durante la extracción las pieles, forzadas a pasar a través de los dedos de las copas, sueltan el aceite esencial contenido en las vesículas. Este aceite es arrastrado mediante una corriente de agua y recogido por separado como una emulsión de aceite.

### **Sistema de Extracción por medio de Exprimidores**

Se basa en partir el fruto por la mitad y hacer pasar las mitades entre dos cilindros giratorios que presionan el fruto y extraen el zumo. El original y simple sistema de extracción se basa, en unos



tambores machos y hembras que con una perfecta sincronización extraen el zumo de la pulpa de la fruta, que previamente ha sido cortada en dos mitades automáticamente por medio de una cuchilla.

Su gran peculiaridad reside en que en ningún momento las bolas de exprimido están en contacto con la corteza de la naranja, sino sólo con la pulpa, evitando el sabor amargo y obteniendo por tanto un zumo de la más alta calidad.

Este sistema permite por tanto un rendimiento de hasta el 95%, evitando el que la corteza y, por tanto, el aceite esencial sean también exprimidos.

### **Sistema de Extracción por medio de Prensado**

Existen prensas discontinuas y continuas, entre las primeras se encuentra la prensa de tanque, consiste esencialmente en un cilindro horizontal cuyo espacio interior se halla dividido por una membrana. En un ciclo de presión automáticamente controlado de 1-5 horas, la pulpa de la fruta en cuestión es conducida hasta una cara de la membrana a través de unas aberturas laterales, al propio tiempo que se aplica presión de aire por la cara opuesta. El zumo exprimido se recoge en unos canales y cuando el prensado se ha completado, el tanque gira sobre su eje longitudinal para desprender y eliminar el residuo del prensado. Un incremento ligero de la presión de prensado permite obtener un rendimiento elevado de zumo de gran calidad. Estas prensas, cuya capacidad oscila de 3.600-25.000 kg. (Vine, 1987), al ser cerradas, poseen la ventaja de que evitan la contaminación del producto.

Entre las prensas continuas se encuentran:

- *Prensas de cinta sinfín* de gran capacidad de producción y permiten la elaboración de zumos de gran calidad. La principal desventaja es su elevado coste y su difícil mantenimiento y limpieza.
- *Prensa de Tornillo* consiste en un robusto cilindro metálico horizontal dotado de un tornillo helicoidal de acero inoxidable de paso de rosca decreciente hacia su extremo, lo cual permite aumentar la presión sobre la pulpa a medida que ésta progresa por el interior del cilindro. La porción distal de éste, es perforada, para permitir el paso del zumo extraído. La torta de prensado se elimina través de una abertura en el cilindro metálico. La presión en el interior del mismo puede regularse ajustando el diámetro de la abertura de descarga. En la extracción de zumos, el cilindro se refrigera con agua, para reducir los efectos del calor generado.

### **Sistema de Extracción por Tamizado**

*Pasadoras refinadoras*: consisten en tambores cilíndricos con una malla y sistema de paletas interiores, que giran a través de un eje. Los tamices de los tambores pueden ser de distinta luz de malla según el tamaño de partícula que se pretende eliminar como sólido.

### **Sistema de Extracción por Centrifugación**

El zumo que se obtiene por simple extracción tiene un alto contenido en sólidos (pulpa). Este inconveniente se soluciona mediante centrífugas, que pueden ser verticales u horizontales, reduciendo el contenido en pulpa de un 20 % a menos del 1 % en volumen, quedando de esta forma un zumo

adecuado para posteriores procesos.

Características de esta centrífuga horizontal:

- Ocupa un menor espacio.
- Es de funcionamiento continuo.
- Consigue una mayor recuperación de sólidos.
- Requiere poca vigilancia.

☑ **Aguas residuales** En esta operación se generan volúmenes pequeños de agua residual pero con alto contenido en carga orgánica debido a los restos de zumo y de materia prima que en parte se disuelven en el agua y le confieren una elevada DBO y altos contenidos en sólidos en suspensión.

☑ **Residuos.-** En esta operación se generan principalmente *residuos sólidos orgánicos*, restos de frutos, vesículas, pepitas, etc.

☑ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los *equipos*.

■ **Emisiones atmosféricas.-** No se producen emisiones atmosféricas.

### 2.5.2. PASTEURIZACIÓN / ESTERILIZACIÓN Y ENFRIAMIENTO

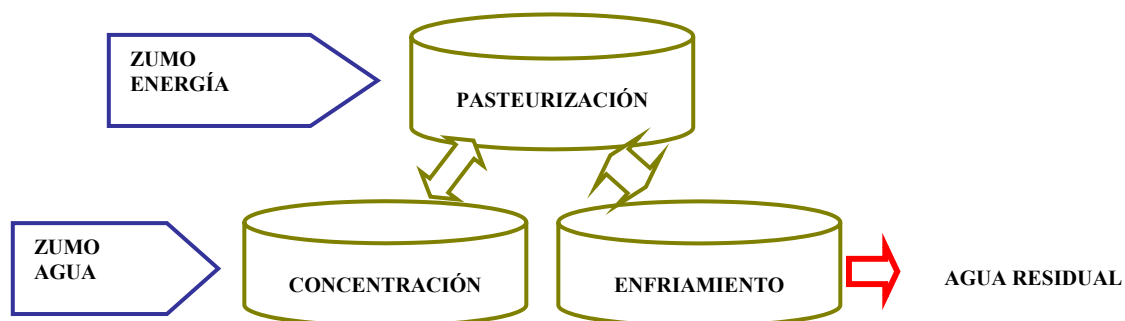
El problema principal de la esterilización de alimentos es la velocidad de transferencia de calor que por el método empleado se consigue, puesto que influirá en la alteración o no, de las características organolépticas, provocando o no pérdidas de valor nutritivo. Existen diversos métodos para mejorar la velocidad de transferencia de calor y que fundamentalmente son adaptables a productos líquidos como en el caso de los zumos.

Estos métodos están fundamentados en pasteurizar o esterilizar el producto ( según su pH, el tipo de envasado posterior y condiciones de conservación, refrigerado o temperatura ambiente ) sin envasar.

El producto después de la pasteurización puede envasarse y a continuación enfriarse, o bien es enfriado y envasado en condiciones estériles.

Según el producto final, zumo o concentrado, el orden en el que se realizan las operaciones de pasteurización y concentración puede ser modificado.

#### Diagrama de flujo



**Técnicas empleadas.** Generalmente el factor limitante de los tratamientos de pasteurización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados. La elección de la temperatura y del tiempo de tratamiento vendrá condicionada por la preservación de la composición inicial del alimento: impedir la desnaturalización de las proteínas de la leche y la destrucción de las vitaminas de los zumos de frutas, evitando en todos los casos la aparición de los gustos a cocido que deteriorarían irreversiblemente los productos.

Generalmente se puede elegir entre dos grandes sistemas de pasteurización:

- ❑ Baja temperatura durante un tiempo largo (LTLT: *low temperature-long time*): para los zumos sería mantener el producto a 75-80°C durante 2-4 minutos.
- ❑ Alta temperatura durante un tiempo corto (HTST: *high temperature-short time*): en el caso de los zumos llegaría hasta 85-95°C durante 15-60 segundos. En este segundo caso las propiedades de los productos se ven muy poco afectadas, aunque las temperaturas sean más altas, por el corto tiempo de mantenimiento.

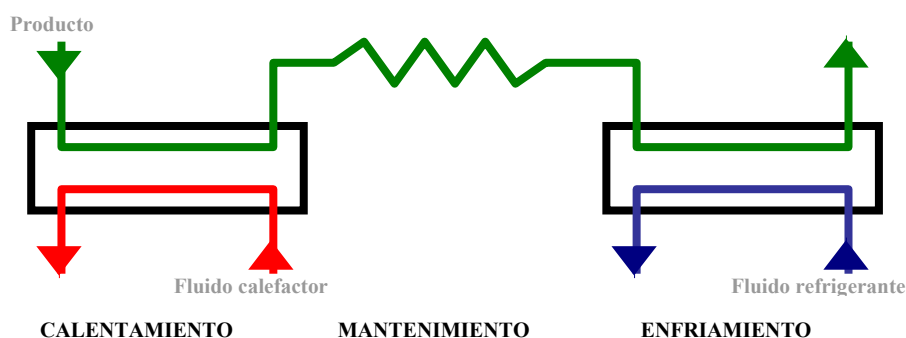
El sistema de pasteurización elegido condicionará el equipamiento necesario para aplicarlo. El sistema LTLT se puede plantear, en procesos por cargas o continuos, pero con estas temperaturas bajas las diferencias en el procesado inherentes a este mecanismo de transmisión de calor, se verán minimizadas.

En el caso de zumos nos referimos únicamente a los equipos empleados en la pasteurización HTST, que son los adecuados para el tratamiento en continuo.

La instalación completa de pasteurización constará de:

- Una primera zona de calentamiento.
- Una segunda zona de mantenimiento de la temperatura.
- Una tercera de enfriamiento y de las bombas, sistemas de medida y de control y demás.
- Accesorios necesarios para conseguir un proceso preciso y eficiente.

El calentamiento y el enfriamiento se realizarán en los cambiadores de calor apropiados, instalándose en número suficiente para poder manejar los distintos fluidos y emplear la superficie de intercambio necesaria.



**Figura - 2.1.- Esquema del pasteurizador completo más sencillo.**

Las zonas en las que se realiza el intercambio térmico serán cambiadores de calor del tipo más adecuado para que el producto en cuestión reciba un tratamiento correcto y para que se minimice el consumo energético. El calor necesario para el proceso vendrá suministrado por agua caliente, ya que a las temperaturas de trabajo tan reducidas no será necesario, ni conveniente, el uso directo de vapor de agua.

El enfriamiento final se realizará también contra agua, esta vez fría o helada, dependiendo de la temperatura a la que se desea que quede el producto al concluir el proceso. El producto pasteurizado será llevado a continuación, en las condiciones de asepsia adecuadas, al equipo de llenado de los envases en que se vaya a comercializar.

Como por este método no es preciso que los envases sean capaces de soportar la esterilización pueden utilizarse para los envases, materiales compuestos a base de cartón.

El material del envase se preesteriliza, antes del llenado, con agua oxigenada y las llenadoras se mantienen estériles mediante rayos ultravioleta en un ambiente de aire filtrado. Además la llenadora se mantiene en un recinto a presión positiva para evitar contaminaciones.

Este sistema de esterilización está siendo empleado con éxito con alimentos líquidos y con alimentos de granulometría fina, pero su empleo con alimentos sólidos de mayor tamaño presenta todavía algunas dificultades.

En la fase de pasteurización se produce un consumo de energía (por aplicación de temperatura elevada), por lo que la adopción de sistemas eficientes en la recuperación de calor permite ahorros de energía considerables. La eficacia de la transmisión de calor en estos equipos se puede valorar conociendo su coeficiente global de transmisión de calor, que indica la cantidad de calor transferido por unidad de tiempo, por unidad de superficie de intercambio y por cada grado centígrado de diferencia de temperaturas. Es interesante conseguir los más altos valores para este coeficiente, ajustando de la mejor forma las variables de las que depende:

- Turbulencia del flujo.
- Forma, espesor y tipo de material de la pared de intercambio.
- Presencia de depósitos en la pared de intercambio.

Los pasteurizadores continuos para productos sin envasar se clasifican en dos tipos:

- ❑ Cambiadores de Calor Tubulares.
- ❑ Cambiadores de Calor de Placas.

Para pasteurizar zumos de baja y media densidad se suelen usar esterilizadores de placas o tubulares, que están bastante optimizados en cuanto a recuperación de calor, disminución de consumos de agua en el enfriado y precalentamiento del alimento. Además, estos equipos permiten utilizar sistemas integrados de limpieza C.I.P (Cleaning In Place).

### **Cambiadores de Calor Tubulares**

Bajo este nombre se agrupan todos los cambiadores de calor en los que la superficie de intercambio esta formada por tubos, cualquiera que sea su disposición. Con estos equipos se pueden tratar líquidos

de viscosidad baja, media e incluso alta en algunos modelos y de acuerdo con el diámetro de los tubos, incluso con partículas sólidas hasta un cierto tamaño. Desde el punto de vista de la transmisión de calor son de eficiencia media.

### **Cambiadores de tubos coaxiales**

Fundamentalmente están compuestos por una serie de parejas de tubos concéntricos unidos unos a otros por medio de codos. Por el interior de los tubos circulan los fluidos, generalmente el producto ocupa el espacio central mientras que el fluido térmico se coloca en el espacio anular que queda libre entre los dos tubos.

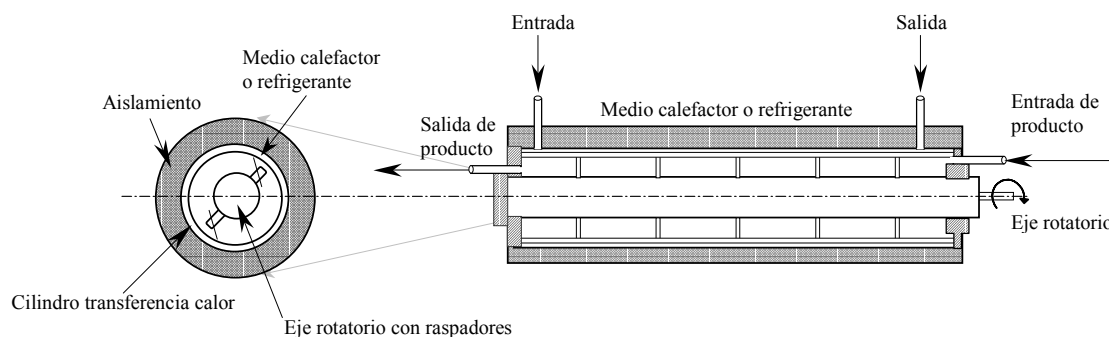
Los tubos que se emplean en la fabricación de estos cambiadores pueden ser rectos o corrugados, obteniéndose con estos últimos una mayor superficie de transferencia y una mayor turbulencia en la circulación, logran muy alto rendimiento como consecuencia del elevado coeficiente de transferencia de calor debido al régimen de corrientes turbulentas generadas en los tubos corrugados.

Estos cambiadores también pueden construirse en un montaje multicanal. En este caso se montan varios tubos coaxiales posicionados de forma correcta por medio de cabezales que además permiten la recuperación de los dos fluidos al final de cada tramo. Los dos fluidos circulan, generalmente en contracorriente, en los canales anulares alternados formados por los tubos concéntricos.

Los cabezales situados en los dos extremos de los tubos actúan tanto de distribuidores como de colectores, suministrando un fluido a un conjunto de canales y recogiendo el otro fluido de otro conjunto. La configuración corrugada de los tubos mantiene a los dos fluidos en un estado de turbulencia para conseguir la mayor eficiencia en la transmisión de calor.

### **Cambiadores de superficie rascada**

Son unos cambiadores de calor de tubos coaxiales especialmente diseñados para el trabajo con productos de viscosidad elevada: purés, concentrados de frutas, etc. Pueden soportar grandes presiones de trabajo en el lado del producto (hasta 40 bar), de forma que cualquier alimento que pueda ser bombeado pueda ser tratado en estos aparatos.



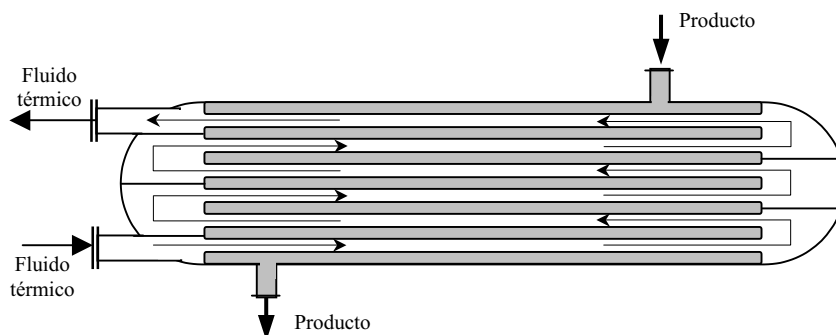
**Figura - 2.2.-Intercambiador calor de superficie rascada**

Están constituidos por dos tubos concéntricos, dispuestos casi siempre en posición vertical. El producto circulará por el espacio central, mientras que el fluido caloportador lo hará en contracorriente por el anular entre los dos tubos, que toma la forma de una camisa de calefacción.

En estos cambiadores al no formarse incrustaciones del producto en las paredes el coeficiente de transmisión de calor es elevado.

### **Cambiadores multitubulares de envolvente**

Están formados por un haz de tubos paralelos dispuestos dentro de una envolvente o calandria. En uno o en los dos extremos de la calandria se dispone un cabezal que se encarga de dirigir el flujo de uno de los fluidos. Se colocará un único cabezal cuando nos encontremos frente a un haz de tubos en U y dos cabezales cuando los tubos sean rectilíneos



**Figura. 2.3.- Cambiador de calor multitubular de tubos rectilíneos**

En estos equipos, uno de los fluidos circulará por el interior de los tubos mientras que el otro lo hará entre los tubos y la envolvente. Para los dos fluidos se podrán establecer configuraciones de paso único o multipaso.

Estos equipos son muy eficientes en la transmisión de calor. Consumo específico medio de este tipo de equipos, según capacidad y producto a tratar, es de 100-150 kg vapor / tonelada de producto.

### **Cambiadores de calor de placas**

Este tipo de cambiador está compuesto por uno o varios paquetes de placas de acero inoxidable, equipadas con juntas y colocadas una al lado de otra en un bastidor entre un cabezal fijo y otro móvil. Entre estos dos cabezales existen unos tirantes que se encargan de ejercer la presión suficiente para conseguir la estanqueidad necesaria en las juntas. Un rail solidario al cabezal fijo permite el desplazamiento de las placas para las operaciones de mantenimiento (revisión, limpieza, etc.). Esta disposición es la que le proporciona su versatilidad y a la vez la que marca sus limitaciones. La primera limitación que condiciona su uso es la presión diferencial entre los dos fluidos. En la actualidad se admiten presiones de servicio máximas de 16 a 20 bar, que son suficientes para su empleo en las industrias agroalimentarias. La segunda limitación es la temperatura máxima de trabajo, que es función de la naturaleza de las juntas empleadas. Para juntas estándar se admite como

temperatura límite de utilización 150°C, que también es suficiente para el uso en este tipo de industrias.

Estos cambiadores de calor son los más eficientes para el trabajo con líquidos de baja viscosidad. Habitualmente las placas se construyen de acero inoxidable, de un espesor del orden de 0,6 a 0,8 mm. Se trata de placas acanaladas en las que por embutido se han conseguido distintos dibujos geométricos.

Las acanaladuras tienen por objeto esencial incrementar la turbulencia del flujo y de esta forma que sea mayor el coeficiente global de intercambio de calor del equipo, pero a la vez consiguen asegurar la rigidez mecánica del conjunto debido al gran número de puntos de contacto metal-metal que se obtienen. Las acanaladuras también marcan el camino que deben recorrer los fluidos, consiguiendo que se utilice toda la superficie de las placas sin que se produzcan caminos preferentes, asegurando así una homogeneidad en el tratamiento y un buen aprovechamiento de la superficie de intercambio.

### Pasteurizadores con recuperación de calor.

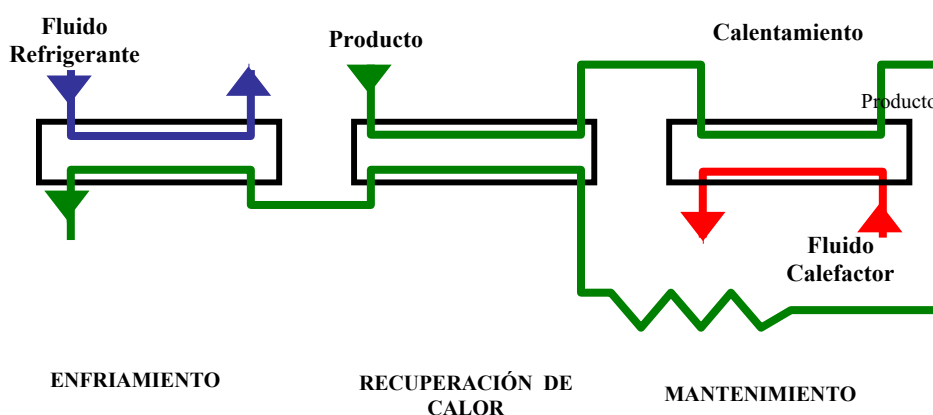


Figura. 2.4.- Pasteurizador con recuperación de calor

Son intercambiadores de calor de placas o tubulares, donde el producto fluye en ambos lados de las placas o los tubos. Algunos sistemas utilizan recuperadores de producto a producto. Permite que el calor del producto estéril caliente sea transferido al producto no estéril frío que entra al sistema. Se trata de una variante del sistema anterior en el cual el equipo se ha adecuado para conseguir una adecuada recuperación de calor.

En el caso de productos de muy baja viscosidad se puede utilizar el producto que sale a la temperatura de esterilización, haciéndolo circular en contracorriente con el propio producto a tratar, en la primera fase de calentamiento del mismo. En este caso sólo en la fase final de esterilización se utiliza agua sobrecalentada con vapor para alcanzar la punta de temperatura precisa y agua fría en la fase final de enfriamiento para refrigerar el producto hasta la temperatura de envasado posterior.

En este esquema, las zonas de calentamiento y de enfriamiento se han separado en dos secciones cada una de ellas, al incluirse un sistema de recuperación de calor. Así, el producto de entrada se precalienta, antes de llegar a la sección de calentamiento, contra el mismo producto que ya ha sufrido el tratamiento térmico y que a su vez se preenfía antes de llegar a la sección de enfriamiento final. El

producto cede una parte importante del calor que ha absorbido, consiguiéndose así un ahorro energético considerable, aunque se incrementa la complejidad del equipo.

El ahorro económico y energético es significativo. Este sistema permite ahorros importantes de energía en el calentamiento y de agua en el enfriamiento. Consumo específico medio de este tipo de equipos, según capacidad y producto a tratar, es de 60-120 kg. vapor / t producto.

### **Pasteurización sobre el producto envasado**

Se suelen utilizar pasteurizadores continuos a presión atmosférica, similares a los anteriormente descritos en el apartado de conservas vegetales.

☒ **Aguas residuales.-** Durante las operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento se consume un caudal importante de agua para estos procesos.

En caso de que existan sistemas de recuperación del agua para volver a reutilizarla en el mismo uso (mediante torres de refrigeración, intercambiadores de calor, etc.) no existe vertido de aguas residuales; sin embargo, si la empresa no dispone de sistemas de recuperación del vertido se genera un vertido de aguas residuales “limpias” y a temperatura elevada.

☒ **Ruidos.-** En estas operaciones se generan ruidos provocados por los equipos: autoclaves, pasteurizadores, etc.

☒ **Emisiones atmosféricas.-** En las operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento no se producen emisiones atmosféricas.

☒ **Residuos.-** En estas operaciones de tratamiento térmico y enfriamiento no se producen residuos sólidos.

### **2.5.3. CONCENTRACIÓN**

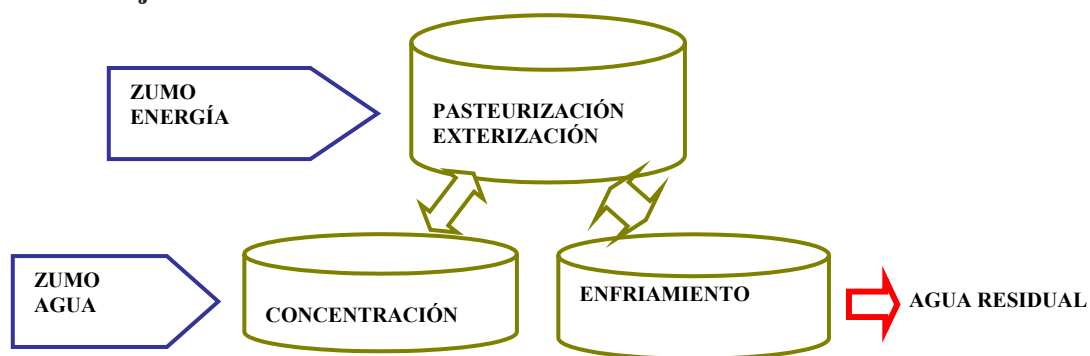
Generalmente los alimentos que se concentran permanecen en estado líquido. Los alimentos se concentran para proporcionarles un aumento de la vida útil y/o incrementar su valor. Además, la concentración permite una reducción de los costes de transporte, cuando el producto final se obtiene por restitución del agua hasta su nivel inicial.

La concentración del producto se realiza principalmente en tomate y frutas con la finalidad de aumentar la viscosidad y textura del producto. Además el producto concentrado se utiliza como materia prima fuera de campaña para elaborar zumos, salsas, ketchup, tomate frito, etc...

Previamente a la concentración en el tomate puede llevarse a cabo unas operaciones denominadas hot break y cold-break encaminadas a inactivar las enzimas que degradan las pectinas (pectinesterasas); al romperse la piel del tomate, el aire entra en contacto con el interior del fruto y en ese momento comienza la destrucción de la cadena pectínica lo que no permite alcanzar el nivel de viscosidad requerido. Como resultado de esta operación el producto presentará una mejor textura y no se produce la sinéresis (separación entre el líquido o suero del tomate y los sólidos).



### Diagrama de flujo.-



**Técnicas empleadas.** Aunque existen muchas formas para concentrar líquidos, la evaporación es la técnica más utilizada en el procesamiento de alimentos. Los desarrollos recientes en los procesos por membrana y por congelación, han llevado a ampliar el uso de estas técnicas, y con las mejoras tecnológicas que aún continúan, se espera que sus aplicaciones se incrementen todavía más.

Se utilizan tres grandes grupos de técnicas para realizar esta operación:

- Evaporación
- Técnicas de membrana
- Congelación

Estas tecnologías son las más utilizadas en la industria de concentrados, siendo la crioconcentración otra tecnología que, aunque produce concentrados de gran calidad, no es utilizada por sus elevados consumos energéticos.

En la operación de concentración, los efectos medioambientales más importantes son el consumo energético, las aguas de refrigeración (concentración por evaporación) y la producción de efluentes derivados de la condensación de las aguas de evaporación.

Actualmente, las tecnologías de membrana están limitadas a unos grados de concentración relativamente bajos (30°-35° Brix).

En la tabla 2.1 se presentan una serie de tecnologías cuya finalidad es la concentración de alimentos líquidos.

#### 2.5.3.1. Evaporación

Históricamente, la evaporación ha sido la operación unitaria más importante para la concentración de alimentos líquidos. En este proceso un solvente volátil (agua en el caso de zumos) es eliminado por ebullición de un alimento líquido hasta que su contenido en sólidos alcance la concentración deseada.

**Tabla 2.1.- Tecnologías para concentración de alimentos líquidos**

<b>Tecnología</b>	<b>Agente de Separación</b>	<b>Principio de la Separación</b>	<b>Productos</b>
<b>Evaporación</b>	Calor	Diferencia de volatilidad (presión de vapor)	Líquido y vapor
<b>Expansión flash</b>	Reducción de Presión	Diferencia de volatilidad (presión de vapor)	Líquido y vapor
<b>Destilación</b>	Calor	Diferencia de volatilidad	Líquido y vapor
<b>Ósmosis Inversa</b>	Gradiente de presión Membrana selectiva	Combinación de diferente solubilidad y difusividad de las especies en la membrana	Dos productos líquidos
<b>Ultrafiltración</b>	Gradiente de presión Membrana selectiva	Diferente permeabilidad a través de la membrana	Dos productos líquidos
		Ratios diferentes de transporte difusional a través de membrana	Dos productos líquidos
<b>Concentración por congelación</b>	Refrigerante	Cristalización selectiva del agua pura	Líquido concentrado y hielo puro

Entre las principales aplicaciones de la evaporación destaca su uso en:

- Frutas: los concentrados de frutas se preparan por evaporación a baja temperatura, para proporcionar estabilidad al producto (mermeladas y jaleas) así como para reducir el volumen en el almacenamiento y en el transporte (zumos concentrados).
- Hortalizas: el agua de los zumos de algunas hortalizas se elimina para obtener productos de textura especial, tales como purés y pastas.

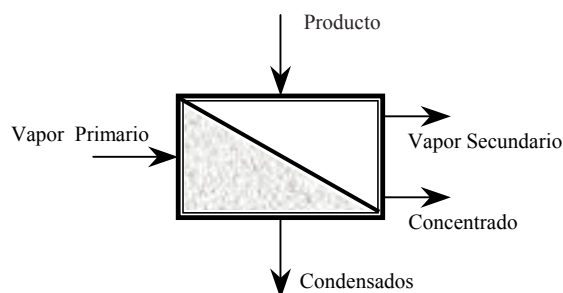
La evaporación presenta **varias ventajas** sobre la concentración por congelación y los procesos por membrana. Las plantas modernas de evaporación son muy efectivas en la utilización de pequeñas cantidades de vapor para producir una elevada eliminación de agua. Técnicas tales como la evaporación de múltiple efecto y la recompresión térmica **reducen** de forma importante el vapor requerido para conseguir un grado determinado de concentración.

Una segunda ventaja de la evaporación es el grado de concentración que se puede alcanzar. La evaporación con frecuencia supera concentraciones de 80-85% de sólidos, mientras que los procesos de membrana y la concentración por congelación están limitados, por efectos de transferencia de masa, a niveles de concentración mucho más bajos.

Los efectos medioambientales más importantes producidos en estos sistemas son el elevado consumo de energía, de agua de refrigeración y la producción de vertidos procedentes de los condensados de la evaporación (aceites esenciales, compuestos orgánicos).

La tecnología de evaporación ha avanzado significativamente hasta conseguir una alta eficiencia energética y una calidad elevada del producto. Para mejorar la eficiencia de la evaporación, se han

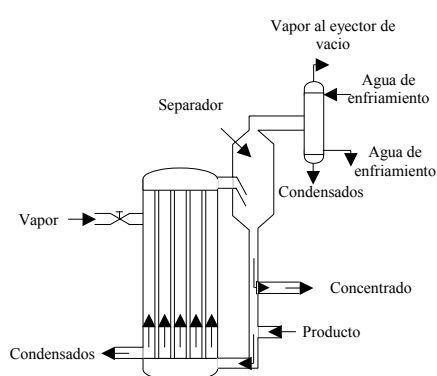
desarrollado varios métodos, basados particularmente en la reutilización de la energía contenida en el vapor.



**Figura.2.5.- Principios evaporador.**

### ● Evaporador de simple efecto

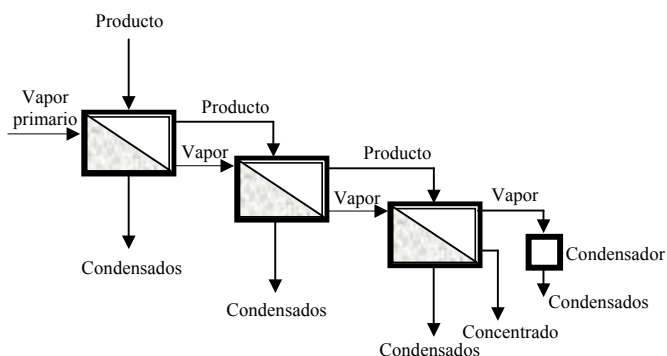
El método de evaporación más simple es la utilización de un único efecto, en el que el vapor se alimenta al interior de la cámara de vapor, el concentrado y el vapor producidos se eliminan y después este vapor se condensa hasta agua caliente.



En la figura se presenta un esquema completo de un evaporador de simple efecto

Un evaporador a vacío de simple efecto puede tener un consumo específico de 825-900 kg vapor/t producto para una evaporación de 750-800 kg de agua evaporada por hora (para instalaciones de 10-60 t/día), aunque estos datos dependen del tipo de producto elaborado y del grado de concentración final obtenido.

**Figura.2.6.- Evaporador de simple**



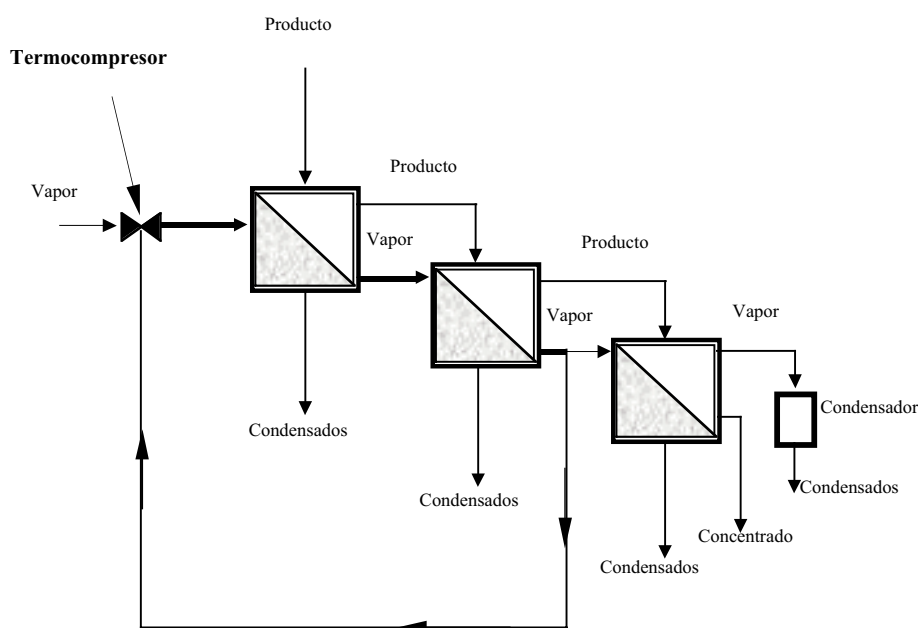
**Evaporador de múltiple efecto** En el evaporador de simple efecto los vapores producidos se separan sin utilizar posteriormente su contenido calorífico. Ahora bien, si los vapores se reutilizan como medio de calentamiento (vapor primario) en otro paso de evaporación, el evaporador se denomina de múltiple efecto. La utilización de múltiples efectos tiene como objetivo la recuperación de energía. Existen además otros sistemas de recuperación que a su vez pueden utilizarse

en montajes en múltiple efecto:

**Recompresión térmica del vapor:** una forma de reutilizar el vapor secundario consiste en reciclarlo, al menos parcialmente, reinyectándolo en el evaporador como vapor de calentamiento. Para que esta solución sea posible es necesario compensar la caída de entalpía entre vapor de calentamiento y secundario, recomprimiendo el vapor a reciclar; esto se consigue por medio de un termocompresor.

La recuperación de energía que se consigue con la termocompresión depende de la relación entre el caudal de vapor aspirado y el caudal de vapor motriz.

El uso de la termocompresión generalmente reduce los costes de la instalación, puesto que el termocompresor cuesta menos que un efecto adicional, mientras que mantiene la eficiencia energética que este efecto adicional puede proporcionar. Es además simple y fácil de mantener. Sin embargo su uso está limitado cuando existe una alta elevación del punto de ebullición, cuando no se dispone de vapor motriz a alta presión ( $> 400$  kPa) o cuando es importante la flexibilidad del evaporador, ya que el termocompresor está diseñado para trabajar en unas condiciones fijas.



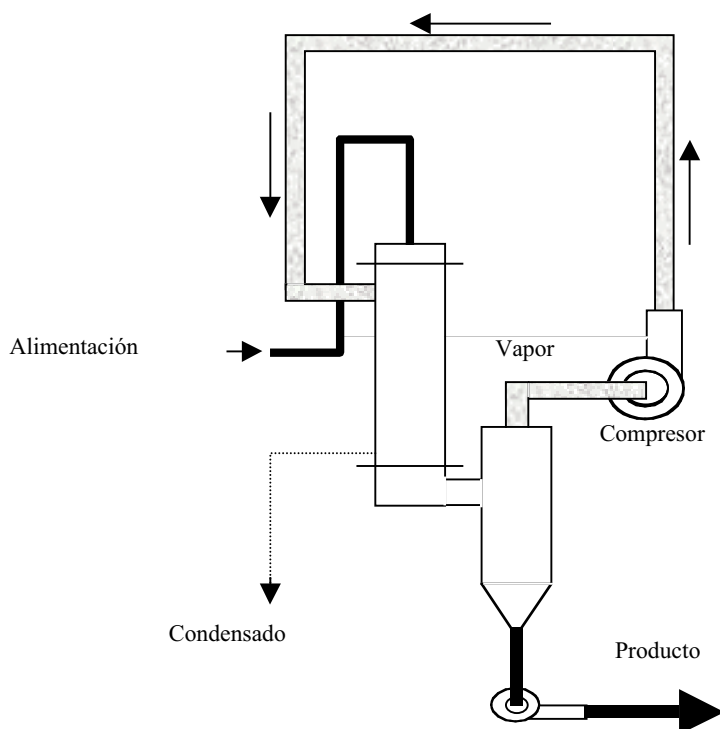
**Figura. 2.7.- Termocompresión en un sistema de efecto múltiple.**

### Recompresión mecánica del vapor

La compresión mecánica también puede mejorar la utilidad (presión, temperatura y contenido energético) de los vapores producidos durante la evaporación. Aquí los vapores de un efecto se comprimen para alcanzar una presión alta, en un compresor mecánico y después son reutilizados.

En este caso, en lugar de reciclar sólo una parte del vapor secundario, es posible conseguir un reciclado prácticamente total, por la utilización del compresor mecánico que permite llevar su entalpía al nivel de la del vapor primario. Sólo se necesita una pequeña fracción de vapor motriz para compensar las inevitables pérdidas de energía; en este caso la economía de energía se consigue a costa de un incremento doble de la inversión, por un lado es necesario un equipo de evaporación con una superficie elevada y por otro hay que invertir en el compresor, cuyo coste puede ser equivalente al del resto de la instalación.

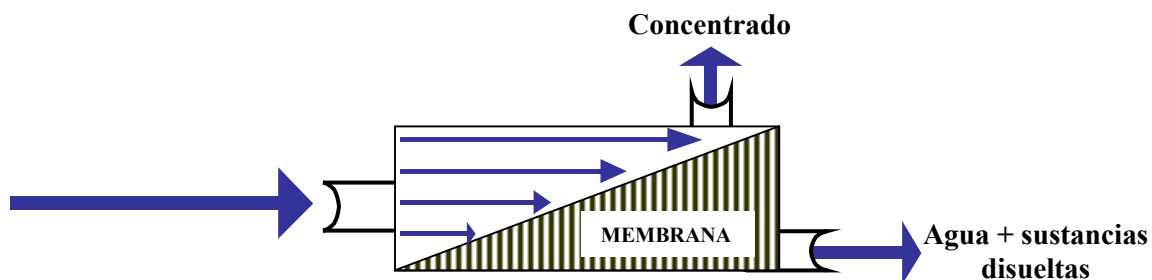
Pese a estos costes y a ciertos problemas técnicos que han retrasado el desarrollo de esta solución -por ejemplo los volúmenes enormes de vapor a comprimir (1 kg de vapor a 70°C ocupa 5 m<sup>3</sup>)- la recompresión mecánica se ha desarrollado a partir de los años ochenta gracias al espectacular ahorro de energía que consigue.



**Figura. 2.8.- Recompresión mecánica del vapor.**

### 2.5.3.2. Técnicas de membrana

Las técnicas de membrana aplicadas a la concentración de zumos consisten en la eliminación selectiva del agua y algunos solutos disueltos en la misma mediante el paso del zumo a través de una membrana semipermeable por medio de la aplicación de un gradiente de presión al líquido a concentrar.



Las principales ventajas de la concentración por membrana, respecto a la evaporación, son:

- Las pérdidas organolépticas y de valor nutritivo son mínimas, en especial las de las sustancias volátiles. Dado que las operaciones de membranas generalmente se realizan a temperaturas reducidas  $< 50^{\circ}\text{C}$ , no se produce degradación térmica de nutrientes, sólo algunos nutrientes con peso molecular bajo (tales como la vitamina C) se pierden a través de membranas de ultrafiltración, mientras que no se pierde ninguno por ósmosis inversa. Por lo tanto, la calidad de los alimentos procesados utilizando sistemas de membrana es generalmente superior a la conseguida empleando otras tecnologías de concentración.
- En los procesos de membrana no se producen cambios de fase (líquido – gas) por lo que sus consumos energéticos son menores.
- No se necesitan grandes volúmenes de agua para el enfriamiento posterior a la concentración.

Las principales desventajas respecto a la evaporación son:

- Una limitación muy importante de la técnica de concentración por membranas es que no se pueden obtener grados de concentración tan elevados como con la evaporación (30-35° Brix frente a los 70-75° Brix alcanzados mediante evaporación).
- Mayores costes de inversión.
- Obstrucciones de las membranas (por polímeros), lo que reduce el tiempo de funcionamiento efectivo entre dos sesiones de limpieza consecutivas.

En función del tamaño de los poros de la membrana se obtienen composiciones diferentes de las sustancias que atraviesan las membranas conjuntamente con el agua, y, por tanto, cambia su campo de aplicación a la concentración de zumos. A menor diámetro de poro, mayores deben ser las presiones a alcanzar para realizar la filtración, y a medida que el zumo se va concentrando, mayores deben ser las presiones aplicadas. Este aspecto técnico es el responsable de que no se puedan obtener grados de concentración elevados.

**Tabla 2.2.- Características técnicas y composición de los solutos que atraviesan los diferentes sistemas de filtración por membrana**

(a) Sistema	Diámetro poro	Presión	Sustancias que atraviesan la membrana
<b>Ósmosis inversa</b>	5-20 Å	2-7 MPa	Agua + algún ión
<b>Ultrafiltración</b>	10 Å–0.2 $\mu\text{m}$	0.3-1.3 MPa	Agua + iones + moléculas pequeñas
<b>Microfiltración</b>	0.05-2 $\mu\text{m}$	0.05-0.4 Mpa	Agua + iones + coloides + bacterias +partículas pequeñas en suspensión

Es importante destacar que el agua eliminada del zumo posee unas características analíticas aceptables para su reutilización.

### 2.5.3.3. Congelación

La concentración de alimentos líquidos por congelación implica una reducción de la temperatura del producto de una forma suficientemente controlada, para conseguir una congelación parcial del mismo, hasta obtener una mezcla de cristales de hielo en un fluido concentrado. Estos cristales de hielo, si se han formado bajo condiciones apropiadas, serán muy puros, es decir, llevarán muy poco producto incorporado entre ellos. La separación de estos cristales puros de hielo, por centrifugación o por

alguna otra técnica, lleva a conseguir un producto líquido concentrado. La concentración por congelación es aplicable a muchos alimentos. Se ha utilizado comercialmente para la concentración de zumo de naranja.

**Figura.2.9.- Esquema de las fases del proceso de concentración por congelación**



Las principales ventajas de la utilización de la concentración por congelación, frente a la evaporación o a la ósmosis inversa, están relacionadas con las bajas temperaturas del proceso y la ausencia de la interfase líquido-vapor en la separación. La operación a baja temperatura permite la concentración de alimentos térmicamente sensibles sin pérdidas de calidad de los mismos; además en la separación sólido-líquido de la concentración por congelación no se producen pérdidas de sabor y aromas volátiles, como ocurre en la evaporación. Por estas razones, los productos obtenidos por este sistema generalmente presentan una calidad superior a los obtenidos por evaporación y equivalentes a los concentrados hechos por ósmosis inversa. Otra ventaja es que se obtiene el producto a baja temperatura con lo cual es compatible con la liofilización y procesos similares que requieren sistemas de enfriamiento. Los procesos de concentración por congelación, sin embargo, están limitados en el grado de concentración que se puede alcanzar. Estas limitaciones se deben, generalmente, al incremento de viscosidad que se produce a las bajas temperaturas de congelación.

Los principales efectos medioambientales de este sistema son el muy elevado consumo energético y la producción de disoluciones con elevado contenido en sólidos solubles debido a su arrastre en los cristales. En cuanto a la calidad del producto, con esta técnica se pueden alcanzar los estándares más elevados. Su utilización es muy limitada por el elevado consumo energético.

☑ **Aguas residuales.**- Durante la operación de concentración se producen vertidos de aguas residuales con un contenido en carga contaminante variable en función de la tecnología utilizada, pudiendo llegar a tener elevadas demandas de oxígeno y alto contenido en sólidos solubles.

☑ **Ruidos.**- En estas operaciones, la generación de ruidos provocados por los equipos no es muy significativa.

🟩 **Emisiones atmosféricas.**- No se producen emisiones de vapor

🟩 **Restos orgánicos.**- No se producen residuos sólidos.

## 2.6. PROCESOS Y TÉCNICAS ESPECÍFICAS APLICADAS A LA ELABORACIÓN DE SALSAS

La Reglamentación técnico-sanitaria define salsas como aquellos preparados alimenticios resultado de la mezcla de distintos ingredientes comestibles y que, sometidos al tratamiento culinario conveniente, se utilizan para acompañar a la comida o a los preparados alimenticios.

Asimismo clasifica los diferentes tipos de salsas del siguiente modo:

- Tomate frito.
- Ketchup, catsup o catchup.
- Mayonesa o mahonesa y salsa fina.
- Mostaza.
- Otros tipos de salsa.

Y las define:

- *Tomate frito.*- Es el producto formulado a partir de tomate en cualquiera de sus formas de utilización (tomate natural, zumo de tomate, puré, pasta o concentrado de tomate).
- *Ketchup.- catsup o catchup.*- Es el producto preparado a partir de tomate en cualquiera de sus formas de utilización (tomate natural, zumo de tomate, puré, pasta o concentrado de tomate), sazonado con sal, vinagre, azúcares y especias.
- *Mayonesa o mahonesa y salsa fina.*- Son los productos en forma de emulsión, constituidos, básicamente, por aceites vegetales comestibles, huevos o yemas de huevo, vinagre y zumo de limón.
- *Mostaza.*- Es el producto preparado a partir de la semilla de mostaza en cualquiera de sus formas de utilización (grano entero, grano machacado o harina de mostaza) sazonado con vinagre.
- *Otros tipos de salsas.*- En este grupo se incluyen las salsas que no se ajustan a las características de los tipos definidos anteriormente.

Hay dos tipos de salsas en función del proceso de elaboración:

- *Salsas emulsionadas:* son aquellas que precisan de una emulsión o batido de un sólido en un líquido en el cual no es soluble, manteniéndose estable por cierto tiempo. Puede hacerse en frío, como la salsa mayonesa o en caliente, como la salsa holandesa.
- *Salsas no emulsionadas:* todas aquellas que se obtengan por la mezcla, ya sea en caliente o en frío, de diferentes ingredientes sólidos y líquidos. En esta categoría se encuentran el tomate frito, ketchup, la mostaza y todas aquellas salsas elaboradas sin emulsión.

La elaboración de salsas vegetales presenta, en lo fundamental, un diagrama de flujo similar a la elaboración de conservas vegetales en lo que respecta a las fases que tienen una incidencia ambiental, por ello el desarrollo de las etapas ya se ha realizado en apartados anteriores.



### 3. NIVELES ACTUALES DE EMISIONES, CONSUMO DE ENERGÍA Y MATERIA PRIMA

#### Resumen

La elaboración de conservas vegetales, zumos, congelados y salsas implica, como hemos visto en el capítulo anterior, el tratamiento de la materia prima mediante distintos procesos y con una amplia gama de técnicas.

Para la elaboración de este capítulo se han tenido en cuenta diversas **fuentes de información** entre las que destacan:

- ✓ Las **propias industrias** que forman parte del sector a través de una encuesta elaborada por los Centros Técnicos que se envió a un número determinado de empresas (medianas y grandes) de los subsectores que se tratan (datos del sector).
- ✓ Información de los **Centros Técnicos** extraída de diferentes estudios y proyectos realizados en los últimos 5 años en empresas del sector.
- ✓ El **Documento BREF** de referencia Europeo sobre las Mejores Técnicas Disponibles (Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry).
- ✓ **Bibliografía** específica.

Con toda esta información se van a presentar en este capítulo:

- Los **consumos de recursos naturales** (agua y energía).
- La valoración de los impactos provocados por los distintos aspectos medioambientales: **aguas residuales, emisiones atmosféricas, residuos sólidos y ruidos.**

Con respecto a:

- Los procesos de elaboración en su conjunto: punto **3.1. NIVELES EMISIONES, CONSUMOS Y BALANCES GLOBALES.**
- Las diversas etapas que forman parte de los procesos de elaboración: punto **3.2. VALORACIÓN DE CONSUMOS Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES POR ETAPAS.**

Son muchos los factores que influyen en la naturaleza de los impactos ambientales y la magnitud de su incidencia (materia prima, estado de la materia prima, tecnología, procesos empleados, sistemas de reutilización del agua, tipo de agua utilizada, climatología, situación geográfica, etc); todo ello hace que los datos disponibles sean muy variables.

### 3.1. NIVELES EMISIONES, CONSUMOS Y BALANCES GLOBALES

En este apartado se presentan datos obtenidos de diversas fuentes ya mencionadas (industrias del sector, Centros Técnicos, BREF,...) con respecto a los aspectos ambientales y al impacto ambiental que provocan **de forma global** los procesos del sector de transformados vegetales.

A menudo, o más bien en la práctica totalidad de las empresas, la información cuantitativa disponible sobre los impactos ambientales se corresponde al **proceso de elaboración en su conjunto** y no al de las diferentes fases de la producción. Por ello, es importante aclarar que cuando se dan intervalos a consumos o en la emisión de contaminantes, corresponden a datos del proceso global y dentro de dichos intervalos habrá empresas de todos los tipos, en unos casos no habrán aplicado MTD y en otros casos, sí habrán aplicado MTD que en el caso de cada instalación puede tener implantadas las MTD en operaciones diferentes.

Por otro lado, la aplicación de una MTD puede tener como objetivo la reducción de un impacto pero, puede suponer el aumento de otros. Por ejemplo, si una MTD está orientada a la reducción de consumo de agua, se puede hacer notar en el balance global de dos maneras: el consumo total será más bajo; sin embargo, la concentración en el vertido final será mayor. Por todo esto, en ningún caso se puede considerar que los límites inferiores de los intervalos que se presentan corresponden a procesos con MTD implantadas.

Las diferencias cuantitativas de los impactos ambientales entre los procesos de elaboración de los diferentes productos de transformados vegetales quedan evidenciadas cuando observamos en los balances presentados para diferentes productos, las entradas y salidas de materias primas, productos elaborados, subproductos y residuos.

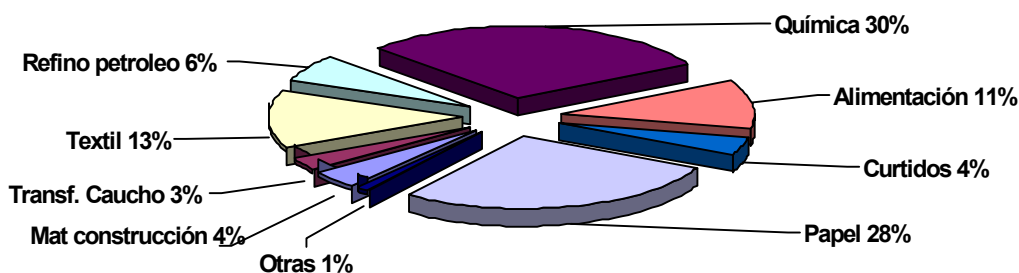
Asimismo también se demuestra que los valores de consumos e insumos mostrados en el BREF así como los obtenidos bibliográficamente de otros países europeos son muy diversos en relación a su cuantificación, si bien cualitativamente son similares.

Incluso los valores encontrados en la bibliografía española difieren significativamente de unos autores a otros, por ello las horquillas mostradas pueden parecer en algunos casos algo amplias pero recogen la variable realidad del sector de transformados en España.

#### 3.1.1. NIVELES DE EMISIONES Y CONSUMOS

##### 1. Consumo de agua

En la industria agroalimentaria y en particular en el subsector de transformados vegetales el agua es una materia prima imprescindible para el desarrollo de su actividad, de hecho este sector tiene un **consumo de agua importante** tal y como se puede observar en la siguiente figura siendo una de las actividades industriales que tiene un mayor consumo de agua y la que más consume si hablamos de agua potable.



**Figura. - 3.1. Dotación de agua por sectores industriales.**

Fuente: Hispagua. 2003

Son numerosas las fases de producción y las operaciones que se llevan a cabo en estos subsectores que utilizan agua: lavado de materias primas, escaldado y enfriamiento, tratamiento térmico, equipos auxiliares (producción de vapor, generación de frío, etc.), limpieza, etc.

Un hecho destacable en el consumo de agua de la industria de transformados vegetales es, como se puede deducir de la diversidad de operaciones y procesos en los que se utiliza, que se necesitan aguas de distintas calidades en función de su destino; ello es importante porque permite las recirculaciones y reutilizaciones adecuando la calidad del agua a las necesidades que el proceso u operación demande.

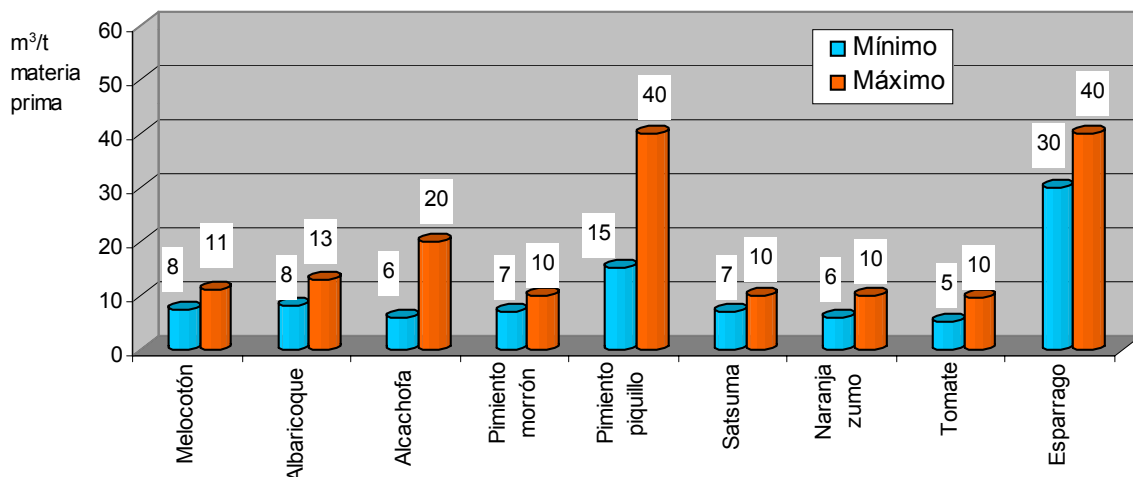
Según datos aportados por los Centros Técnicos, las empresas del sector que consumen menos de 30.000 m<sup>3</sup>/año corresponden a pequeñas empresas con producción estacional; el consumo entre 30.000 y 200.000 m<sup>3</sup>/año se produce en empresas medianas; las grandes conserveras y congeladoras gastan más de 200.000 m<sup>3</sup>/año.

En la siguiente tabla se muestran los consumos medios de agua en diversas actividades. Estos datos extraídos del documento **BREF** difieren notablemente de los obtenidos del sector y de los Centros Tecnológicos.

**Tabla 3.1.- Consumo de agua en industrias de transformados vegetales.**  
(Documento BREF, Banco Mundial (IBRD) UNEP UNIDO, 1998).

PRODUCCIÓN	Consumo de agua (m <sup>3</sup> /t producto)
Conservas de frutas	2.5 – 4.0
Conservas vegetales	3.5 – 6.0
Congelados vegetales	5.0 – 8.5
Zumos de frutas	6.5
Elaboración de Mermelada	6.0

Los datos referentes al consumo de agua del **sector en España** han sido proporcionados por los Centros Técnicos, obtenidos de diferentes estudios y proyectos realizados en las empresas del sector.



**Figura 3.2.- Consumo de agua en elaboración de conservas de hortalizas y frutas.** (Datos del sector).

Los datos extraídos de la información aportada por las empresas del sector indican que el consumo de agua entre una conservera y una congeladora es diferente debido fundamentalmente al tipo de proceso que realizan (conservación o congelación).

Las **conserveras** consumen entre **4-60 litros por kg de materia prima**; el amplio rango presentado depende de varios factores entre los que se pueden enumerar los siguientes:

- el **producto elaborado**: las características de la materia prima determinan el tipo de operaciones y tecnologías por las que tiene que pasar hasta obtener el producto final.
- Es importante también el **tipo de elaboración**: hay vegetales que admiten diferentes tipos de elaboración. Por ejemplo la alcachofa, según los requerimientos del mercado al que se destine se fabrica como conserva ácida o como conserva no ácida. En la fabricación de conserva no ácida el enfriamiento post-esterilización tiene que ser mayor que en conserva ácida lo que conlleva un mayor gasto de agua.
- Otro factor determinante es la **productividad** de la empresa. Si el consumo de agua lo expresamos en litros por kg de materia prima, lógicamente a mayor producción el ratio (l/kg) será menor. En productos que requieren procesos de elaboración más artesanales, el consumo de agua por kg de materia prima es mayor debido al consumo de agua básico de las líneas y a la menor productividad (por ejemplo: pimiento piquillo vs pimiento morrón).
- Implantación de **sistemas de recirculación y buenas prácticas medioambientales**: la reutilización de aguas limpias, la optimización del caudal en las distintas operaciones y otras buenas prácticas también influyen en el consumo de agua.

La elaboración de **salsas** presenta los valores más bajos del rango indicado (entre **4 y 6 l/kg materia prima**); generalmente se elaboran a partir de productos semielaborados (tomate concentrado...), por tanto no son necesarias las fases de preparación de la materia prima.

La elaboración de vegetales **congelados** se consume de **4 a 40 l/kg de materia prima**. Hay que tener en cuenta que estos valores incluyen las aguas de condensación del amoníaco. Como puede observarse el rango es amplio y los factores que influyen son similares a los que hemos indicado para las conservas. En el caso de las congeladoras hay algunas que disponen de **sistemas de recirculación** del agua de condensación del amoníaco.

De las empresas congeladoras encuestadas, el 6% tiene un consumo anual menor de 30.000 m<sup>3</sup>/año, el 67% consume entre 30.000 y 300.000 m<sup>3</sup>/año y el 27% consume más de 300.000 m<sup>3</sup>/año.

## 2. Consumo de energía

En relación con el consumo de energía, lo primero que hay que destacar es que la industria de transformados vegetales no se encuentra entre los sectores más consumidores de energía.

El calor se produce a partir de combustibles sólidos (leña, etc), combustibles líquidos (fueloil,...), combustibles gaseosos (gas natural,...) y energía eléctrica (que es generada por combustibles sólidos, líquidos, gaseosos, nucleares o por saltos de agua, molinos de viento, etc). La selección de la fuente de calor depende no sólo de consideraciones económicas sino también de los efectos del combustible y sus subproductos sobre los alimentos o el medio ambiente.

Según datos aportados por los Centros Técnicos, las empresas del sector que consumen menos de 100.000 kWh/año corresponden a pequeñas empresas, entre 100.000 y 1.000.000 kWh/año son empresas medianas de producción estacional, y el gasto mayor de esta última cantidad grandes conserveras y congeladoras.

Dentro de las diferentes etapas y operaciones llevadas a cabo en la elaboración de conservas, zumos, congelados y salsas vegetales, el mayor gasto energético se realiza en el proceso de elaboración propiamente dicho (escaldado, esterilización/pasterización y enfriamiento, congelación... con un consumo medio entre el 40 y el 80 % del total); una parte del mismo se produce en el envasado (15 – 40%), transporte (0.56 – 30 %), lavado (15 %) y en el almacenamiento, hasta un 85 % del gasto total en la congelación de alimentos. (P. Fellows, 1993).

El vapor de agua necesario para muchas de las operaciones de transformación de los vegetales se genera mediante calderas de vapor. El combustible consumido en la caldera supone el **8.6 – 97.2 %** del gasto energético total de la empresa. Solamente entre la mitad y dos tercios del vapor condensado retorna a la caldera, por lo que el calor que éste contiene se pierde. Aproximadamente el **40 %** de las pérdidas energéticas de las fábricas son en forma de vapor y otro **10 – 20 %** en forma de agua caliente (Whitman y col, 1981).

Los datos obtenidos del sector indican que el consumo de energía es variable. Las conserveras consumen aproximadamente de **50 a 275 kWh por tonelada (t) de materia prima** mientras que la transformación de vegetales congelados presenta unos valores de **200 a 600 kWh por t de materia prima**.

Como puede observarse, la cantidad de energía consumida en una congeladora es mayor que en el caso de las conservas y se debe fundamentalmente a los equipos de generación de frío, congelación y almacenamiento (compresores, evaporadores forzados, etc). Solamente un pequeño porcentaje de las empresas dispone de sistemas de cogeneración de energía.

### 3. Aguas residuales

La generación de aguas residuales en el subsector de transformados vegetales es (como consecuencia del elevado consumo de agua) y es importante, sobre todo en cuanto a su **volumen o caudal**; aproximadamente entre el **70 al 80 %** del consumo de agua se vierte en forma de aguas residuales (el 20-30 % restante se incorpora al producto como líquido de gobierno, se pierde en evaporaciones,...).

Otro aspecto importante de las aguas residuales es la **carga contaminante** que contienen. El agua entra en contacto con el producto y se produce un intercambio de sustancias del producto al agua. La **carga contaminante** de estos vertidos se debe principalmente al contenido de materia orgánica y sólidos en suspensión y en ocasiones sales disueltas.

Dichos contaminantes se traducen analíticamente en parámetros como **DBO** (demanda bioquímica de oxígeno), **DQO** (demanda química de oxígeno) y **sólidos en suspensión (SST)**, y en ocasiones en vertidos con alta **conductividad** y **pHs** variables en función del proceso, materia prima o si se utiliza el pelado alcalino.

Con respecto al punto de vertido de las aguas residuales, puede realizarse a **colector municipal** (donde generalmente existen depuradoras municipales) o a **cauce público**.

La mayoría de las empresas realizan algún tipo de pretratamiento previo al vertido de las aguas residuales como la separación de sólidos gruesos, homogeneización de los vertidos, neutralización, etc. En los últimos años y en respuesta a la cada vez mayor importancia del factor ambiental, son numerosas las empresas que están instalando depuradoras y el porcentaje de las mismas que dispone de sistemas de depuración aumenta progresivamente con el tamaño de la empresa.

Otra particularidad muy común en este tipo de industria es la **irregularidad en la producción** en función de las diferentes campañas de elaboración y en ocasiones con paradas de actividad entre campañas, dificultando todo ello el tratamiento de las aguas residuales.

En la Tabla 3.2 recogida del **Documento BREF** se pone de manifiesto la amplitud de los intervalos de cuantificación de la generación de aguas residuales.

En el mismo **Documento BREF** se muestran unas tablas del **Banco Mundial** donde se exponen los volúmenes de vertido y la carga contaminante ( $\text{DBO}_5$  y Sólidos en Suspensión) generado por unidad de producción, que pueden conseguirse aplicando medidas de reducción de la contaminación de diferentes materias primas.

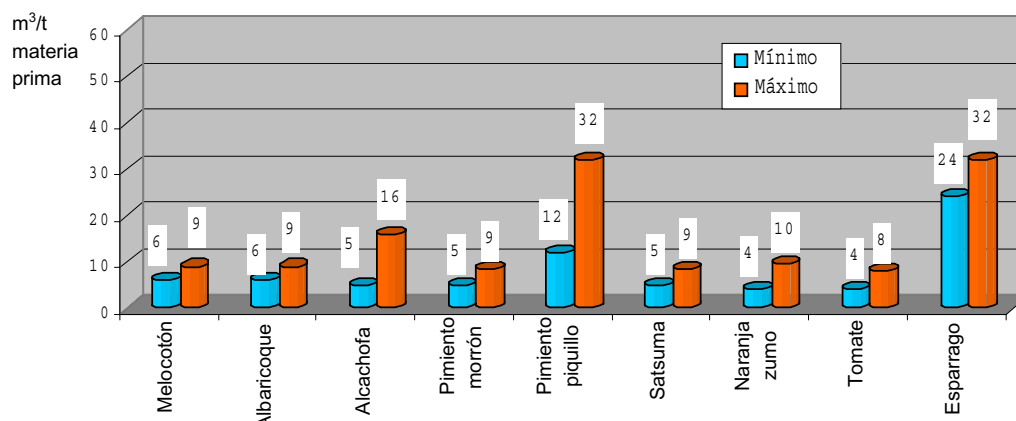
Tabla 3.2. Caudal y carga contaminante en subsectores. BREF Mayo 2003.

Subsectores	Caudal (m <sup>3</sup> /t materia prima)	Carga contaminante
Conservas y congelados vegetales	3.5 a 8.5	DBO <sub>5</sub> : 140 a 7.000 mg/l SST: 60 a 3.000 mg/l
Zumos	0.5 a 6.5	DBO <sub>5</sub> : 500 a 3.200 mg/l SST: 300 a 1.300 mg/l

Tabla 3.3.- Volumen de agua residual y carga contaminante por unidad de producción en transformación de hortalizas y frutas. (Documento BREF, Banco Mundial (IBRD) UNEP UNIDO, 1998).

PRODUCTO	Agua residual (m <sup>3</sup> /Ud prod)	DBO <sub>5</sub> (kg/ Ud prod)	Sólidos Susp (kg/ Ud prod)	PRODUCTO	Agua residual (m <sup>3</sup> /Ud prod)	DBO <sub>5</sub> (kg/ Ud prod)	Sólidos Susp (kg/ Ud prod)
Espárrago	69.0	2.1	3.4	Judías secas	18.0	15.0	4.4
Remolacha	5.0	20.0	3.9	Champiñón	22.0	8.7	4.8
Brócoli	11.0	9.8	5.6	Pimientos	29.0	27.0	2.9
Coles bruselas	36.0	3.4	11.0	Tomate	4.7	1.3	2.7
Zanahoria	12.0	20.0	12.0	(2)	8.9	4.1	6.1
Coliflor	89.0	5.2	2.7	Albaricoque	29.0	15.0	4.3
Maíz				Espinacas:			
-Conserva	4.5	14.0	6.7	-Conserva	28.0	8.2	6.5
-Congelado	13.0	20.0	5.6	-Congelado	29.0	4.8	2.0
Cebolla y ajo deshidratado	20.0	6.5	5.9	Melocotón			
				(i) Conserva	13.0	14.0	2.3
				(ii) Congelado	5.4	12.0	1.8
Patata:				Ciruelas	5.0	4.1	0.3
-Congelada	11.0	23.0	19.0	Uva	2.8	6.0	1.6
-Deshidratada	8.8	11.0	8.6	Pera	12.0	21.0	3.2
Piñas	13.0	10.0	2.7	Cítricos	10.0	3.2	1.3
Fresas	13.0	5.3	1.4	-	-	-	-

Los datos referentes al **sector en España** proporcionados por los Centros Técnicos han sido obtenidos de diferentes estudios y proyectos realizados en las empresas del sector. Se presentan en las siguientes figuras los rangos (mínimo y máximo) de vertido de aguas residuales (figura 3.3) y de carga contaminante (tabla 3.4) de algunos productos:



**Figura 3.3.-Caudal de vertido de aguas residuales en elaboración de conservas de hortalizas y frutas. (Datos del sector).**

Como podemos observar las características de las aguas residuales vertidas **difieren muy significativamente** en función de la **materia prima** procesada, tanto en volumen como en carga contaminante y difieren asimismo de los datos presentados de otras fuentes (BREF, ...).

El rango de carga contaminante de las aguas residuales es **amplio** en todos los casos, dependiendo sobre todo de la **materia prima**, de las **técnicas empleadas**, de los **sistemas de reutilización** de agua, etc.

**Tabla 3.4.- Carga contaminante de aguas residuales en transformación de conservas y congelados de hortalizas y frutas (CNTA, CTC).**

Producto	Carga contaminante		
	pH	DQO (mg/l)	SST (mg/l)
Melocotón	7-8.5	1.200-4.400	150-550
Albaricoque	6-8	600-2.700	75-250
Alcachofa	6-8.5	400-2.600	100-350
Pimiento morrón	6.5-9.5	400-2.000	150-400
Pimiento piquillo	5-7.5	500-3.500	100-500
Satsuma	5.5-7.5	700-3.200	175-400
Naranja zumo	5-7.5	1.500-5.500	150-550
Manzana concentrado	4.5-7.0	800 -2.500	150-450
Tomate	4.5-7.5	1.000-4.000	400-2.500
Congelados *	6-9	1.000-4.000	100-1.200

\* En el caso de los valores indicados de carga contaminante para los vegetales congelados corresponden a las aguas residuales procedentes de **producción**; no contienen las aguas de condensación del amoníaco (aguas limpias).



#### 4. Emisiones atmosféricas

En relación con la emisión de gases a la atmósfera hay que destacar que la industria de transformados vegetales no se encuentra entre los sectores más problemáticos en este aspecto.

Es importante señalar que las emisiones atmosféricas se generan principalmente por efecto del funcionamiento de las **calderas de producción de vapor** (el combustible quemado para calentar el agua genera humos). Existen otros equipos que también producen emisiones de gases como los hornos y freidoras.

Las emisiones generadas en algunas de las etapas genéricas como el escaldado, tratamiento térmico, se componen principalmente de **vapor de agua**.

De acuerdo con el Real Decreto 833/1975 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico y la Orden de 18 de octubre de 1976 de Prevención y Corrección de la Contaminación Atmosférica de Origen Industrial, la mayoría de las empresas pertenecen al **grupo C** (generadores de vapor con capacidad igual o inferior a 20 t de vapor/hora) y en menor medida al **grupo B** (capacidad superior a 20 Tm de vapor/ hora) de industrias potencialmente contaminadoras de la atmósfera (con excepción de las empresas dedicadas a la preparación de platos precocinados que pertenecen al grupo B con independencia de las instalaciones de combustión).

Los combustibles más utilizados en los generadores de vapor y hornos son el gas-oil, el fuel-oil y el gas natural cuyos gases de combustión presentan los siguientes contaminantes:

- ❑ Óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>)
- ❑ Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- ❑ Óxidos de carbono (CO<sub>2</sub> y CO)
- ❑ Hidrocarburos no quemados
- ❑ Partículas

Los datos referentes al **sector en España** han sido proporcionados por los Centros Técnicos, obtenidos de diferentes estudios y proyectos realizados en las empresas del sector. En la siguiente tabla se muestran los resultados medios, mínimos y máximos del análisis de las emisiones gaseosas de calderas; en ella, se pueden apreciar las diferencias en la composición de los gases dependiendo del tipo de combustible utilizado:

**Tabla 3.5.- Media de análisis de emisiones gaseosas de calderas con distintos tipos de combustible, intervalo de resultados. Fuente: CTC y CNTA**

Combustible	Opacidad (Bacharach)	SO <sub>2</sub> (ppm)	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)
<b>B.</b> Gas-oil	1 [1 - 2]	23 [1 - 45]	28 [3 - 64]	66 [43 - 107]
<b>C.</b> Fuel-oil	3 [1 - 6]	800 [76 - 1990]	47 [0 - 119]	213 [80 - 382]
<b>D.</b> Gas natural	1 [-----]	0 [-----]	14,7 [4 - 65]	60 [50 - 98]

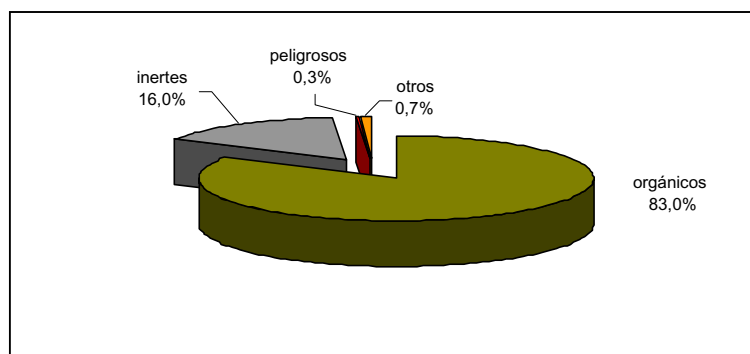
## 5. Restos sólidos

La generación de restos sólidos en el subsector de transformados vegetales es importante sobre todo en cuanto a su **volumen o cantidad**, diferenciándose los residuos generados entre **orgánicos**, **inertes** y **peligrosos**. Los residuos más habitualmente producidos en la industria de transformados vegetales se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3.6.- Residuos más comunes de la industria de transformados vegetales.**

<b>Residuo</b>	<b>Código CER</b>	<b>Peligrosidad</b>
Restos orgánicos de frutas y hortalizas	020103	No
Papel y cartón	200101	No
Plástico	200139	No
Envases metálicos	200140	No
Envases de vidrio	200102	No
Residuos asimilables a urbanos	200301	No
Aceite de maquinaria usado	130203	Si
Residuos de envases peligrosos	150110	Si
Lodos de depuradora	020305	No

De los datos obtenidos del sector se puede concluir que el **83 %** de los residuos generados corresponde a los **orgánicos** (procedentes de operaciones de corte, troceado, pelado, etc). El **16 %** está formado por residuos **inertes** correspondientes a cartón, plástico, chatarra, vidrio, hojalata, etc.



**Figura 3.4.- Residuos sólidos en transformados vegetales**

Como puede observarse la producción de residuos **peligrosos** es prácticamente nula (**0.3 %**) con respecto al total y convierte a estas empresas en **Pequeños Productores de Residuos Peligrosos** según el Real Decreto 833/1988 que aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (RTP's). Este RD clasifica a las empresas del sector como pequeños productores de residuos tóxicos peligrosos (producen menos de 10 t de RTP's). Estos residuos son principalmente envases de productos químicos, aceites de maquinaria usados, fluorescentes, etc. El % perteneciente a otros residuos (0.7 %) lo componen los lodos de depuradora o aceites de fritura.

**Tabla 3.7. Restos vegetales en subsectores. BREF Mayo 2003.**

Restos vegetales	
Conservas y congelados vegetales	Del 1 % (frambuesa) al 20 % (zanahoria, brócoli)
Zumos	Del 30 al 50 %

Como ya se ha comprobado, la principal generación de residuos debidos a la actividad del sector de transformados vegetales se debe a los restos orgánicos. En la tabla 3.7, recogida del **Documento BREF**, se definen los porcentajes generados de restos vegetales en dos subsectores:

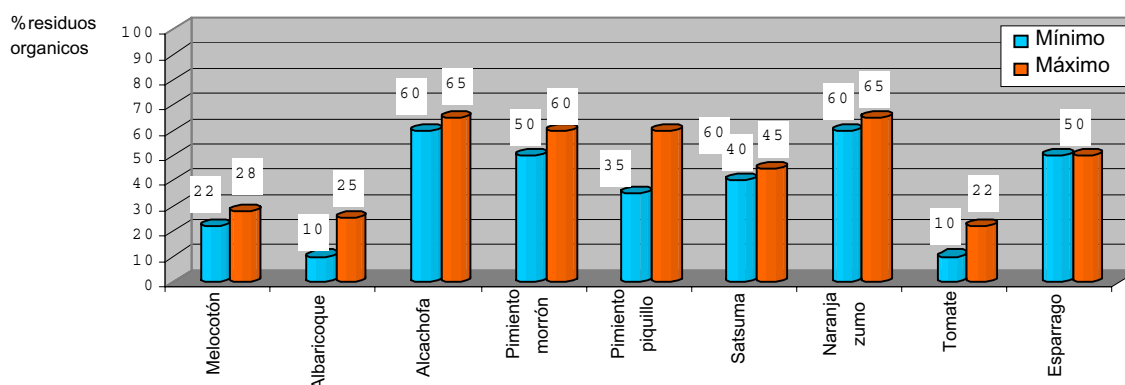
En la siguiente tabla se presentan datos aportados por los Centros Técnicos referentes a los porcentajes aproximados de restos generados para diferentes materias primas procesadas.

**Tabla 3.8.- Porcentajes de restos generados en función de la materia prima procesada.**

Fuente: CNTA - CTC

Materia Prima	Tipo de restos	% restos total	Materia Prima	Tipo de restos	% restos total
<b>Tomate</b>	Piel, pepita, podridos	<b>15</b>	<b>Borrajá</b>	Hojas	<b>28</b>
<b>Pimiento piquillo</b>	Corazones, piel	<b>53</b>	<b>Cardo</b>	Penca, hoja, corazón	<b>65</b>
<b>Pimiento morrón</b>	Corazones, pieles	<b>50-60</b>	<b>Acelga</b>	Pencas, hojas	<b>48</b>
<b>Espárrago</b>	Pieles, trozos	<b>51</b>	<b>Espinacas</b>	Hojas secas	<b>13</b>
<b>Alcachofa</b>	Brácteas, tallos	<b>60-65</b>	<b>Melocotón</b>	Pieles, huesos	<b>22-28</b>
<b>Judía verde</b>	Puntas	<b>28</b>	<b>Ciruela, albaricoque</b>	Pieles, huesos	<b>10-25</b>
<b>Champiñón</b>	Corte raíz, dextrío	<b>21</b>	<b>Naranja, mandarina</b>	Piel, corteza, semillas	<b>40-45</b>
<b>Puerro</b>	Hojas, raíces	<b>47</b>	<b>Naranja zumo</b>	Piel, corteza, semillas	<b>60-65</b>
<b>Brotes de ajo</b>	Partes blancas	<b>17</b>	<b>Pera</b>	Piel, peciolo, corazón	<b>42-45</b>
			<b>Manzana concent.</b>	Piel, peciolo, pepita	<b>10-15</b>

Los datos obtenidos del **sector en España** indican que el % de restos orgánicos, con respecto a la materia prima elaborada, generados en el sector de transformados vegetales varía entre **10 y 65 %**. Se presenta en la siguiente figura los rangos (mínimo y máximo) de producción de restos vegetales en varios productos:

**Figura 3.5.-Restos vegetales en elaboración de conservas de hortalizas y frutas (Datos del sector).**

En el caso de las empresas elaboradoras de salsas a partir de productos semielaborados (tomate concentrado, etc), el % de restos orgánicos generados es muy bajo (entre **1-5 %**) y proceden de pérdidas en línea o rechazos de producto.

Los restos orgánicos, como contrapartida a su elevada cantidad, presentan la característica de ser valorizables como subproductos, son reciclables o sirven como materia prima para otros procesos.

En cuanto a la gestión de los residuos sólidos, los restos vegetales pueden considerarse como subproductos; su principal destino es la **alimentación animal** aprovechando su gran valor nutritivo. En algunos casos se emplean como materias primas de otros procesos industriales (p.e. tallos espárrago, pieles naranja, etc), otras veces el destino final de estos restos son los vertederos municipales.

En cuanto a los **residuos sólidos inertes** (envases, papel, cartón, vidrio, plástico) se diferencian dos tipos de residuos de envases: en primer lugar, los generados por los productos que envasan y ponen en el mercado las propias empresas y que una vez consumidos originan este residuo. En este caso, de acuerdo con la Ley 11/1997 de Envases y Residuos de Envases y su desarrollo reglamentario (RD 782/1998 y OM 27 abril 1998), la responsabilidad de su gestión recae sobre las propias empresas, que pueden asumirla o bien delegarla contribuyendo con un **Sistema Integrado de Gestión de Envases y Residuos de Envases (SIG)**. Esta opción es la que han escogido las empresas del sector.

El otro tipo de residuos inertes derivados de los embalajes, material rechazado (hojalata, vidrio), etc, son en muchos casos segregados y entregados a gestores autorizados; en el caso de que la empresa no los separe su destino final es el vertedero municipal.

En cuanto a los residuos **peligrosos** pese a su escasa producción deben ser correctamente tratados mediante segregación y entrega a gestores autorizados.

Dentro de los residuos que se han clasificado como “otros” están los lodos de depuradora. Hay que decir que la cantidad de lodo generado por el sector de transformados vegetales va aumentando significativa y progresivamente con la instalación de depuradoras en las empresas. Estos lodos procedentes de la depuración de las aguas residuales generadas en estos cuatro sectores presentan los parámetros analíticos que se muestran en la tabla 3.9.

En ella se puede apreciar que estos lodos se caracterizan por un elevado contenido en materia orgánica, con una concentración en fósforo y nitrógeno muy variable y un contenido de metales pesados por debajo de los exigidos en las distintas normativas de aplicación de lodos de depuradora al sector agrario (R.D. 1310/1990) y sobre la utilización de abonos orgánicos en la normativa de fertilizantes y afines (Orden 28/5/1998). El destino de estos lodos es habitualmente la gestión mediante gestor autorizado.

Los siguientes datos referentes a la composición de los lodos del sector han sido proporcionados por los Centros Técnicos, obtenidos de diferentes estudios y proyectos realizados:

**Tabla 3.9.- Características de los lodos procedentes de depuradoras de aguas residuales generadas en la industria de transformados vegetales. Fuente: CNTA – CTC.**

Parámetros	Resultado medio	Valores Límite RD 1310/1990		Valores Límite Orden 28/5/1998
		Suelos pH < 7	Suelos pH > 7	
pH	6.5 [5.5 – 7.5]	----	----	----
Materia orgánica (%)	78 [65 – 91]	----	----	----
Materia seca (%)	10.6 [5.2 – 15.9]	----	----	----
Nitrógeno total (%)	2.5 [0.6 – 5.6]	----	----	----
Fósforo total (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.16 [0.3 – 2.8]	----	----	----
Cadmio (mg/kg)	< 1 [----]	20	40	3
Cobre (mg/kg)	37.5 [5.5 – 75]	1.000	1.750	450
Níquel (mg/kg)	24.8 [2.5 – 64]	300	400	120
Plomo (mg/kg)	22.3 [4.5 – 66]	750	1.200	150
Zinc (mg/kg)	439 [78 – 800]	2.500	4.000	1.100
Mercurio (mg/kg)	< 0.01 [----]	16	25	5
Cromo (mg/kg)	88 [14 – 162]	1.000	1.500	270

NOTA: Datos expresados en peso seco

## 6. Otros impactos ambientales (ruidos, olores...)

En relación a otros posibles tipos de impactos ambientales asociados a la industria de transformados vegetales como pueden ser los ruidos y los olores hay que señalar que en principio y de acuerdo con la definición de actividades molestas que se da en el Decreto 2414/1961: *“Serán calificadas como "molestas" las actividades que constituyan una incomodidad por los ruidos o vibraciones que produzcan o por los humos, gases, olores, nieblas, polvos en suspensión o sustancias que eliminen”*, la elaboración de conservas, congelados, zumos y salsas no están incluidas en esta definición aunque no están exentas de cumplir los límites y normativas específicas en cuanto a emisiones, ruidos, olores, etc.

Desde el punto de vista medioambiental, el ruido que hay que considerar es el que se genera en las instalaciones industriales y llega a receptores externos (viviendas, comercios, otras empresas...). Este impacto depende de muchos factores muy particulares tales como la ubicación de la empresa, horario de trabajo, tipo de construcciones que haya en los alrededores y distancia de las mismas, etc.

### 3.1.2. BALANCES GLOBALES POR PRODUCTOS

Las principales entradas a los procesos de transformados vegetales son la materia prima (fruta u hortaliza), agua, energía, envases y embalajes (vidrio, hojalata, plásticos y papel y cartón).

Las principales salidas de estos procesos son, además del producto acabado, las aguas residuales y los restos orgánicos.

Los balances generales de varios productos que a continuación se exponen muestran las cantidades de agua consumida, agua residual generada así como las características de estas últimas; también reflejan el rendimiento del proceso para cada materia prima así como la cantidad de restos orgánicos que generan (todo ello en relación a 1.000 Kg de materia prima).

Los balances no recogen la cantidad de energía, emisiones atmosféricas, ruidos, residuos de otro tipo (inertes, peligrosos) que se generan debido a que no hay suficientes datos para cuantificar estos apartados; son excesivamente variables para reflejarlos o la importancia de su impacto ambiental no es significativa.

Todos estos datos han sido proporcionados por los Centros Técnicos (CTC, CNTA) y corresponden a diversos estudios y proyectos realizados por los mismos en diferentes empresas del sector. Los productos presentados en estos balances son algunos de los más representativos de la fabricación de CONSERVAS.

### BALANCE GLOBAL - MELOCOTÓN

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua:</b> <b>7.5 – 11 m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 720 – 780 kg</b> <b>Restos orgánicos: 220-280 kg</b> <b>Aguas residuales: 6.0 –9.0 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 7.0 - 8.5</b> <b>DQO: 1200 - 4400 mg/l</b> <b>SST: 150 – 550 mg/l</b>
---	--

### BALANCE GLOBAL - ALBARICOQUE

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua: 8 - 13 m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 750 – 900 kg</b> <b>Restos orgánicos: 100-250 kg</b> <b>Aguas residuales: 6.0 –9.0 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 6.0- 8.0</b> <b>DQO: 600 - 2700 mg/l</b> <b>SST: 75 - 250 mg/l</b>
---	---

### BALANCE GLOBAL - ALCACHOFA

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua: 6 - 20 m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 350 – 400 kg</b> <b>Restos orgánicos: 600-650 kg</b> <b>Aguas residuales: 5 –16 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 6.0- 8.5</b> <b>DQO: 400 – 2.600 mg/l</b> <b>SST: 100 - 350 mg/l</b>
---	--

### BALANCE GLOBAL - PIMIENTO

#### ENTRADAS

1000 kg materia prima

Consumo Agua: 7 - 10 m<sup>3</sup>

#### SALIDAS

Producto elaborados: 400 – 500 kg

Restos orgánicos: 500-600 kg

Aguas residuales: 5 –8.5 m<sup>3</sup>

pH: 6.5- 9.5

DQO: 400 – 2000 mg/l

SST: 150 - 400 mg/l

### BALANCE GLOBAL - SATSUMA

#### ENTRADAS

1000 kg materia prima

Consumo Agua: 7 - 10 m<sup>3</sup>

#### SALIDAS

Producto elaborado: 550 – 600 kg

Restos orgánicos: 400-450 kg

Aguas residuales: 5 –8.5 m<sup>3</sup>

pH: 5.5 - 7.5

DQO: 700 – 3.200 mg/l

SST: 175 - 400 mg/l

### BALANCE GLOBAL - ESPARRAGO

#### ENTRADAS

1000 kg materia prima

Consumo Agua: 30-40 m<sup>3</sup>

#### SALIDAS

Producto elaborado: 500 kg

Restos orgánicos: 500 kg

Aguas residuales: 24-32 m<sup>3</sup>

pH: 7.0

DQO: 260 mg/l

SST: 110 mg/l

### BALANCE GLOBAL - PIMIENTO PIQUILLO

#### ENTRADAS

1000 kg materia prima

Consumo Agua: 15–40m<sup>3</sup>

#### SALIDAS

Producto elaborado: 400 – 650 kg

Restos orgánicos: 345-600 kg

Aguas residuales: 12 - 32 m<sup>3</sup>

pH: 5 - 7.5

DQO: 500 – 3.500 mg/l

SST: 100 – 500 mg/l

### BALANCE GLOBAL - TOMATE

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua: 5 – 9.5m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 780 – 897 kg</b> <b>Restos orgánicos: 103-220 kg</b> <b>Aguas residuales: 4 - 8 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 4.5 - 7.5</b> <b>DQO: 1.000 – 4.000mg/l</b> <b>SST: 400 – 2.500 mg/l</b>
---	--

### BALANCE GLOBAL – NARANJA ZUMO

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua: 6 – 10m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 350 – 400 kg</b> <b>Restos orgánicos: 600-650 kg</b> <b>Aguas residuales: 4.0 –9.50 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 5.0- 7.5</b> <b>DQO: 1500 – 5.500 mg/l</b> <b>SST: 150 – 550 mg/l</b>
--	---

### BALANCE GLOBAL – MANZANA CONCENTRADO

<b><u>ENTRADAS</u></b> <b>1000 kg materia prima</b>  <b>Consumo Agua: 0.5–5 m<sup>3</sup></b>	<b><u>SALIDAS</u></b> <b>Producto elaborado: 850 – 900 kg</b> <b>Restos orgánicos: 100-150 kg</b> <b>Aguas residuales: 0.5 – 5 m<sup>3</sup></b>  <b>pH: 4.5 - 7.0</b> <b>DQO: 800 – 2.500 mg/l</b> <b>SST: 150 – 450 mg/l</b>
--	---

## 3.2. VALORACIÓN DE CONSUMOS Y ASPECTOS AMBIENTALES POR ETAPAS

Para la elaboración de este apartado se ha tenido en cuenta la información suministrada por las propias industrias que forman parte del sector a través de la encuesta elaborada por los Centros Técnicos que se envió a un número determinado de empresas (medianas y grandes) de los subsectores analizados.

La valoración de consumos y de los aspectos medioambientales se realiza en todas las etapas, tanto las genéricas como las operaciones específicas de conservas, congelados, salsas y zumos, destacando las etapas más significativas en cuanto a su impacto ambiental. La valoración se realiza de menor impacto a mayor impacto ambiental.

En cada uno de los apartados en que se describe los diferentes aspectos ambientales (consumo de agua, consumo de energía, aguas residuales, emisiones atmosféricas, residuos y ruidos), se presentan



gráficas correspondientes a las etapas comunes y a las etapas específicas de la elaboración de conservas y salsas, congelados y zumos.

En cada uno de los aspectos valorados se destacan las etapas consideradas de mayor impacto (impacto mayor de 1).

Al final de este apartado se presenta una tabla en la que se resumen todas las etapas consideradas de mayor impacto y su valoración con respecto a los consumos y aspectos ambientales.

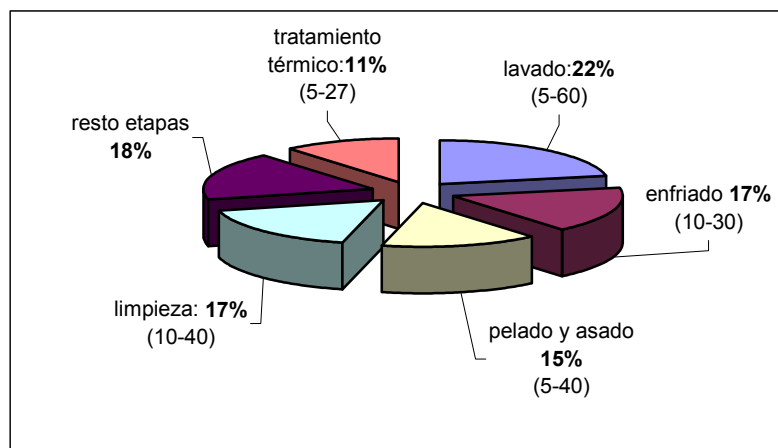
No se dispone de datos cuantitativos de los parámetros indicadores (pH, DQO, sólidos suspensión, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, etc.) del impacto ambiental de todos los aspectos ambientales (aguas residuales, emisiones atmosféricas, ruidos) de cada etapa por separado. Los valores **GLOBALES** de estos parámetros se han presentado en el punto **3.1. BALANCES GLOBALES, NIVELES EMISIONES Y CONSUMOS**.

### 3.2.1. CONSUMO DE AGUA

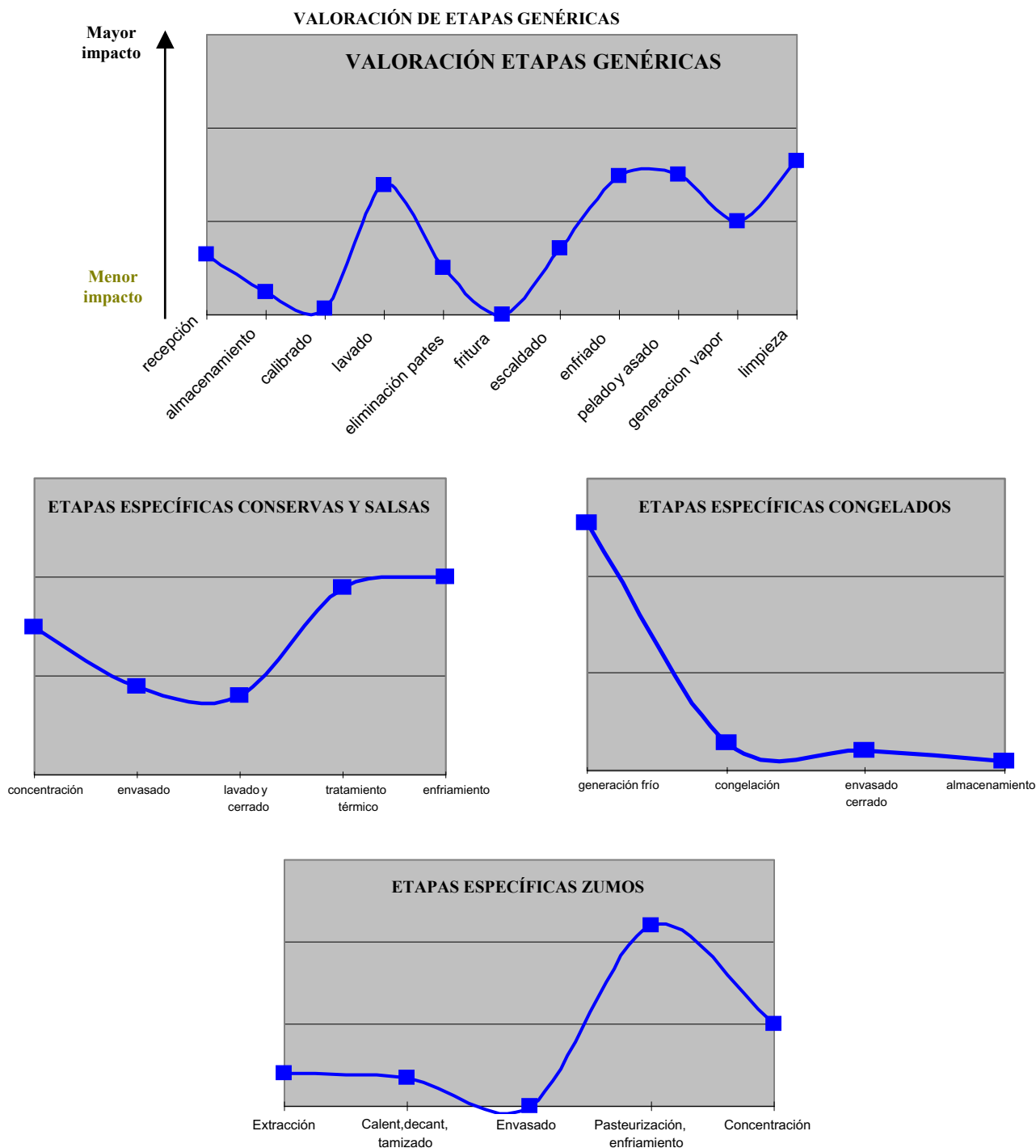
Como puede observarse en las gráficas adjuntas, el consumo de agua es variable en las diversas etapas, fluctuando desde consumos prácticamente nulos (como en el caso del calibrado, fritura, almacenamiento, recepción, eliminación de partes,...) hasta gastos de agua **muy importantes** (generación de frío, tratamiento térmico, enfriado, etc).

En la figura 3.6 se representan los % medios de consumo de agua de las etapas de mayor impacto, así como el rango (mínimo y máximo) de consumo de cada una de ellas con respecto al consumo total de agua.

Los intervalos de consumo de agua indicados para cada una de las etapas son amplios, debido a los factores señalados más adelante.



**Figura 3.6.- Consumos de agua en etapas de conservas vegetales.**



En las industrias congeladoras la mayor necesidad de agua se da en la fase de generación del frío; en este caso el intervalo es muy amplio 5-95 % en función de que la empresa disponga de sistemas de reaprovechamiento del agua para el mismo uso (tras el enfriamiento de la misma). Se puede reducir en este caso el consumo en este punto de forma muy importante.

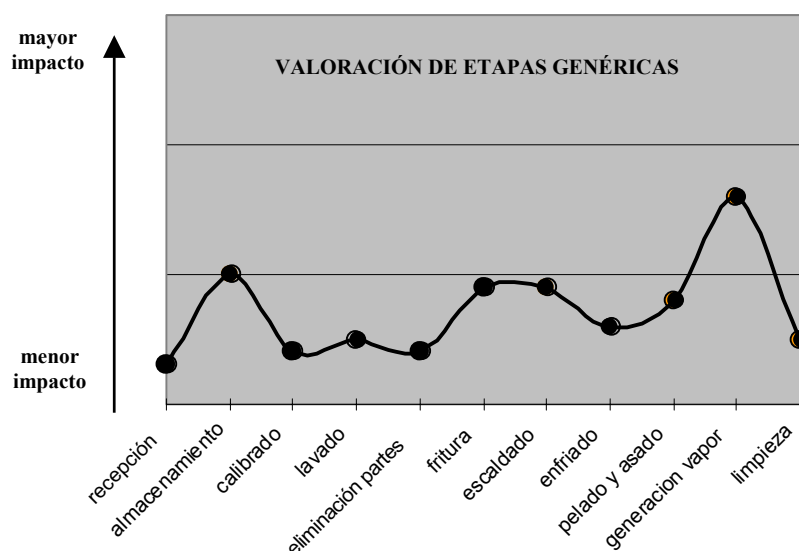
La concentración de las materias primas (tomate, salsas, zumos...) requiere de un consumo elevado de agua, en el caso de los concentradores a vacío (los más utilizados) para la generación del mismo.

El consumo de agua del sector de transformados vegetales depende fundamentalmente de:

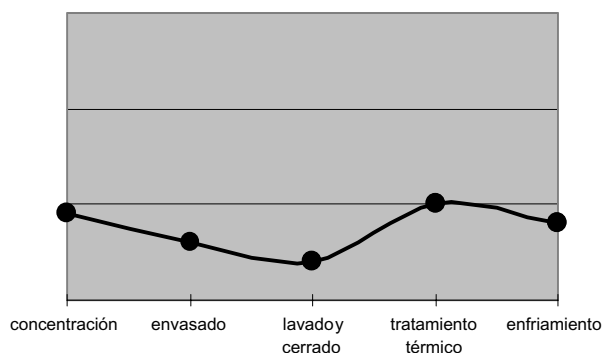
- Tipo de producto elaborado .
- Técnica empleada.
- Sistemas de reutilización del agua para el mismo uso (mediante torres de refrigeración) o para otros usos (aguas de enfriamiento para etapa de lavado de la materia prima, etc).

### 3.2.2. CONSUMO DE ENERGÍA

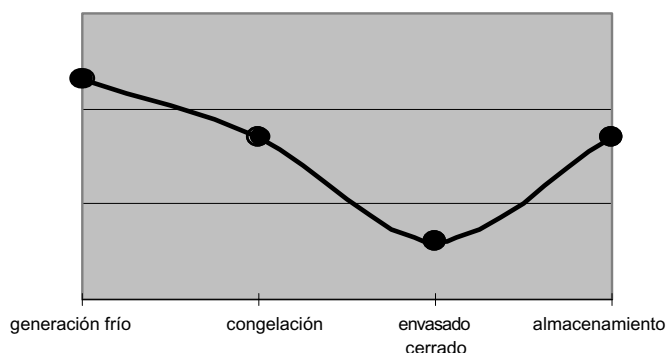
En las siguientes gráficas puede observarse que el consumo de energía no es homogéneo en las diversas etapas, fluctuando desde consumos bajos (como en el caso de la recepción, enfriado, limpieza, calibrado, etc), hasta gastos de energía más relevantes como es el caso de operaciones que requieren de la utilización de vapor de agua (escaldado, pelado,) o de combustible (fritura, pelado o asado, generación de vapor); los mayores consumos de energía se producen en las operaciones de generación de vapor (hay un consumo de combustible importante), tratamientos térmicos (consumen gran parte del vapor de agua del proceso) y generación de frío (equipos que consumen una gran cantidad de energía (compresores para generación de frío, cámaras...)).

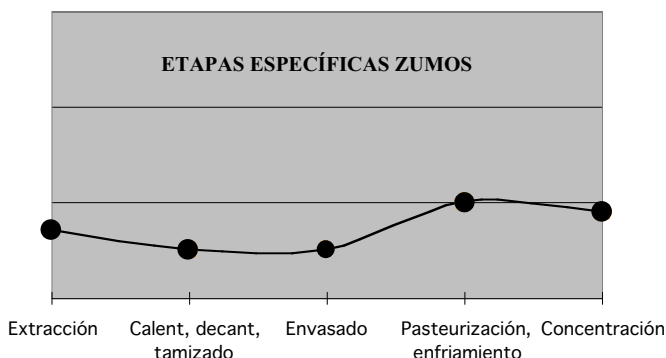


ETAPAS ESPECÍFICAS CONSERVAS Y SALSAS



ETAPAS ESPECÍFICAS CONGELADOS





En la siguiente tabla se detallan las etapas consideradas de mayor impacto en cuanto al consumo de energía (datos obtenidos del sector).

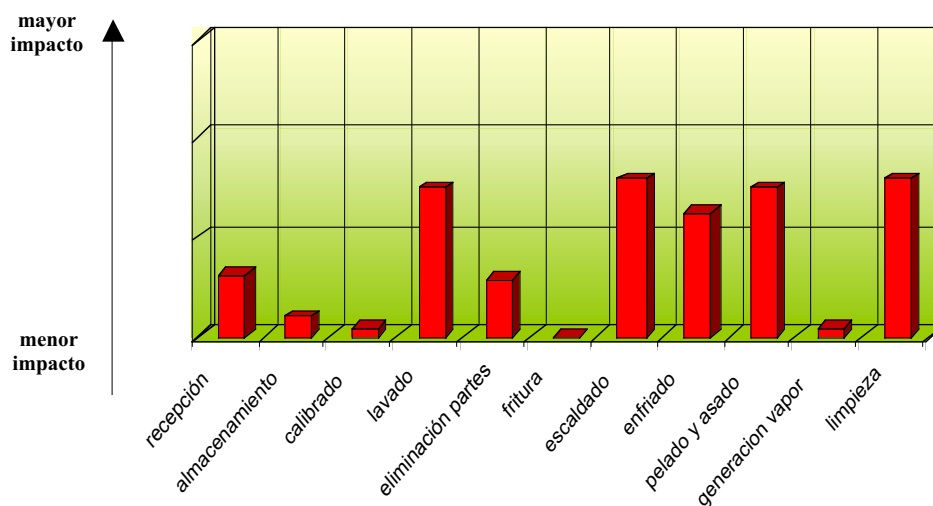
Etapas	Características energía consumida
<b>Etapas genéricas</b>	
Generación de vapor	Consumo de combustible
<b>Etapas específicas conservas, salsas vegetales y zumos</b>	
Ninguna de las etapas específicas se considera de mayor impacto en cuanto al consumo de energía	
<b>Etapas específicas congelados</b>	
Generación de frío y almacenamiento (congelación)	Consumo de electricidad

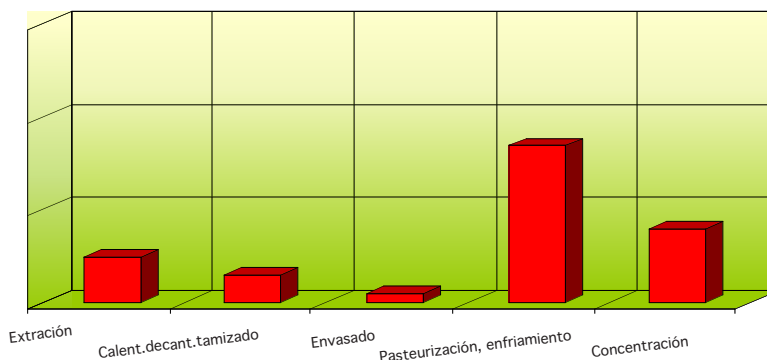
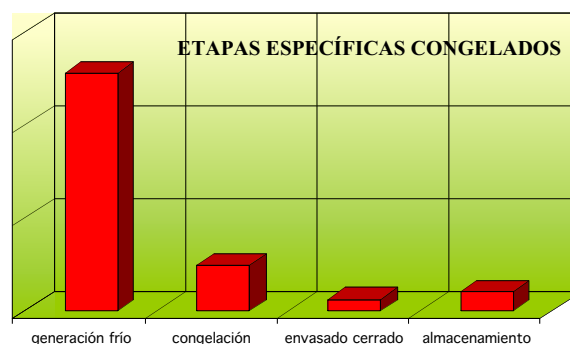
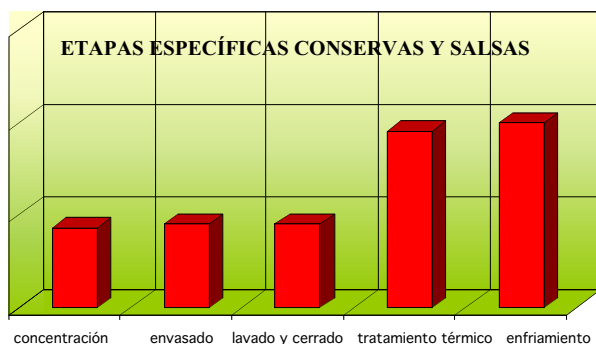
El consumo de energía dependerá fundamentalmente de:

- Sistemas de recuperación o de generación de energía de que disponga la empresa.
- Tipo de combustible utilizado, etc.

### 3.2.3. AGUAS RESIDUALES

Las gráficas presentadas indican que la generación de aguas residuales es variable en las diversas etapas, fluctuando desde valores prácticamente  **nulos**  (como en el caso del calibrado, fritura, almacenamiento, recepción, eliminación de partes...), hasta valores  **más elevados**  (tratamiento térmico, enfriamiento y generación de frío).





Es importante señalar que el vertido de las aguas residuales en las empresas del sector se produce de manera conjunta, es decir, las aguas residuales procedentes de las diferentes etapas se unen y dan lugar a un vertido conjunto. En algunos casos las aguas limpias generadas en el proceso se canalizan de forma separada al resto de aguas de fabricación.

Tanto el caudal como la carga contaminante del vertido final generado dependerá además de los factores señalados (producto, técnicas, consumo de agua, reutilizaciones, etc), del proceso seguido en cada momento de la jornada laboral (las características del agua residual vertida dependerán de que operaciones se estén realizando en cada momento). Esto es así en el caso de que la empresa no disponga de un sistema homogenizador de caudales o un sistema de depuración, en cuyo caso los vertidos son homogéneos en el tiempo y las variaciones se deben más a factores como tipo de producción y materia prima elaborada.

En la siguiente tabla se detallan las etapas consideradas de mayor impacto en cuanto a la generación de aguas residuales (datos obtenidos del sector) así como las principales características de estos vertidos.

<b>Etapas</b>	<b>Características agua residual</b>
<b>Etapas genéricas</b>	
<b>Lavado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal elevado</li> <li>* Carga contaminante: tierra, restos vegetales, materia orgánica, sólidos en suspensión</li> </ul>
<b>Escaldado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal reducido</li> <li>* Carga contaminante alta: materia orgánica, nutrientes</li> </ul>
<b>Enfriado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal elevado</li> <li>* Carga contaminante baja</li> </ul>
<b>Pelado y asado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal elevado</li> <li>* Carga contaminante elevada: pieles, materia orgánica, sólidos en suspensión, conductividad, pH extremo</li> </ul>
<b>Limpieza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal alto</li> <li>* Carga contaminante: restos de producto, materia orgánica, sólidos en suspensión, restos productos limpieza</li> </ul>
<b>Etapas específicas conservas, salsas vegetales y zumos</b>	
<b>Tratamiento térmico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal elevado</li> <li>* Temperaturas elevadas</li> <li>* Carga contaminante despreciable</li> </ul>
<b>Etapas específicas congelados</b>	
<b>Generación de frío</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Caudal muy elevado</li> <li>* Temperaturas elevadas</li> <li>* Carga contaminante despreciable</li> </ul>

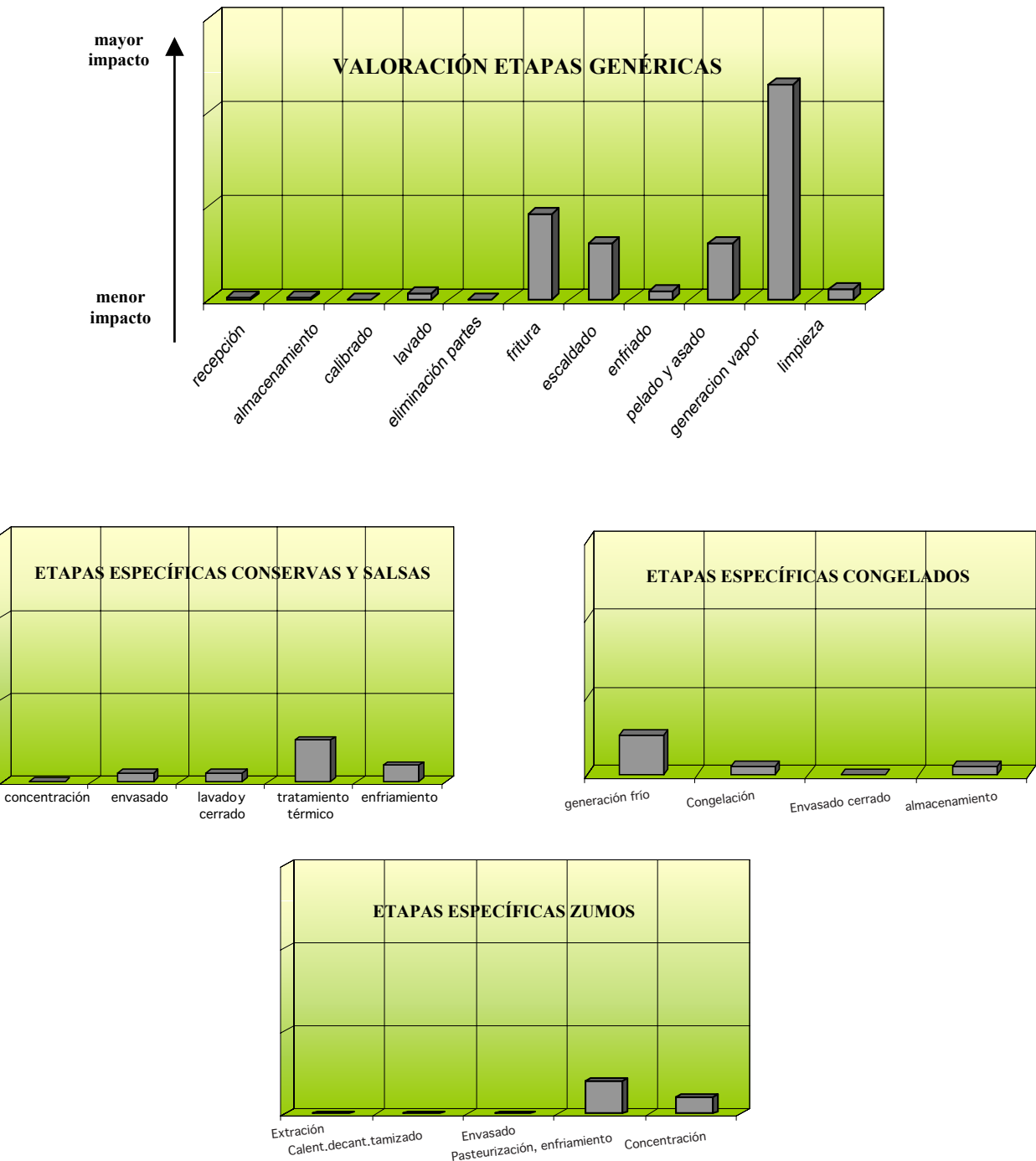
Las características del vertido generado difieren muy significativamente en función de:

- Producto: tomate, verduras, frutas, etc.
- Estado del producto: grado de madurez, corte o laminado, etc.
- Forma de recolección: manual o automática.
- Tiempo de contacto entre el producto escaldado y el agua, etc.
- Buenas prácticas de fabricación empleadas: barrido sólidos, etc.
- Cantidad de agua utilizada para las operaciones.
- Sistemas de recirculación o recuperación del agua: torres de refrigeración, etc.

### 3.2.4. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Como puede observarse la generación de emisiones es variable en diversas etapas, fluctuando desde valores nulos (como calibrado, recepción, almacenamiento, lavado, corte, enfriado, limpieza,..) hasta valores más elevados (generación de vapor, fritura y asado). La operación de pelado y asado ha sido valorada de forma conjunta pero es en el asado donde se generan las emisiones atmosféricas.

La operación de mayor impacto en cuanto a las emisiones atmosféricas es la generación de vapor que se produce en las calderas de vapor.



En la siguiente tabla se detallan las etapas consideradas de mayor impacto en cuanto a la generación de emisiones atmosféricas (datos obtenidos del sector) así como las principales características de estas:

<b>Etapas</b>	<b>Características de las emisiones</b>
<b>Etapas genéricas</b>	
<b>Generación de vapor</b>	Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> ), Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), Óxidos de carbono (CO y CO <sub>2</sub> ), Hidrocarburos no quemados, partículas, etc.
<b>Etapas específicas conservas y salsas vegetales</b>	
Ninguna de las etapas se considera importante en cuanto al impacto ambiental que provocan sus emisiones atmosféricas.	
<b>Etapas específicas congelados</b>	
Ninguna de las etapas se considera importante en cuanto al impacto ambiental que provocan sus emisiones atmosféricas.	
<b>Etapas específicas zumos</b>	
Ninguna de las etapas se considera importante en cuanto al impacto ambiental que provocan sus emisiones atmosféricas.	

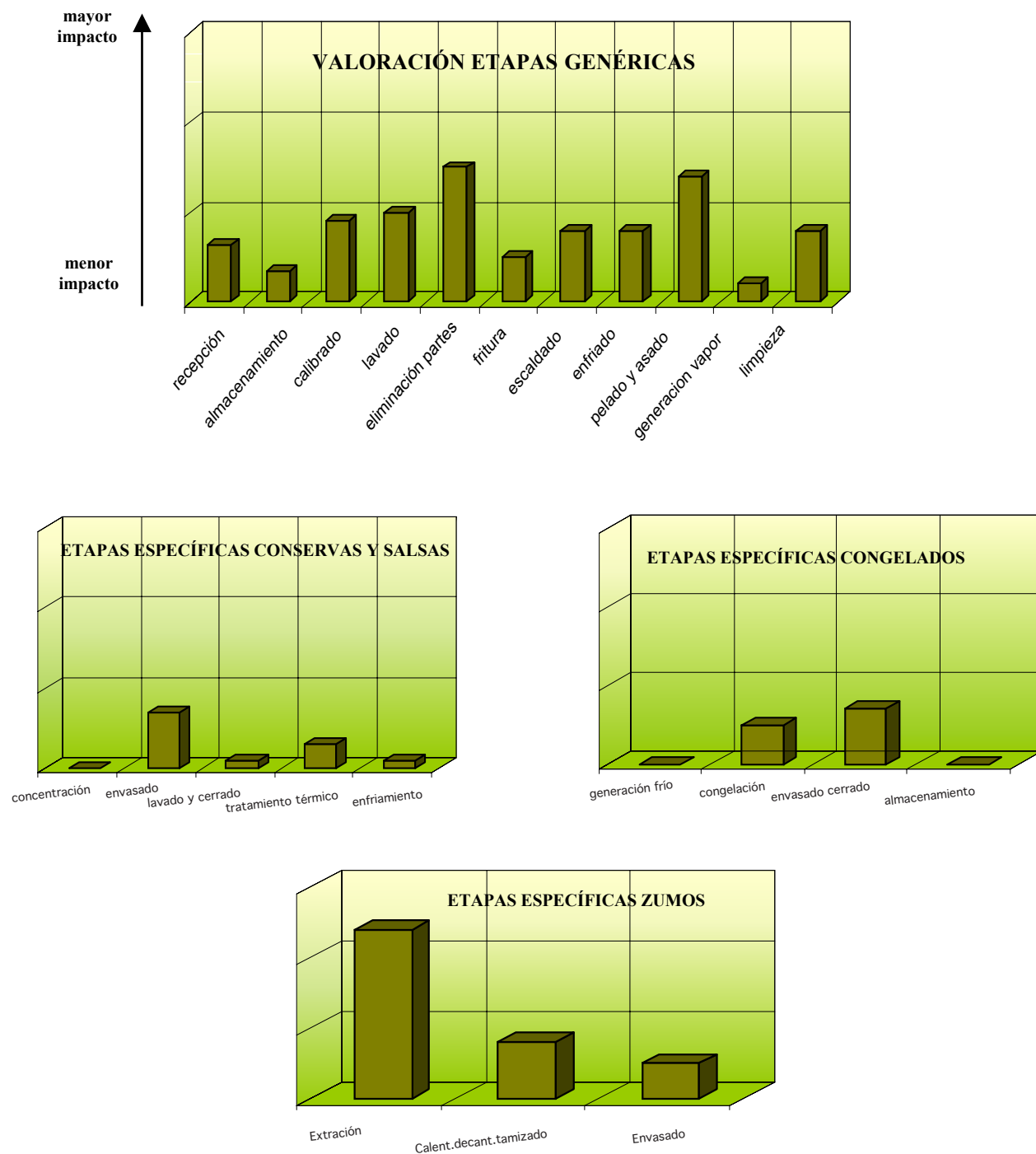
La calidad de las emisiones generadas durante la elaboración de transformados vegetales dependerá sobre todo del:

- Tipo de combustible empleado.
- Potencia de instalación.
- Correcto funcionamiento del equipo.
- Mantenimiento preventivo realizado.
- Sistemas de filtrado.



### 3.2.5. RESTOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

Como puede observarse, la generación de restos orgánicos es variable en las distintas etapas, fluctuando desde valores nulos o bajos (como generación de frío, almacenamiento, fritura, escaldado, enfriado, recepción, lavado, etc) hasta valores más elevados (eliminación de partes, pelado y extracción de jugo). La operación de pelado y asado ha sido valorada de forma conjunta pero es en el pelado donde se generan principalmente los restos orgánicos.



En la siguiente tabla se detallan las etapas consideradas de mayor impacto en cuanto a la producción de restos orgánicos (datos obtenidos del sector) así como las principales características de estos.

<b>Etapas</b>	<b>Características de los restos</b>	<b>Gestión</b>
<b>Etapas genéricas</b>		
<b>Eliminación de partes</b>	Tallos, tronchos, trozos, puntas, etc	Alimentación animal.
<b>Pelado</b>	Pieles, hojas, brácteas, etc	Alimentación animal.
<b>Etapas específicas conservas y salsas vegetales</b>		
Ninguna de las etapas se considera importante en cuanto al impacto ambiental que provocan los restos orgánicos generados.		
<b>Etapas específicas congelados</b>		
Ninguna de las etapas se considera importante en cuanto al impacto ambiental que provocan los restos orgánicos generados.		
<b>Etapas específicas zumos</b>		
<b>Extracción de jugo-tamizado</b>	Restos de materia prima: cortezas pieles pepitas, zumo, etc	Alimentación animal.

Las características y cantidades de los restos orgánicos generados difieren significativamente en función de:

- Tipo de producto: tomate (15 %), cardo (65 %).
- Técnica empleada.
- Buenas prácticas de fabricación empleadas: barrido sólidos, etc.

### 3.2.6. RUIDOS

Hay que tener en cuenta que los ruidos generados en todas las etapas señaladas son ruidos que se producen en el interior de la empresa. El nivel de ruidos en el exterior de las fábricas dependerá en gran medida de las instalaciones de las mismas (techos, paredes, puertas, etc).

Ninguna de las etapas tiene una valoración significativa en cuanto al impacto ambiental que provocan.

### 3. 2.7. RESUMEN ETAPAS IMPACTO AMBIENTAL

A continuación se presenta un resumen de todas las etapas consideradas de mayor impacto ambiental en las valoraciones realizadas en el punto **3.2. VALORACIÓN DE CONSUMO Y ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES POR ETAPAS.**

La valoración de las distintas etapas en relación a los diferentes impactos ambientales señalados en este apartado refleja la importancia relativa de cada etapa y para cada impacto en comparación con las demás etapas del proceso.

En realidad, si nos atenemos a la normativa vigente y a las buenas prácticas de fabricación, las incidencias ambientales significativas de los cuatro subsectores tratados son el consumo de agua, la generación de aguas residuales y la generación de restos orgánicos, estos últimos cuando se les da el tratamiento adecuado (alimentación animal, materia prima para otras industrias, etc) pasan a ser considerados subproductos y deja de ser una incidencia relevante desde el punto de vista ambiental.

No obstante, lo que sí queda reflejado en estos resúmenes son aquellas etapas que tienen una mayor incidencia ambiental ya sea por el gran consumo de recursos, por la alta generación de aguas residuales, por la alta carga que puedan llevar estas o por la generación de residuos. Estas etapas son las que desarrollaremos más ampliamente en el siguiente capítulo.

Se señala, para las etapas consideradas de mayor impacto, el aspecto ambiental al que afectan:

Operaciones	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Residuos orgánicos	Emisión atmosférica
Lavado materia prima	√	-	√	-	-
Eliminación de partes	-	-	-	√	-
Escaldado y enfriado	√	-	√	-	-
Pelado	√	-	√	√	-
Limpieza	√	-	√	-	-
Generación de vapor	-	√	-	-	√
Concentración	√	-	-	-	-
Tratamiento térmico y enfriamiento	√	-	√	-	-
Generación de frío y almacenamiento	√	√	√	-	-
Extracción jugo-tamizado	-	-	-	√	-



## 4. MEJORES TECNICAS DISPONIBLES EN EL SECTOR DE TRANSFORMADOS VEGETALES

### Resumen

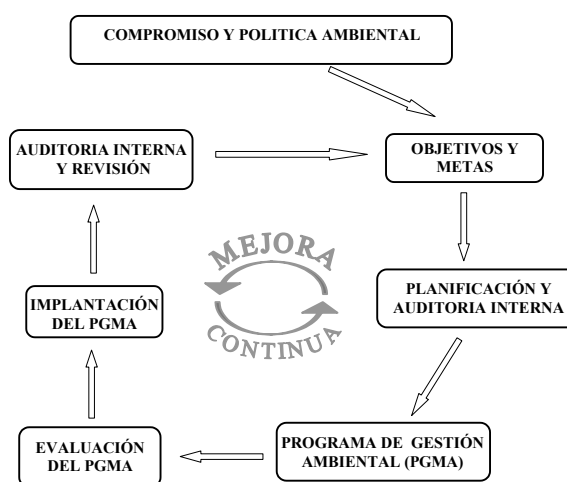
La industria de los transformados vegetales es tan diversa que es imposible detallar todas las técnicas que pueden ser consideradas como MTD para cada actividad, fase y circunstancia. Sin embargo, es evidente que hay técnicas o prácticas que pueden ser usadas por muchas de las empresas de los subsectores que conforman este sector y otras muchas que pueden ser utilizadas en función del tipo de materia prima procesada.

Antes de entrar en las MTD propias de los procesos y técnicas de elaboración, se debe hacer referencia a la oportunidad de racionalizar los impactos ambientales desde la mejora de la gestión ambiental de la empresa en su conjunto mediante la implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental (SGM). La adopción de sistemas de gestión ambiental (EMAS, ISO 14001,...) como instrumento de prevención y reducción de la contaminación, es una tendencia cada vez más aceptada por las empresas del sector de transformados vegetales, tal y como observamos en el apartado 1.3 del capítulo 1.

Los SGM basan su efectividad en la idea de que la calidad ambiental de los productos y de los procesos de elaboración no son sólo debidos a la implantación de controles eficientes y medidas correctoras sino que es muy importante la operatividad adecuada de la organización en su conjunto y la aplicación de medidas preventivas; por ello se aplican a la empresa en todos sus niveles (dirección, administración, producción, ventas, etc) y no a los productos ni a los procesos de elaboración únicamente.

Entre otros requisitos, la implantación de SGM establece la mejora mediante la consecución de objetivos y metas de carácter ambiental, bien definidos en concepto, tiempo y cuantificados, tal y como establece el Reglamento N° 761/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de marzo de 2001 por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoria medioambientales (EMAS) y la Norma UNE-EN ISO 14001, *“los objetivos y metas deben ser consecuentes con la política ambiental, incluido el compromiso de prevención de la contaminación”*.

Para llevar a cabo esta política de realización de objetivos y metas se introduce el concepto de mejora continua que podríamos definir como *“actuación dinámica de estudio, análisis, experiencias y soluciones, cuyo propio dinamismo tiene como consecuencia un proceso de mejora continua y progresiva del área*



*manejada*”. El concepto de mejora continua establece una línea de trabajo excelente para prevenir y minimizar los impactos ambientales de una forma progresiva y por propia dinámica de trabajo racionalizando los costes.

En este capítulo se exponen las MTD de las diferentes fases de elaboración de transformados vegetales. Los puntos clave sobre los que se debe actuar son el consumo de agua y energía, la generación de aguas residuales y otros aspectos como el uso adecuado de ciertos productos químicos y la sustitución de otros. Para desarrollar este capítulo se han tenido en cuenta ciertas consideraciones puestas de manifiesto en el capítulo anterior, a saber:

- La determinación de las MTD debe realizarse de modo que no disminuya el rendimiento del proceso, no haya una pérdida de la calidad del producto final ni un incremento desproporcionado del coste, es decir, sólo se deben valorar aquellas alternativas existentes para realizar una misma operación que mantengan estas variables dentro de unos márgenes aceptables.
- La importancia de las distintas etapas en relación a su incidencia ambiental es muy diferente, tanto en el tipo de impacto como en su magnitud. Por ello, en este Capítulo se han desarrollado, fundamentalmente, aquellas etapas que tienen un mayor impacto ambiental o bien algún aspecto concreto de alguna tecnología (p ej; incidencia ambiental de algún reactivo, etc).
- Hay etapas que generan varios impactos ambientales con distinto grado de incidencia; en estos casos las MTD que se describen van orientadas a la minimización del mayor impacto. Hay que señalar que, en ocasiones, actuar de esta manera supone que otro de los impactos asociados a la fase pueda incrementar su grado de incidencia; el ejemplo más común es el de las operaciones en las que el consumo de agua y la generación de aguas residuales con carga orgánica son los dos aspectos de mayor impacto (lavado, pelado, escaldado, etc). En estas etapas la optimización del consumo de agua implica, o puede implicar, un incremento en la concentración de carga contaminante orgánica de las aguas residuales, en este caso se ha dado prioridad a la optimización del consumo de agua por varias razones:
  - El agua es un bien escaso no inagotable que hay que preservar.
  - Como manifiestan numerosos autores es menos costoso depurar volúmenes menores de agua con elevada carga contaminante que elevados caudales con poca carga.
  - La minimización en el consumo de agua se debe acompañar con prácticas que disminuyan la carga orgánica de las aguas residuales resultantes.

Tal y como se describe en la Ley IPPC, para evaluar las MTD entre las diferentes alternativas tecnológicas, o bien las modalidades de explotación que signifiquen en la práctica que una tecnología sea considerada como MTD, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Consumos de recursos (materia prima, agua, energía, combustible,...).
- Eficiencia energética.
- Optimización en el consumo de agua.
- Optimización en el consumo de reactivos.
- Generación de emisiones (agua residual, residuos sólidos, emisiones atmosféricas).
- Gestión y tratamiento de residuos.

- Reutilización de aguas residuales.
- Disponibilidad de la tecnología (económica y técnica).
- Experiencia sectorial.
- Sustitución de productos y/o reactivos.
- Grado de implantación en el sector.

La experiencia del sector en la aplicación de las diferentes tecnologías y su grado de implantación es fundamental para el desarrollo de este trabajo porque, sin duda, es un indicativo determinante de la validez de la tecnología y del grado de incidencia ambiental que tiene. Por ello, para el desarrollo de las MTD, se ha partido del análisis de las tecnologías utilizadas en el sector y a partir del mismo se proponen las MTD o las condiciones de operación bajo las cuales una tecnología puede considerarse MTD.

En la primera parte del capítulo se valorarán las distintas alternativas tecnológicas de las etapas del proceso de elaboración de transformados vegetales con mayor incidencia ambiental, así como las opciones de mejora de las mismas. A continuación se expondrá de forma general el tratamiento para los diferentes impactos ambientales generados por el proceso en su conjunto.

#### 4.1. INTEGRACIÓN DE MTD EN LAS ETAPAS PRODUCTIVAS

En este apartado se reflejará una serie de puntos para cada una de las etapas consideradas en relación al impacto ambiental provocado (ver punto **3.2.7. RESUMEN IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES**).

En cada una de estas operaciones se señala la valoración ambiental de las diversas técnicas empleadas en el sector (obtenida tras el análisis del cuestionario realizado a las industrias y otras guías anteriores), las opciones de mejora para considerar a dichas técnicas MTD y cómo aplicarlas, las ventajas e inconvenientes de las opciones señaladas, así como unos ejemplos valorados (ver ANEXO).

##### 4.1.1. LAVADO

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta operación son el consumo de agua y las aguas residuales como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
Lavado materia prima	√	-	√	-	-

*Implantación de técnicas.*-El lavado de las materias primas vegetales se realiza principalmente con agua, aunque en algunos casos muy concretos se utiliza la limpieza en seco mediante ventiladores que arrastran las hojas, restos vegetales, etc.

Las técnicas de lavado con agua más habitualmente empleadas por el sector son el lavado por inmersión, sólo o combinado con duchas y agitación, seguido por la utilización de duchas, limpieza en seco, etc. El empleo de sistemas de recirculación del agua está bastante extendido generalmente previa filtración y a veces previa cloración del agua.

Es fundamental aclarar que la técnica empleada depende en gran medida del **producto** que se esté elaborando; por ejemplo, para el lavado de producto con una gran cantidad de suciedad adherida, tierra, etc (p.e: tomate, etc), puede ser insuficiente (para alcanzar la calidad higiénica necesaria para su procesado) el empleo de limpieza en seco o duchas.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.-* Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado, los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua y las aguas residuales; por tanto, las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: duchas, reutilización, seco.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor aunque la carga contaminante sea más elevada (como consecuencia de la reducción del caudal aumenta la carga).
- ✓ **Reducir la carga contaminante del vertido** en este punto mediante filtración o separación de sólidos previa al vertido de las aguas residuales del lavado. De esta manera, se minimiza en el total de aguas residuales del proceso la carga contaminante de las mismas.

En la tabla 4.1 se presentan las técnicas de lavado y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

#### 4.1.2. ELIMINACIÓN DE PARTES

*Evaluación de la etapa.-* El principal aspecto a tener en cuenta en esta operación es la generación de residuos orgánicos como puede verse en la siguiente tabla.

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
Eliminación de partes	-	-	-	-	√

*Implantación de técnicas.-* La eliminación de partes (corte, troceado, triturado, etc) se realiza principalmente mediante técnicas mecánicas y manuales. La mayor parte de las empresas emplean varios sistemas dependiendo del producto que se elabore; sin embargo, la más usada es el **corte mecánico** con o sin intervención de agua. Su rendimiento y productividad es mayor y el coste en mano de obra bajo. Cabe destacar también la utilización del sistema manual para el corte y troceado o



**Tabla 4.1 Técnicas de lavado y su Evaluación**

	<b>Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.3.</b>				
<b>Aplicación técnica</b>	<b>Depende producto elaborado (madurez, fragilidad, suciedad, etc)</b>				
<b>Técnicas LAVADO</b>	Inmersión	Inmersión+ aire	Inmersión+ aire+duchas	Duchas	Seco
<b>Consumo de agua</b>	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Nulo
<b>Aguas residuales</b>	Caudal medio Carga media	Caudal medio Carga media	Caudal bajo Carga media	Caudal bajo Carga media	No se generan
<b>Opciones mejora: MTD</b>	<b>REUTILIZACIÓN AGUAS</b>				-
<b>Ventajas</b>	Se reduce el consumo de agua. Se reduce el caudal de vertido.				-
<b>Inconvenientes</b>	Se aumenta carga contaminante de aguas residuales.				-
<b>Cómo aplicar opciones de mejora para MTD</b>	<b>Reutilización de aguas:</b> Las aguas residuales generadas en las primeras fases de lavado habitualmente contienen una elevada carga contaminante (tierra, suciedad, etc) mientras que las aguas residuales de fases de lavado posteriores son aguas más limpias; por ello, hay posibilidad de reutilizarlas para las primeras fases de lavado.  Normalmente es necesario hacer filtración para retirar los sólidos presentes antes de su circulación al primer lavado.  Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbológica del producto y la conveniencia de clorar las mismas.				

repaso del producto, aunque tienen un elevado coste en mano de obra y baja productividad. Sin embargo, son las técnicas que menor consumo y vertido de agua producen.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.-* Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado el principal aspecto a tener en cuenta son los residuos orgánicos; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a gestionar de forma adecuada los residuos orgánicos generados: utilización como subproductos, alimentación animal, gestores autorizados, etc.

En la tabla 4.2 se presenta las técnicas y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.2 Técnicas de Eliminación de las partes y su Evaluación**

	<b>Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.6.</b>			
<b>Aplicación técnicas</b>	<b>Según producto elaborado. Según productividad y rendimiento.</b>			
<b>Técnicas ELIM. PARTES</b>	Manual	Manual + mecánico	Mecánico	Mecánico + agua
<b>Restos orgánicos</b>	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Opciones mejora: MTD</b>	<b>SEPARACIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES Y GESTIÓN O APROVECHAMIENTO RESIDUOS VEGETALES</b>			
<b>Ventajas</b>	Se eliminan sólidos del vertido (en el caso mecánico+agua).			
<b>Inconvenientes</b>	-			
<b>Cómo aplicar opciones mejora MTD.</b>	<b>Separación de los residuos vegetales:</b> Previamente al vertido eliminar los sólidos vegetales mediante tamiz (en el caso del mecánico con intervención de agua).  <b>Gestión o aprovechamiento de los residuos vegetales:</b> Mediante entrega a gestor autorizado, para alimentación animal o utilización como subproductos para otros procesos productivos.			

#### 4.1.3. PELADO Y ASADO

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta etapa son el consumo de agua, las aguas residuales y los residuos orgánicos como puede verse en la siguiente tabla:

	<b>Consumo agua</b>	<b>Consumo energía</b>	<b>Aguas residuales</b>	<b>Emisión atmosférica</b>	<b>Restos orgánicos</b>
<b>Pelado y asado</b>	√	-	√	-	√

*Implantación de técnicas.*- El pelado de las materias primas vegetales se realiza de formas muy diversas como ya se ha descrito en el Capítulo 2 (punto 2.2.5.).

Las técnicas de pelado más habitualmente empleadas por el sector son el pelado por medio de vapor (tomate...), mecánico (alcachofa, espárrago,...), químico con Na OH (melocotón...), a la llama (pimiento piquillo...) y por fricción (maíz, remolacha, patata). El pelado manual se utiliza en el caso de productos muy artesanales como el espárrago o el pimiento piquillo.

Es fundamental aclarar que la técnica empleada depende en gran medida del producto que se esté elaborando y de su estado de madurez.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua, las aguas residuales y los residuos orgánicos; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: recirculación, reutilización.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor aunque la carga contaminante sea más elevada (como consecuencia de la reducción del caudal aumenta la carga).
- ✓ **Reducir la carga contaminante del vertido** en este punto mediante: separación de sólidos, neutralización y sistemas de control de la concentración de sosa (en el caso del pelado químico) previa al vertido de las aguas residuales del pelado, utilización de reactivos menos contaminantes en el pelado químico o depuración del vertido. De esta manera se minimiza en el total de aguas residuales del proceso la carga contaminante de las mismas.
- ✓ **Gestionar de forma adecuada los residuos orgánicos** generados: utilización como subproductos, alimentación animal, gestores autorizados, etc.
- ✓ **Utilizar combustibles con menor impacto ambiental**. La utilización de gas natural como combustible en los hornos de asado supone una menor contaminación atmosférica que si se utiliza fuel (en el apartado de generación de vapor se explica esta acción).

En la siguiente tabla se presentan las técnicas de pelado y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.3 Técnicas de pelado y su Evaluación**

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.5.						
Aplicación técnicas	Depende producto elaborado, grado de madurez y tipo de elaboración (artesanal)						
Técnicas PELADO	Manual	Mecánicos	Químico	Llama (asado)		Termofísico	
	-	Varias	Solución alcalina	Horno giratorio	Horno Emerito	Choque Agua	Choque vacío
Consumo de agua	Nulo	Bajo -Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio
Aguas residuales	No se generan	Caudal medio Carga media	Caudal medio Carga alta	Caudal medio Carga alta	Caudal bajo Carga baja Tª elevada	Caudal medio Carga alta Tª elevada	Caudal medio Carga nula Tª elevada
Restos orgánicos	Medio	Medio	Medio	Medio		Medio	
Opciones mejora: MTD	-	Recirculación de aguas	Reutilizar aguas +Neutralizar vertido + Sistemas control concentración + Utilizar otros reactivos + Depurar vertido	Reutilizar agua Depurar vertido	Reutilizar agua	Adaptación vacío Depurar el vertido	Recircular o reutilizar agua

<b>Cómo aplicar opciones mejora MTD</b>	<p><b>Recirculación del agua:</b> Las aguas limpias generadas durante la generación del vacío que se realiza en algunas técnicas puede recircularse para su uso en otras operaciones: lavado de la materia prima, escaldado, limpieza, etc.</p> <p><b>Reutilización de agua:</b> Las aguas residuales generadas en el lavado que se realiza tras el pelado en algunas técnicas podría reutilizarse para el mismo fin. Normalmente es necesario hacer filtración para retirar los sólidos presentes antes de su reutilización.</p> <p>Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbiológica del producto y la conveniencia de clorar las mismas.</p> <p>También puede reutilizarse las aguas limpias del vacío una vez enfriadas mediante torres de refrigeración para el mismo uso.</p> <p><b>Neutralización del vertido:</b> Puede realizarse en línea de pelado o en balsa de homogeneización si es necesario.</p> <p><b>Utilizar reactivos menos contaminantes:</b> En el caso de pelado químico con disolución alcalina la utilización de potasa (KOH) en vez de sosa (Na OH) supone que las aguas residuales generadas presenten una menor concentración de sodio que es más contaminante que el potasio (este hecho es más trascendente si se piensa en una posible reutilización agrícola de las aguas residuales depuradas).</p> <p><b>Adaptación a vacío:</b> Las peladoras por choque con agua pueden adaptarse a choque por vacío de forma que se elimine el consumo de agua para ese uso.</p> <p><b>Depuración del vertido:</b> La depuración de las aguas residuales puede realizarse sobre el vertido final de la empresa (compuesto por la suma de todos los vertidos puntuales realizados en las diversas etapas del proceso) o en algunos casos concretos, tras realizar un estudio completo de caracterización de los vertidos por etapas, pueden realizarse tratamientos específicos sobre aquellos vertidos puntuales que representen la mayor carga contaminante del vertido final.</p> <p><b>Almacenamiento intermedio:</b> Vertidos puntuales de agua altamente alcalina a la depuradora que podrían producir problemas de funcionamiento en la misma, podrían ser almacenados temporalmente en depósitos intermedios para posteriormente dosificarlos a la depuradora.</p>				
	<b>Recircular aguas</b>	<b>Neutralizar vertido (sistema control)</b>	<b>Sistemas control concentración</b>	<b>Depuración</b>	<b>Adaptación vacío</b>
<b>Ventajas:</b>	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido	Ajuste pH a límite vertido	Ajuste límites vertido Ajuste gasto sosa	Ajuste límites vertido	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido Reduce carga contaminante aguas residuales
<b>Inconvenientes:</b>	Aumento carga contaminante aguas residuales	Gasto ácido	-	Inversión y mantenimiento elevados Producción fangos gestionar	Inversión media

#### 4.1.4. ESCALDADO Y ENFRIADO

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta etapa son el consumo de agua y las aguas residuales como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
Escaldado y enfriado	√	-	√	-	-

*Implantación de técnicas.*- El escaldado de las materias primas vegetales se realiza por medio de agua caliente o de vapor como ya se ha descrito en el Capítulo 2 (punto 2.2.7.).

Las técnicas de escaldado más habitualmente empleadas por el sector son el pelado por inmersión en agua caliente, duchas de agua caliente y escaldado por vapor de agua.

En cuanto al enfriado que se realiza inmediatamente después del escaldado las técnicas mas utilizadas son las duchas e inmersión en agua fría: es habitual reutilizar el agua del enfriamiento (para otros usos: lavado materia prima, escaldado, etc).

Las técnicas empleadas para escaldar y enfriar dependen en gran medida del **producto** que se esté elaborando, así como del objetivo del escaldado (mejorar textura, color, evitar pérdida de nutrientes, producto para congelar, etc).

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el **consumo de agua y las aguas residuales**; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: recirculación, reutilización.
- ✓ **Reducir las pérdidas energéticas** mediante recuperación de condensados de vapor, evitar pérdidas de calor, etc.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor aunque la carga contaminante sea más elevada (como consecuencia de la reducción del caudal aumenta la carga).
- ✓ **Reducir la carga contaminante del vertido** mediante cambio de la técnica empleada, operaciones complementarias: filtración, separación de sólidos, etc, previo al vertido de las aguas residuales del escaldado o mediante depuración del vertido final. De esta manera se minimiza en el total de aguas residuales del proceso la carga contaminante.

En la tabla 4.4 se presentan las técnicas del escaldado y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

Tabla 4.4 Técnicas de Escaldado y su Evaluación

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.7.			
Aplicación técnicas	Depende producto y del objetivo del escaldado (textura, color, ...)			
Técnicas ESCALDADO	Inmersión agua	Duchas agua	Vapor + agua	Vapor
Consumo de agua	Medio-Bajo	Medio-Bajo	Bajo	Nulo
Aguas residuales	Caudal medio-bajo Carga alta	Caudal medio-bajo Carga alta	Caudal muy bajo Carga media	Caudal muy bajo Carga media
Opciones mejora: MTDs	<b>Cambio vapor *</b> <b>Depuración vertido</b>	<b>Cambio vapor*</b> <b>Depuración vertido</b>	<b>Cambio vapor*</b>	<b>Reducir pérdidas energéticas</b> <b>Aumentar eficiencia energética</b>
Cómo aplicar opciones de mejora para MTDs	<p><b>Aumento de la eficiencia energética:</b> Mediante la utilización de sistemas de escaldado con vapor avanzados (termocíclico, IQB,...).</p> <p><b>Reducción de las pérdidas energéticas:</b> Mediante calorifugación de tuberías de conducción del vapor, recuperación de condensados, etc.</p> <p><b>Depuración del vertido:</b> La depuración de las aguas residuales puede realizarse sobre el vertido final de la empresa (compuesto por la suma de todos los vertidos puntuales realizados en las diversas etapas del proceso) o en algunos casos concretos, tras realizar un estudio completo de caracterización de los vertidos por etapas, pueden realizarse tratamientos específicos sobre aquellos vertidos puntuales que representen la mayor carga contaminante del vertido final.</p> <p><b>* Cambio a vapor:</b> La sustitución del escaldado con agua por el escaldado con vapor es fuertemente dependiente del producto tratado, etc, de manera que puede no ser apropiado en algunas situaciones.</p>			
	Cambio vapor	Depuración	Reducir pérdidas energéticas	Aumentar eficiencia energética
Ventajas	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido Reduce carga contaminante Menor pérdida nutritiva producto	Ajuste límites vertido	Menor consumo vapor	Menor consumo vapor
Inconvenientes	Inversión Gasto energético Depende producto, etc.	Inversión y mantenimiento elevados Producción fangos gestionar	-	Inversión elevada

En la siguiente tabla se presenta las técnicas del enfriado postescaldado y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.5 Técnicas del enfriado postescaldado y su Evaluación**

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.7.			
Aplicación técnicas	Depende producto			
Técnicas ENFRIADO	Inmersión agua	Duchas agua	Inmersión + duchas	Aire
Consumo de agua	Medio	Medio	Medio	Nulo
Aguas residuales	Caudal medio Carga baja	Caudal medio Carga baja	Caudal medio Carga baja	Caudal nulo Carga nula
Opciones mejora: MTDs	<b>RECIRCULACIÓN AGUAS</b> <b>REUTILIZACIÓN AGUAS</b>			-
Ventajas	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final			-
Inconvenientes	Aumento carga contaminante aguas residuales (vertido final)			-
Cómo aplicar opciones de mejora para MTDs	<p><b>Recirculación de agua del enfriado:</b></p> <p>Las aguas residuales generadas en el enfriamiento post escaldado suponen un caudal importante de agua; al tratarse de aguas generalmente con una baja carga contaminante pueden recircularse para diversos usos como son: escaldado con agua, lavado de la materia prima, transporte del producto, etc.</p> <p><b>Reutilización del agua del enfriado:</b></p> <p>Las aguas residuales generadas en el enfriamiento tienen una temperatura elevada y pueden recircularse para el mismo uso, tras el enfriamiento de las mismas (torres de refrigeración); de esta manera se reduce el consumo y el vertido de agua.</p> <p><b>* Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbiológica del producto.</b></p>			

#### 4.1.5. TRATAMIENTO TÉRMICO Y ENFRIAMIENTO

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta operación son el consumo de agua y las aguas residuales como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
Tratamiento térmico y Enfriamiento	√	-	√	-	-

*Implantación de técnicas.*- El tratamiento térmico imprescindible para la elaboración de conservas vegetales se lleva a cabo por medio de agua y vapor. Existen diferentes técnicas que se describen en el Capítulo 2 (punto 2.3.), en el caso de los zumos y concentrados, las técnicas son más específicas y están descritas en el Capítulo 2 (punto 2.5.2).

Las técnicas utilizadas en el tratamiento térmico y enfriamiento en las conservas vegetales se aplican en función de la cantidad de envases a tratar y de la diversidad de formatos y productos. Los sistemas **discontinuos** son más versátiles y por tanto más adecuados cuando hay mucha variedad de envases y productos. Los **sistemas continuos** son más apropiados cuando se trabaja con grandes cantidades de envases de un mismo producto y con el mismo formato o equivalentes. Generalmente el factor limitante de los tratamientos de pasteurización/esterilización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados. En el caso de zumos nos referimos únicamente a los equipos empleados en la pasteurización HTST (Alta temperatura durante un tiempo corto), que son los adecuados para el tratamiento en continuo.

Las técnicas más utilizadas por el sector de zumos son los pasteurizadores continuos: cambiadores de calor de placas, estos cambiadores de calor son los más eficientes para el trabajo con líquidos de baja viscosidad, cambiadores de calor tubulares (cambiadores de tubos coaxiales y cambiadores multitubulares de envolvente para esterilizar productos de baja y media densidad y cambiadores de tubos coaxial diseñados para el trabajo con productos de viscosidad elevada: purés, concentrados de frutas, etc.) y pasteurizadores con recuperación de calor (de placas o tubulares) para productos de baja y media densidad.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua y las aguas residuales; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: recirculación o reutilización del agua de enfriamiento.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, con sistemas de recirculación mediante torres de refrigeración, intercambiadores de calor, etc minimiza o prácticamente elimina el vertido de aguas residuales.
- ✓ **Reducir las pérdidas energéticas** mediante recuperación del calor de los condensados y del producto.

En la tabla 4.6 se presenta las técnicas de tratamiento térmico y enfriamiento de las conservas vegetales y su evaluación, sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

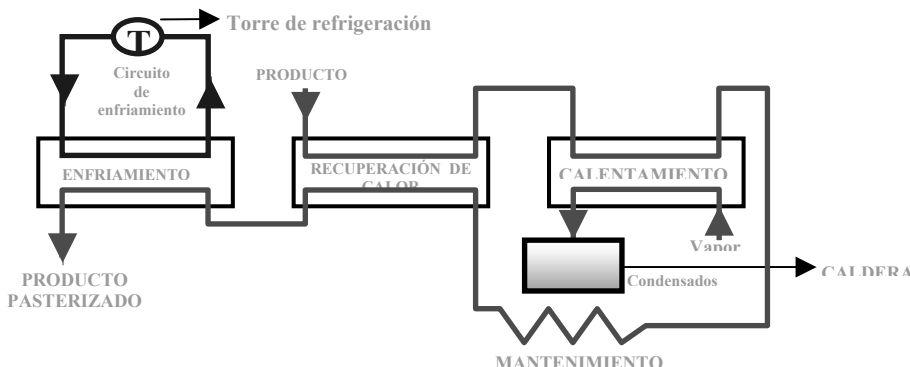


**Tabla 4.6 Técnicas de tratamiento térmico y enfriamiento de las conservas vegetales y su Evaluación**

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.3.1.			
Aplicación técnicas	Depende de la cantidad de envases a tratar, tipo de formatos y tipo de producto.			
Técnicas TRAT. TÉRMICO y ENFRIAMIENTO conservas	Sistemas Discontinuos		Sistemas Continuos	
	Sin intercambiador calor	Con intercambiador calor	Continuos atmosféricos	Continuos a presión
Consumo de agua	Alto	Medio - bajo	Medio-bajo	Medio-bajo
Aguas residuales	Caudal alto	Caudal medio- bajo	Caudal medio-bajo	Caudal medio-bajo
	Carga contaminante nula / Temperatura elevada.			
Opciones mejora: MTD	Reutilizar agua Recircular agua Recuperar calor	-	Reutilizar agua Recircular agua	
Ventajas	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final Reduce gasto energético		Reduce caudal vertido final Reduce consumo agua	
Inconvenientes	Aumento concentración de contaminantes en aguas residuales (vertido final) si no existe separación de redes (industrial y refrigeración) Sistemas continuos altos costes de inversión			
Cómo aplicar opciones de mejora para MTD	<b>Recirculación de las aguas de enfriamiento:</b> Las aguas generadas en esta fase son aguas sin carga contaminante con temperaturas elevadas y pueden recircularse para el mismo uso, de esta manera se reduce el consumo y el vertido de agua. Estos sistemas permiten la reutilización de las aguas de enfriado mediante su recogida y envío a torres de refrigeración con el consiguiente ahorro de agua con respecto a los sistemas clásicos en los que se vierte el agua de enfriado. La reducción del consumo de agua con este sistema suele ser superior al 70%.  Para mejorar la eficiencia de la torre de enfriamiento y minimizar las purgas, además de utilizar agua con bajo contenido salino, es necesario no poner en contacto el agua de la torre con los envases utilizando para ello dos sistemas de recirculación separados por un intercambiador de calor. Con ello ahorramos agua y alargamos la vida de la torre de enfriamiento.  <b>Reutilización de las aguas de enfriamiento:</b> Las aguas residuales generadas tienen una temperatura elevada y pueden reutilizarse para diversos usos: lavado de materias primas, limpieza de instalaciones, escaldado, etc, se puede aprovechar el calor procedente de la primera fase de enfriamiento para precalentar el agua de ciclos posteriores.  El lavado de los envases para eliminar restos de producto a la salida de la cerradora antes de su entrada en el autoclave alarga el tiempo de permanencia del agua en el interior del esterilizador ahorrando energía y agua. Esta operación conviene hacerla con agua caliente. Una opción sería emplear las aguas utilizadas en las primeras fases del enfriado que son limpias y tienen elevadas temperaturas.  Se puede aplicar un sistema de agitación a los envases en el interior del autoclave con lo que se consigue disminuir el tiempo del tratamiento de esterilización de este modo se ahorra energía.			

En la tabla 4.7 se presentan las técnicas de **tratamiento térmico y enfriamiento en zumos y concentrados** y su evaluación, sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.7. Técnicas de tratamiento térmico y enfriamiento en zumos y concentrados y su Evaluación**

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.5.2.				
Aplicación técnica	Depende características del producto				
Técnicas TRAT TERMICO y ENFRIAMIENTO zumos	Cambiadores de calor de placas	Cambiadores de calor tubulares			Pasterizadores (placas o tubulares) con recuperación de calor
		Multitubulares de envolvente	De superficie rascada	De tubos coaxiales	
Consumo de agua	Medio – bajo	Medio – bajo	Medio – bajo	Medio – bajo	Medio – bajo
Aguas residuales	Caudal medio / Carga contaminante nula / Temperatura elevada.				
Opciones mejora: MTD	Recirculación agua		Recuperación energía		Sistemas integrados de limpieza C.I.P.
Ventajas	Reduce consumo agua y prácticamente elimina el vertido de aguas residuales		Minimiza gasto energético		Reduce el consumo y carga contaminante de aguas de lavado del equipo.
Inconvenientes	-		-		-
Cómo aplicar opciones de mejora para MTD	<p><b>Recirculación de las aguas de enfriamiento:</b> (normalmente todos los sistemas lo incluyen). Las aguas utilizadas en este proceso son aguas limpias con una temperatura elevada y pueden recircularse para el mismo uso mediante la utilización de torres de refrigeración. Con sistemas de recirculación del agua de enfriado <b>el caudal de aguas residuales es bajo.</b></p> <p><b>Recuperación de los condensados:</b> (habitualmente todos los sistemas lo incluyen). Los condensados procedentes del vapor utilizado para calentar el producto son aguas sin carga contaminante (bajo contenido en sólidos disueltos e impurezas) y con una temperatura elevada, siendo muy adecuadas para su reutilización como agua de alimentación de la caldera reduciendo así el consumo de energía, de combustible y de consumo de agua.</p> <p><b>Recuperación de energía:</b> La recuperación del calor del líquido ya pasteurizado para precalentar el producto de entrada (esto se puede hacer bien intercambiando el calor directamente con el producto de entrada o bien intercambiándolo primero con agua y después utilizar esta para precalentar el producto de entrada -este segundo sistema es más caro pero evita posibles contaminaciones del producto esterilizado-), reduce significativamente el consumo de energía (se recupera entre el 70 y el 90 % del calor) y de agua de enfriamiento. Estas mejoras se realizan según el siguiente esquema.</p> 				

#### 4.1.6. EXTRACCIÓN (ZUMOS Y CONCENTRADOS)

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en la etapa de extracción son la generación de residuos orgánicos y en menor medida la generación de aguas residuales:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
Extracción	-	-	√	-	√

*Implantación de técnicas.*- Las técnicas de extracción para la obtención de jugos y concentrados dependen en gran medida de la naturaleza de la materia prima. Se emplean gran variedad de sistemas y equipos que se describen en el Capítulo 2 (punto 2.5.1). Los más empleados son los siguientes:

- **Extracción mediante exprimidores** (sistema in-line y sistema brown) estos sistemas están indicados para productos ricos en líquido como los cítricos y se realizan en frío.
- **Extracción mediante prensado**, se realiza aplicando presión al producto, apropiado para productos como uva, manzana, tomate,... La operación se realiza en frío.
- **Extracción mediante tamizado**, se utiliza cuando no se extraen zumos sino purés. Este sistema es apropiado para frutas y hortalizas como albaricoque, melocotón, tomate...
- **Extracción mediante centrifuga**, este método es apropiado para tratar papillas de manzana, pera...

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Los impactos ambientales asociados a la fase de extracción son la **producción de residuos sólidos**, que en función de la materia prima procesada puede llegar hasta el 50 % del producto procesado y en menor medida la generación de aguas residuales procedentes de la limpieza de los equipos que si bien desde el punto de vista del volumen puede no ser muy significativo, si bien pueden tener una carga orgánica importante. Las opciones de mejoras tecnológicas van encaminadas a la gestión adecuada de los residuos orgánicos y a la adopción de sistemas de limpieza eficientes:

- ✓ **Gestión adecuada de los residuos orgánicos** Los restos orgánicos pueden ser aprovechados como subproductos por otras industrias, para alimentación animal, para fabricación de piensos, etc, de acuerdo con lo expuesto en el apartado 4.3.
- ✓ Adopción de **sistemas de limpieza eficientes**, tal y como se describen en explica en el apartado 4.1.10.

Desde el punto de vista de las diferentes técnicas de extracción y teniendo en cuenta la estrecha relación existente entre sistema adoptado y materia prima procesada es complicado realizar un análisis comparativo para definir las MTD entre los diferentes técnicas.

#### 4.1.7. CONCENTRACIÓN (ZUMOS Y CONCENTRADOS)

*Evaluación de la etapa.*- El principal aspecto a tener en cuenta en esta etapa es el consumo de agua y en menor medida la generación de aguas residuales:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
<b>Concentración</b>	√	-	√	-	-

*Implantación de técnicas.*- La concentración de zumos y concentrados se lleva a cabo mediante las técnicas descritas en el Capítulo 2 (punto 2.5.3).

Las técnicas de concentración más habitualmente empleadas por el sector son **la evaporación de simple efecto** (para productos delicados tales como mermeladas, confituras, fruta confitada) y **la evaporación de múltiple efecto** (concentrado de tomate, frutas en general, mosto de uva,...). La concentración por membranas y por congelación se utiliza para ciertos productos que no soportan temperaturas altas.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua (aunque también se tiene en cuenta medidas de minimización del consumo de energía). Las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Recuperación de condensados**, los condensados obtenidos en la etapa de concentración son aguas limpias con temperaturas elevadas y con bajos contenidos en sólidos solubles lo que la hace muy adecuada para su reutilización.
- ✓ **Reducir las pérdidas energéticas** mediante el aprovechamiento del calor de los vapores generados y recuperando el calor contenido en los condensados.

En la tabla 4.7 se presentan las técnicas de concentrado y su evaluación, sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

#### 4.1.8. GENERACIÓN DE VAPOR

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta etapa son el consumo de energía y las emisiones atmosféricas como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
<b>Generación de vapor</b>	-	√	-	√	-

*Implantación técnica.*- La generación de vapor en el sector de transformados vegetales se realiza por medio de calderas como ya se ha descrito en el Capítulo 2 (punto 2.2.9.1.).

Las calderas para producir el vapor de agua necesaria, para algunas de las operaciones de la elaboración de los productos vegetales, consumen combustibles. Los combustibles más habitualmente utilizados por el sector son el gasoil, fuel-oil y gas natural.

Tabla 4.8. Técnicas de concentrado y su Evaluación

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.5.3.					
Aplicación técnicas	Depende producto elaborado, grado de concentración buscado y sensibilidad a la temperatura					
Técnicas CONCENTRACIÓN	Evaporación				Técnicas de membranas	Concentración por Congelación
	Efecto simple	Multiple efecto	Recompresión			
			Térmica	Mecánica		
Consumo de agua	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	---
Consumo energía	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
Aguas residuales	Procedente condensados Carga contaminante baja Presencia de compuestos orgánicos volátiles				Procedente condensados Carga contaminante baja	
Opciones mejora: MTD	Reutilizar condensados Recuperar volátiles Reducir pérdidas energéticas (aprovechar energía del cambio de estado del agua: 540 cal/g agua evaporada)					
Cómo aplicar opciones mejora MTD	<b>Reutilización de los condensados:</b> Las aguas procedentes de los condensados son aguas limpias con un contenido en sales y sólidos muy bajo, con carga orgánica baja procedente de los compuestos orgánicos volátiles y con temperaturas elevadas.  Los condensados pueden reutilizarse para otras fases del proceso y para rediluir productos concentrados. También y aprovechando sus bajos contenidos en sales y la elevada temperatura es posible utilizarla como agua de alimentación de la caldera, lo que supone además de un ahorro de agua, un ahorro de energía, un menor consumo de combustible y por lo tanto menores emisiones atmosféricas.  <b>Reducir las pérdidas energéticas:</b> Recuperando el calor contenido en los condensados como se ha indicado en el anterior apartado. Aprovechando el calor de los vapores generados en los procesos de evaporación mediante la utilización de sistemas de concentración de múltiple fase, <b>el consumo de vapor</b> es el que sigue: <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 kg de vapor evapora 1 kg de agua en la concentración de simple efecto,</li><li>• 1 kg de vapor evapora 1.7 kg de agua en la concentración de doble efecto,</li><li>• 1 kg de vapor evapora 2.4 kg de agua en la concentración de triple efecto,</li></ul> Por tanto la utilización de sistemas de <b>triple efecto</b> es desde el punto de vista del rendimiento y del consumo energético más adecuado siempre que las características del producto lo permitan. La utilización de compresores térmicos o mecánicos optimiza el gasto energético alargando la operación de concentración con un número ilimitado de efectos; esto se puede utilizar para producciones elevadas de un mismo producto. La concentración por membranas y por congelación que se pueden utilizar para productos que no soportan temperaturas altas, requieren altas inversiones económicas.  <b>Recuperación de volátiles:</b> Los volátiles se pueden recuperar mediante técnicas de destilación o de arrastre de vapor frío reincorporándolo al producto mejorando así su calidad.					
	Reutilizar condensados		Recuperación volátiles		Utilización de sistemas de múltiple efecto	
Ventajas:	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido Reduce consumo energía		Mejora calidad producto Reduce carga orgánica condensados		Reduce pérdidas de energía	
Inconvenientes:	-		Inversión alta		Mayor inversión	

Es posible realizar recuperación de condensados de vapor de las diferentes operaciones en las que se utiliza, con el objetivo de precalentar el agua de alimentación a la caldera de manera que se reduce el consumo de combustible y por tanto las emisiones atmosféricas que se generan.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Los diferentes combustibles utilizados y las medidas de recuperación energética generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de energía y las emisiones atmosféricas; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir las pérdidas energéticas** mediante recuperación de condensados de vapor, evitar pérdidas de calor, etc.
- ✓ **Utilizar combustibles con menor impacto ambiental.**
- ✓ **Reducir la contaminación atmosférica** mediante un adecuado mantenimiento de los equipos (limpieza quemadores, medición emisiones atmosféricas, etc).

**NOTA:** Estas acciones también pueden ser aplicables, aunque el impacto ambiental generado por las emisiones atmosféricas no sea de un impacto elevado, en otras etapas en las que se utiliza combustible para la generación de calor como es el caso del asado, fritura, etc.

En la tabla 4.8 se presentan las técnicas de generación de vapor y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.9 Técnicas de generación de vapor y su Evaluación**

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.9.1.		
Aplicación técnicas	Depende de la disponibilidad del combustible (gas natural..)		
Técnicas GENERACIÓN VAPOR	a) CALDERAS VAPOR		
	Fuel-oil	Gasoil	Gas natural
Consumo de energía	Alto		
Emisiones atmosféricas	Altas -Media	Medias-Baja	Bajas - Muy baja
Opciones mejora: MTDs	Cambio gasoil Cambio gas natural Combinado gasoil-gas Mantenimiento calderas	Cambio gas natural Combinado gasoil-gas Mantenimiento calderas	Mantenimiento calderas
Cómo aplicar opciones de mejora	<p><b>Cambio a gasoil:</b> Es necesario disponer de depósito homologado. Los quemadores pueden adaptarse.</p> <p><b>Cambio a gas natural:</b> No necesita almacenamiento, por tanto no es necesario depósitos. Es necesario sustituir los quemadores.</p> <p><b>Combinado gasoil-gas:</b> El gasoil se utiliza en caso de cortes de suministro del gas natural.</p> <p><b>Mantenimiento calderas:</b> II. Para evitar un aumento de la contaminación medioambiental de los focos de emisión se deben realizar: limpiezas periódicas del quemador, limpieza periódica de las chimeneas de evacuación de gases. La mejora de <b>las características del agua de alimentación</b> a las calderas mediante sistemas de descalcificación, osmotización, etc, minimiza purgas y por tanto disminuye vertidos, además ahorra combustible y como consecuencia minimiza emisiones atmosféricas.</p>		

	Cambio a Gasoil	Cambio a Gas natural	Combinado Gasoil-gas
<b>Ventajas</b>	Menor inversión	Emisiones atmosféricas “limpias” Combustión más eficiente Menor coste termia No necesita almacenamiento	Emisiones atmosféricas “limpias” Menor coste termia
<b>Inconvenientes</b>	Mayor coste termia	Mayor inversión Cortes suministro	Mayor inversión

#### 4.1.9. GENERACIÓN DE FRÍO

*Evaluación de la etapa.*- Los principales aspectos a tener en cuenta en esta operación son el consumo de agua, el consumo de energía y las aguas residuales como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
<b>Generación de frío</b>	√	√	√	-	-

*Implantación técnicas.*- La generación de frío en el sector de transformados vegetales (tanto para congelación como para almacenamiento) se realiza por medio de sistemas mecánicos de compresión como ya se ha descrito en el Capítulo 2 (punto 2.2.9.2.).

Se utilizan fluidos refrigerantes y durante unos años los CFCs y HCFCs (compuestos fluorocarbonados y clorofluorocarbonados) tuvieron una gran demanda. Sin embargo, debido a su impacto medioambiental (destrucción capa de ozono, efecto invernadero,...) algunos de ellos están prohibidos (R-12, R-11...) y la tendencia sea a eliminarlos (año 2015). En los sistemas de generación de frío que se instalan actualmente los fluidos empleados son freones autorizados (R-404) y amoniaco.

La etapa de generación de frío en el sector donde se considera importante es en el de congelados, por eso este apartado está orientado a los sistemas de generación de frío empleados en la industria de congelados.

Los sistemas más utilizados para la generación del frío necesarios tanto para congelar como para almacenar los productos elaborados (o las materias primas) son los condensadores evaporativos (de amoniaco). En algunos casos se utiliza N<sub>2</sub> líquido (para productos como brócoli y alcachofa,...) y también condensadores por placas de amoniaco (para espinaca y acelga,...).

Una vez generado el frío existen distintas técnicas para aplicarlo al producto con la finalidad de congelarlo o enfriarlo. Generalmente la congelación de los productos vegetales se realiza mediante túneles de aire (lecho fluidificado y aire forzado), en un menor número de empresas la congelación se realiza por medio de fluidos criogénicos (Nitrógeno) y de placas verticales, dependiendo del producto que se elabore.

El desescarche de los túneles de congelación se realiza mayoritariamente con agua (que muchas veces procede de las aguas de condensación).

Algunas de las empresas congeladoras de vegetales realizan recuperación o recirculación de las aguas de condensación (aguas limpias a temperatura elevada) con el consiguiente ahorro de agua, ya que esta operación es la que mayor consumo de agua supone en una congeladora.

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.-* Los diferentes sistemas de generación de frío utilizados y las medidas de recuperación energética y de agua provocan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua, el consumo de energía y las aguas residuales; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: recirculación, reutilización.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor.
- ✓ **Reducir las pérdidas energéticas** mediante aislamiento de los equipos, evitar pérdidas de frío, etc.

En la tabla 4.10 se presentan las técnicas de generación de frío y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

#### 4.1.10. LIMPIEZA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

*Evaluación de la etapa.-* Los principales aspectos a tener en cuenta en esta operación son el consumo de agua y las aguas residuales generadas como puede verse en la siguiente tabla:

	Consumo agua	Consumo energía	Aguas residuales	Emisión atmosférica	Restos orgánicos
<b>Limpieza de instalaciones y equipos</b>	√	-	√	-	-

*Implantación técnicas.-* La limpieza de equipos e instalaciones en el sector de transformados vegetales se realiza por medio de agua y productos de limpieza (detergentes y desinfectantes) mediante sistemas manuales o automatizados como ya se ha descrito en el Capítulo 2 (punto 2.2.9.3.).

Los sistemas más utilizados para la limpieza de los equipos y las instalaciones son los manuales: se aplican los productos químicos a las superficies a limpiar y se retiran por medio de agua: también son muy utilizados los equipos de agua a presión que son mas efectivos y tienen un menor consumo de agua; por último en los equipos formados por tuberías por las que discurre el producto (tomate triturado, zumos, etc.) la limpieza se realiza mediante sistemas CIP (Clean In Place).



Tabla 4.10.- Técnicas de generación de frío y su Evaluación

	Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.9.2.		
Aplicación técnicas	-		
Técnicas GENERACIÓN FRÍO	SISTEMAS DE COMPRESIÓN		
	Condensadores evaporativos NH <sub>4</sub>	Condensadores evaporativos N <sub>2</sub>	
Consumo de agua	Alto		
Consumo de energía	Alto		
Aguas residuales	Caudal elevado Carga contaminante nula		
Opciones mejora: MTD	Reutilización aguas condensación Recirculación aguas condensación		
Ventajas	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final		
Inconvenientes	Aumento carga contaminante aguas residuales (vertido final) si no existe separación de redes (industrial y condensación)		
Cómo aplicar opciones de mejora para MTD	<p><b>Recirculación de las aguas de condensación:</b> Las aguas residuales generadas en la condensación del amoníaco tienen una temperatura 3-4 grados superior al agua de abastecimiento y pueden recircularse para el mismo uso, tras el enfriamiento de las mismas (torres de refrigeración); de esta manera se reduce el consumo y el vertido de agua.</p> <p><b>Reutilización de las aguas de condensación:</b> Las aguas residuales generadas en la condensación del amoníaco tienen una temperatura 3-4 grados superior al agua de abastecimiento y pueden reutilizarse para diversos usos: lavado de materia primas, desescarche de equipos de congelación, limpieza de instalaciones, etc.</p> <p>* Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbiológica o química del producto.</p>		

*Evaluación de las técnicas e integración de MTD en el proceso.*- Las diversas técnicas utilizadas generan distinto impacto medioambiental. Como ya se ha mencionado los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua y las aguas residuales generadas; por tanto las opciones de mejora de las MTD irán encaminadas a:

- ✓ **Reducir el consumo de agua** mediante diversas acciones: reutilización de aguas de otras operaciones en las que se generan aguas limpias para emplearlas en la limpieza.
- ✓ **Reducir el caudal de vertido**, de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor.
- ✓ **Reducir la carga contaminante del vertido** en este punto mediante cambio del sistema empleado y mediante la implantación de Buenas Prácticas de Fabricación (retirar sólidos mediante barrido, etc). De esta manera se minimiza en el total de aguas residuales del proceso la carga contaminante de las mismas.

En la tabla 4.10 se presentan las técnicas de limpieza de equipos e instalaciones y su evaluación (el impacto ambiental puede variar desde nulo hasta muy alto), sus opciones de mejora y modo de aplicación, ventajas e inconvenientes de las mejoras:

**Tabla 4.10. Técnicas de limpieza de equipos e instalaciones y su evaluación**

	<b>Técnicas descritas en Cap 2 punto 2.2.9.3.</b>			
<b>Aplicación técnicas</b>	<b>Según producto elaborado. Según productividad y rendimiento.</b>			
<b>Técnicas LIMPIEZA EQUIPOS E INSTALACIONES</b>	Manual: Manguera	Manual: Manguera dispositivo ahorro	Equipos presión	Sistemas CIP
<b>Consumo de agua</b>	Medio	Medio	Bajo-Medio	Bajo-Medio
<b>Aguas residuales</b>	Caudal medio Carga contaminante media			
<b>Opciones mejora: MTDs</b>	<b>Instalar boquillas</b> <b>Recircular agua</b>  <b>Dispositivos ahorro de agua</b>  <b>Limpieza a presión</b> <b>BPF</b>	<b>Limpieza a presión</b>	<b>BPF</b>	<b>BPF</b>
<b>Cómo aplicar opciones mejora MTDs</b>	<p><b>Instalar dispositivos de ahorro de agua:</b> La instalación de dispositivos de ahorro (pistola, etc) en mangueras es muy efectiva para ahorrar agua ya que hay que presionar el mismo para conseguir la salida del agua, por tanto evita que las mangueras se queden abiertas.</p> <p><b>Buenas Prácticas de Fabricación:</b> La implantación de las BPF puede reducir tanto el consumo de agua como la carga contaminante de los vertidos generados. En concreto en la limpieza se consideran BPF:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Barrido y retirada de sólidos</b> del suelo y equipos previo a la limpieza con agua; de esta manera se evita que los sólidos estén en contacto con el agua y se reduce la carga contaminante de la misma.</li> <li>• <b>Evitar las pérdidas de agua innecesarias:</b> mangueras abiertas, etc.</li> <li>• <b>Evitar el vertido de residuos que confieran toxicidad al vertido</b> como grasas, salmueras, productos químicos, de limpieza, ácidos y bases, etc.</li> <li>• Implantación de <b>procedimientos escritos</b> para la limpieza de los equipos e instalaciones (definir cantidades, tiempos de espera, tiempos de aclarado, ...).</li> <li>• <b>Concienciación del personal.</b></li> <li>• <b>Diseño de equipos de fácil limpieza</b> (materiales, etc)</li> <li>• Instalar <b>dispositivos de control y medición</b> (caudalímetros, etc)</li> <li>• Realizar <b>control del consumo</b> de agua para este uso.</li> </ul>			

<b>Opciones mejora: MTDs</b>	<b>Instalar boquillas</b>	<b>Limpieza a presión</b>	<b>Buenas prácticas fabricación</b>
<b>Ventajas</b>	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final Bajo coste	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final Coste medio	Reduce consumo agua Reduce caudal vertido final Bajo coste
<b>Inconvenientes</b>	-	-	-

## 4.2. MTD PARA LA GESTIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA

### 4.2.1. GESTIÓN DEL AGUA

La gestión del agua en este sector es un punto muy importante como se ha visto en los capítulos anteriores debido a la importancia que tiene en el impacto ambiental que provoca el sector.

Además de todas las medidas ya descritas en el punto **4.1. INTEGRACIÓN DE MTD EN LAS ETAPAS PRODUCTIVAS** dirigidas a minimizar el consumo/vertido de agua en cada una de las etapas del proceso productivo, se considera MTD todas aquellas medidas encaminadas a incrementar el control y conocimiento del uso que se hace del agua en la empresa.

A continuación se refleja algunas de las MTD ligadas a la gestión del agua:

- Realizar **control y registro** tanto del consumo de agua como del vertido. Es interesante ampliar estos controles a las etapas del proceso en que mayores consumos/vertidos de agua se producen.
- Realizar **estudios de caracterización** tanto del vertido final como de los distintos vertidos que se generan en las etapas del proceso.
- Aplicar **sistemas de medida y de control** automáticos sobre las etapas en las que se produce un consumo importante de agua de forma que se evite el sobreconsumo de agua.
- **Definir los caudales** de consumos deseados (en función de la calidad sanitaria e higiénica del producto) en cada una de las etapas del proceso.
- Implantar **sistemas de gestión medioambiental** (ISO 14.000, EMAS, etc)
- Implantar **procedimientos escritos** para la realización de las tareas donde se aplica agua.
- **Difusión al personal** de la importancia del ahorro de agua y del cumplimiento de los procedimientos escritos.
- Realizar **mantenimiento preventivo y periódico** sobre los equipos y etapas donde el consumo de agua es importante, de forma que se prevengan pérdidas, fugas o un incorrecto funcionamiento de la maquinaria.
- Incluir en las **especificaciones técnicas** en la compra de equipos o maquinaria el consumo de agua del mismo y la facilidad de limpieza.
- **Difundir las BPF** al personal.

### 4.2.2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales procedentes del sector de transformados vegetales, como ya se ha explicado anteriormente, tienen unas características que dependen del producto elaborado, de las técnicas empleadas y de los sistemas de minimización de que disponga la empresa (recirculaciones, reutilizaciones, etc), entre otras cosas. Sin embargo, de forma general, se caracterizan porque la carga contaminante se debe fundamentalmente a la presencia de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>), sólidos en suspensión, aceites y grasas (con la elaboración de algunos productos) y en el caso de empleo de determinados productos químicos (sosa cáustica para el pelado, etc) también pueden darse casos de pH alcalino o ácido, todo ello en concentraciones y valores variables.

Estas características hacen que la carga contaminante de las aguas residuales del sector sea biodegradable lo que hace aplicable la implantación de sistemas de depuración biológicos que son los mayoritariamente elegidos por las empresas de los sub-sectores considerados.

Además de los sistemas de depuración de aguas residuales es importante, la aplicación de una serie de acciones preventivas encaminadas a la mejora en el tratamiento de los vertido líquidos.

#### a). Medidas preventivas ligadas al tratamiento de las aguas residuales

A continuación se reflejan algunas de las acciones preventivas ligadas al tratamiento de las aguas residuales:

- Segregar las aguas residuales generadas por su calidad: aguas industriales, aguas sanitarias, aguas pluviales y aguas de refrigeración/condensación.
- Separar los sólidos de las aguas residuales lo antes posible (rejillas, barrido suelos, separadores de sólidos, etc).
- Disponer de una zona de homogeneización del vertido.
- Realizar analíticas periódicas de las aguas residuales.
- Aplicar y difundir las Buenas Prácticas de Fabricación al personal.
- Aplicar sistemas de medida y de control automáticos a los tratamientos realizados a las aguas residuales (caudal, pH, conductividad, DQO, etc).
- Evitar la entrada de residuos sólidos en las aguas residuales, durante la limpieza de los equipos e instalaciones.

#### b) Tratamientos aplicables a las aguas residuales del sector transformados vegetales

Depurar el agua residual consiste en eliminar los componentes con efectos nocivos para el ambiente devolviendo al agua las características necesarias para ajustarse a las especificaciones legales requeridas.

La diversidad de sistemas de depuración existentes en el mercado pone de manifiesto la necesidad de tener en cuenta varios aspectos a la hora de decidir el sistema apropiado para cada empresa en particular. Estos aspectos son:

1. Las características propias del agua residual.
2. El caudal de agua que se debe tratar.
3. Los objetivos de depuración, determinados en cada caso, en función del destino final del agua depurada.
4. Las condiciones del vertido (a lo largo de todo el año o por campañas), climatología del lugar, espacio disponible, condicionantes económicos, disponibilidad de personal especializado, etc.

Es habitual hablar de tratamientos primarios, secundarios y terciarios aunque a veces la separación entre ellos no es totalmente clara.

A continuación se reflejan algunos de los tratamientos más habituales en el sector, sus funciones y los inconvenientes que se les pueden asociar.

Pretratamientos:		Observaciones:
<b>Desbaste</b>	Eliminar sólidos muy gruesos hasta 10 mm	Gestionar residuos sólidos
<b>Tamizado</b>	Eliminar sólidos gruesos hasta 0.2 mm	Gestionar residuos sólidos
<b>Desarenación</b>	Eliminar arena y tierra, sobre todo aguas de lavado.	Gestionar residuos sólidos inorgánicos
<b>Desengrasado</b>	Eliminar aceites y grasas	Gestionar residuos
<b>Homogeneización</b>	Laminar el caudal y la carga contaminante Corregir ciertos parámetros: pH Eliminar DQO mediante aireación / agitación (prebiológico)	Coste electricidad Necesidad espacio

En el **tratamiento primario** se pretende eliminar la materia en suspensión sedimentable, para lo cual se emplean decantadores donde sedimenta por acción de la gravedad.

En algunas ocasiones se potencia el tratamiento primario con la adición de reactivos de manera que aumenta la formación de sólidos sedimentables a partir de sólidos coloidales o disueltos, entonces hablamos de **tratamiento físico-químico** o **sistemas de coagulación y flotación**. En algunas ocasiones este sistema puede ser suficiente para alcanzar los niveles de depuración exigidos por la normativa.

Tratamientos primarios:		Observaciones:
<b>Decantación</b>	Eliminar sólidos.	Gestionar lodos Necesidad espacio
<b>Coagulación y floculación</b>	Eliminar sólidos en suspensión y materia orgánica.	Gestionar lodos Coste productos químicos Coste electricidad
<b>Filtración: carbón activo, filtros arena</b>	Eliminar sólidos en suspensión, materia orgánica y otros compuestos.	Costes elevados

Mediante los pretratamientos y los tratamientos primarios se eliminan principalmente sólidos y partículas en suspensión y con la coagulación-floculación sólidos coloidales, pero no la materia orgánica disuelta. Esto supone que en muchas ocasiones sea necesario la aplicación de **sistemas de depuración secundarios** para alcanzar los niveles de calidad requeridos por la legislación.

En este punto, la presencia de materia orgánica disuelta, la elevada biodegradabilidad de este tipo de vertidos y la ausencia de inhibidores en el agua residual son algunos de los factores que justificarían el uso de un sistema de depuración biológico para el vertido.

Los **sistemas biológicos** reproducen a escala industrial el efecto depurador que se lleva a cabo, de forma natural, en los ríos. Estos procesos se realizan mediante microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica, suspendida, disuelta y coloidal existente en el agua residual. Bacterias, hongos, algas, protozoos, metazoos, etc. transforman los compuestos biodegradables en gases y materia celular decantable o floculante que puede separarse fácilmente por sedimentación. De entre estos sistemas, uno de los más utilizados es el sistema de fangos activos aerobios.

La configuración de plantas de tratamiento mediante fangos activos es muy diversa: varía en función del soporte de los microorganismos, de si el tratamiento es continuo (las diferentes fases del proceso se desarrollan de forma simultánea en diferentes tanques) o discontinuo (funcionamiento por ciclos de depuración) o en función de que se separe el agua depurada del fango mediante decantación o de otras formas (biomembranas, decantadores,...).

Tratamientos secundarios: biológicos aerobios		Observaciones:
Fangos activos	Eliminan materia orgánica y sólidos suspensión, nutrientes	Inversión elevada  Coste electricidad Gestionar lodos
Fangos activos doble etapa		
SBR		
Lecho móvil	Eliminan materia orgánica y sólidos suspensión, nutrientes y microorganismos	
M.B.R.		

Junto con el tratamiento biológico es necesario instalar la línea de tratamiento de lodos cuyo objetivo es eliminar agua del exceso de fango generado durante el proceso de la depuración. Habitualmente este tratamiento consta de una etapa de espesamiento (con o sin adición de agentes químicos), además puede realizarse también otra de deshidratación que persigue conseguir un mayor grado de sequedad que la hace más manejable.

Los **tratamientos terciarios** están enfocados a la reutilización del agua depurada. El objetivo en estos casos del tratamiento es desinfectar y eliminar agentes patógenos que hagan posible esta reutilización (normalmente como agua de riego agrícola o para otros usos). Estos sistemas están poco implantados en el sector y pueden ser los siguientes:

Tratamientos terciarios:		Observaciones:
Cloración	Elimina microorganismos	-
Ozonización	Elimina microorganismos	Inversiones muy elevadas
Ultravioleta	Elimina microorganismos	
Ultrafiltración	Elimina microorganismos, coloides, moléculas y virus	
Osmosis inversa	Elimina sales, nutrientes	

En cualquier caso los tratamientos aplicados en cualquier industria deberán ser determinados mediante un estudio completo de caracterización y caudal de las aguas residuales generadas.



### 4.3. GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESTOS ORGÁNICOS

Como ya se comentó en el capítulo anterior la principal característica de la mayoría de los restos sólidos generados en estos subsectores es que son valorizables como subproductos, son reciclables o sirven como materia prima para otros procesos; también se indicó que la alimentación animal o bien la gestión son los dos destinos más comunes de los residuos producidos.

De acuerdo con la normativa vigente todos los residuos potencialmente reciclables o valorizables deberán ser destinados a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos posibles. Esta consideración tiene una gran incidencia en el tratamiento de los residuos sólidos producidos en la industria de transformados vegetales pues para llevar a cabo esta acción es necesario la segregación de los diferentes residuos en origen, en función de sus posibilidades de reutilización, reciclaje o valoración, el almacenamiento adecuado y su gestión mediante gestores que lo destinen a estos fines.

Este sería el tratamiento adecuado para aquellos residuos que finalmente no sean reutilizados o valorizados dentro de la propia empresa o bien a través de otras industrias.

Para los restos de naturaleza orgánica (restos de materia prima y lodos de depuradora) además de los destinos ya comentados con anterioridad hay otras posibilidades de tratamiento para su valorización como subproductos:

#### **4.3.1. PRODUCCIÓN DE COMPOST**

Como es sabido el proceso de compostaje consiste en un proceso biooxidativo controlado en el que intervienen una gran variedad de microorganismos y que se desarrolla en unas condiciones controladas de humedad, aireación y temperatura.

El fin de este proceso es la obtención de un material orgánico estable y exento de patógenos utilizable como enmendante orgánico en la agricultura o bien en el acondicionamiento de suelos para otros fines. Hay que tener en cuenta que tanto los restos vegetales y fundamentalmente los lodos de depuradoras instaladas en este sector presentan unas características que los hacen muy idóneos para ser compostados: alto contenido en materia orgánica, alto grado de biodegradabilidad y muy bajos o nulos contenidos de metales pesados y de sustancias orgánicas de naturaleza tóxica que pudieran dificultar el proceso de compostaje.

#### **4.3.2. ELABORACIÓN DE PIENSOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Aprovechamiento de restos orgánicos de frutas y hortalizas para la elaboración de piensos para alimentación animal a través de un proceso de secado y prensado. Con ello se mantiene el destino final que la mayoría de las empresas dan a este residuo pero dotándolo de valor añadido.

#### **4.3.3. PRODUCCIÓN DE METANO**

La fermentación metánica es la digestión anaerobia de los residuos orgánicos por bacterias. Es idónea para la transformación de la biomasa húmeda (más del 75 % de humedad relativa). En los fermentadores, o digestores, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas, que contiene alrededor de 60 % de metano y 40 % de gas carbónico. El metano se puede utilizar en la producción de energía eléctrica y de energía térmica. La tecnología anaerobia aplicada a la biometanización de los residuos sólidos es una tecnología madura con posibilidad de ser aplicada a cualquier tipo de fracción orgánica independientemente de su origen.

La biometanización se aplica generalmente seguida de un proceso de compostaje, dado que el residuo una vez digerido, no posee las características idóneas para ser utilizado en agricultura (Mata, 1998).

#### **4.3.4. APROVECHAMIENTO TÉRMICO**

Uno de los métodos más antiguos para aprovechar energéticamente los residuos es la combustión. La incineración de los residuos genera gases (en el caso de residuos orgánicos como serían los restos vegetales  $H_2O_{vapor}$  y  $CO_2$ ), cenizas inertes y energía calorífica que puede ser recuperada y aprovechada. Este puede ser un destino adecuado para algunos restos de materia prima tales como huesos de melocotón, albaricoque...



#### 4.3.5. OBTENCIÓN DE COMPUESTOS DE ALTO VALOR AÑADIDO

Los subproductos vegetales contienen valiosas sustancias como: azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas, etc. Estos residuos pueden ser de interés en las industrias: alimentaria, farmacéutica, química y cosmética (Larrauri, 1994).

Por ejemplo durante las últimas décadas ha aumentado la industrialización de subproductos de cítricos, orientada esta hacia:

- Aprovechamiento de la pulpa para mejorar el aroma y la sensación bucal de zumos reconstituidos.
- Aprovechamiento de las cortezas de cítricos como ingredientes de piensos para alimentación animal.
- Extracción de aceites esenciales del flavedo, empleados para aromatizar.
- Extracción de terpenos que tienen numerosas aplicaciones en la industria química.
- Obtención de pectinas empleando como materia prima el albedo.
- Extracción de los flavonoides hesperidina y naringina de la corteza de cítricos, empleados en la industria farmacéutica.
- Aprovechamiento de carotenoides como pigmentos naturales para la mejora de la coloración de los jugos simples y concentrados, bebidas refrescantes, jaleas, caramelos duros, helados, yogur, etc. (Larrauri, 1996; Cháfer, 2000).
- En la elaboración de zumo de manzana, se genera un residuo de pulpa de manzana tras el prensado de las manzanas trituradas. La pulpa producida tiene alrededor de un 20-30% de extracto seco, 1,5-2,5% de pectina y 10-20% de hidratos de carbono. Puede emplearse para la producción de pectina, y además puede usarse directamente como fibra dietética y como relleno de tartas.
- En el caso del tomate, es cada vez más valorado su contenido en licopeno. El licopeno es un carotenoide responsable de la coloración de los tomates maduros, pero su uso como colorante alimentario se ve limitado ya que los sistemas de extracción son muy costosos y presenta una baja estabilidad. Sin embargo su extracción puede ser interesante en el campo de la medicina. Si tenemos en cuenta que aproximadamente el 50% del licopeno se concentra en la cutícula y en la pulpa adherida a ella, los residuos generados en la transformación de tomate podrían ser una fuente de licopeno.

#### 4.4. RUIDOS

Desde el punto de vista medioambiental el ruido que hay que considerar es el que se genera en las instalaciones industriales y llega a receptores externos (viviendas, comercios, otras empresas, etc). Este impacto depende de muchos factores muy particulares tales como la ubicación de la empresa, horario de trabajo, tipo de construcciones que haya en los alrededores y distancia de las mismas, etc.

De todos los factores señalados anteriormente el más relevante en relación a la posible generación de ruido ambiental que pudiera provocar el incumplimiento de la normativa vigente en los subsectores estudiados es el de la ubicación; aunque en general las empresas están ubicadas en polígonos industriales o alejadas de las poblaciones, en ocasiones las empresas que estaban instaladas en los

alrededores de poblaciones se han visto rodeadas de viviendas, comercios, ... y es en estos casos donde el ruido puede ser un impacto potencialmente negativo (en el caso de empresas de nueva creación no hay o no debe haber problemas con el ruido ambiental ya que su ubicación debe ser adecuada).

Con independencia de los factores que contribuyan a incrementar o disminuir el efecto del ruido ambiental generado por la actividad, en los subsectores estudiados podemos diferenciar dos tipos de fuentes de ruido ambiental: los producidos por la maquinaria utilizada para la elaboración de los productos y los originados por los vehículos de transporte de dichos productos. En todo caso y de forma general hay dos líneas de actuación:

- ✓ Medidas encaminadas a la reducción del ruido en la fuente, es decir, reducir los niveles de emisión de ruido.
- ✓ Implantación de medidas preventivas con el fin de minimizar los efectos del ruido ambiental generado.

Entre las medidas de reducción de ruido o preventivas podemos señalar:

- ☐ Ubicación y anclaje adecuados de la maquinaria.
- ☐ Correcto mantenimiento de los equipos y vehículos.
- ☐ Instalación de pantallas acústicas.
- ☐ Instalación de cortinas acústicas
- ☐ Aislamiento de recintos.
- ☐ Inspección técnica de los vehículos.
- ☐ Limitaciones en horarios de circulación de vehículos.
- ☐ En nuevas instalaciones la recepción de materia prima, que puede ser una operación que genere ruidos que afecten a zonas colindantes, puede situarse en una zona lo más alejada posible de las fincas próximas.

En todo caso en primer término es importante diagnosticar y verificar el estado de la contaminación acústica mediante la realización de un estudio de ruido ambiental que cuantifique la magnitud y la procedencia del mismo y permita realizar las actuaciones precisas en caso de ser necesarias.

## **5. MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES**

### **Resumen**

En este Capítulo se van a describir los sistemas de medición y control de los contaminantes más habituales en el sector de transformados vegetales que como ya se ha señalado en capítulos anteriores, son las aguas residuales (punto 5.1). Se tratará también sobre los sistemas de medición de las emisiones atmosféricas (punto 5.2).

En el punto 5.3 se hace un resumen de las principales normativas europeas, y españolas que afectan a los diferentes impactos ambientales. Por último, en el punto 5.4 se revisa el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (EPER) para el sector.

### **5.1. MEDICIÓN Y CONTROL DE AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales procedentes del sector de transformados vegetales, como ya se ha explicado anteriormente, tienen unas características que dependen entre otros aspectos: del producto elaborado, de las técnicas empleadas, de la separación de redes (refrigeración, industriales, pluviales, etc) y de los sistemas de minimización de que disponga la empresa (recirculaciones, reutilizaciones, etc).

Sin embargo, de forma general, se caracterizan porque la carga contaminante que presentan se debe fundamentalmente a la presencia de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) y sólidos en suspensión; también pueden ser importantes la presencia de aceites y grasas (con la elaboración de algunos productos) y en el caso de empleo de determinados productos químicos (sosa cáustica para el pelado, etc) también pueden darse casos de pH alcalino o ácido, todo ello en concentraciones y valores variables.

#### **5.1.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES: METODOLOGÍA**

Los estudios de caracterización de aguas residuales tienen como finalidad conocer la situación de la empresa en materia de vertidos, tanto en caudal como en concentración de contaminantes.

Los estudios de caracterización y caudal del vertido final generado en la empresa proporcionan una información muy completa e imprescindible para la empresa a la hora de:

- ✓ Conocer el grado de contaminación global en función de cada uno de los productos elaborados a lo largo del año, así como el cumplimiento de la legislación aplicable en cada caso: límites de parámetros analíticos y límites de caudal.
- ✓ Conocer la posibilidad de aplicación de sistemas biológicos: biodegradabilidad del vertido; así como diseñar y dimensionar una EDAR (estación depuradora de aguas residuales).

- ✓ Comprobar mediante la determinación de parámetros analíticos la efectividad de pretratamientos o tratamientos para la reducción de la carga contaminante de las aguas residuales: decantación, filtración, homogeneización, etc.
- ✓ Conocer la influencia en el vertido de las modificaciones en el proceso de elaboración: minimización del consumo de agua, implantación de nuevas líneas de producción, instalación de nuevas técnicas, elaboración de nuevos productos, etc.
- ✓ Comprobar que la aplicación del canon de saneamiento al vertido (en cuanto a carga contaminante) es correcta.
- ✓ Conocer y estudiar las soluciones que se pueden aplicar al vertido, etc.

La metodología a seguir en cada empresa para la elaboración de un **ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN** puede seguir el modelo que se muestra a continuación o uno similar:

#### 1.- Información inicial necesaria:

- Campañas de fabricación. Las diferentes campañas generan vertidos muy diversos por lo que se hace necesario conocer todas las fabricaciones que se realizan en cada empresa.
- Fuentes de abastecimiento. El suministro de agua en las empresas del sector viene dado por la red general de abastecimiento y normalmente por pozos de agua disponibles en las empresas.
- Identificación de los puntos de vertido en la línea. Se realiza una revisión de cada línea de fabricación para ver dónde se generan los vertidos líquidos que dan lugar al vertido final. Se realiza un diagrama de flujo de cada proceso de fabricación en el que irán indicados los puntos de vertido y explicadas las fases del proceso.
- Punto de vertido final. Es importante saber qué aguas confluyen en este punto (de producción, esterilización, sanitarias, pluviales, etc). Este será el punto de toma de muestra que representará al vertido generado en la empresa.
- Sistemas de pre-tratamiento existentes. Conocer los posibles sistemas de eliminación de contaminantes del agua, separador de sólidos, separador de grasas y aceites, decantador, depuradora.

#### 2.- Control de caudales y producción:

Debe llevarse un control diario tanto de los caudales consumidos en la empresa como de los caudales vertidos a lo largo de todas las campañas que se desarrollan en la empresa. De la misma manera se realizará un control diario de materia prima y materia elaborada en kg.

De esta manera la empresa dispondrá de la información suficiente para conocer datos importantes por campaña como son:

- ❑ Consumo medio diario.

- ❑ Consumo máximo diario.
- ❑ Vertido medio diario.
- ❑ Relación entre consumo de agua y producción.

### 3.- Toma de muestras:

La toma de muestras es una operación fundamental para asegurar la validez de los resultados analíticos y para garantizar que los resultados puedan ser aceptables como control del cumplimiento de las normativas de vertidos. La toma de muestra deberá ser representativa de todas las fases del proceso de fabricación, arranque de la fábrica, máxima producción, parada y limpieza de las instalaciones.

La muestra según la duración del muestreo puede ser:

- **Simple:** muestra puntual tomada en un momento del día. Siempre que la empresa no disponga de un sistema de homogeneización (balsa de homogeneización, depuradora), la muestra puntual se considera poco representativa ya que las condiciones del vertido varían en función de las operaciones que se estén realizando en cada momento.
- **Compuesta o fraccionada:** tomada en varios momentos durante toda la jornada de fabricación. El muestreo compuesto o fraccionado de las aguas residuales puede realizarse de forma:
  - ⇒ **Manual:** tomado por una persona que se encarga de la recogida periódica de las muestras durante toda la jornada laboral.
  - ⇒ **Automática:** mediante un equipo toma muestras que puede ser programado:
    - ❑ En función del **tiempo**. El muestreo compuesto en función del tiempo se realiza tomando una muestra cada periodo de tiempo estimado (se estima el intervalo de toma de muestras en función de la capacidad de toma de muestras del muestreador, del caudal previsto de vertido y del horario de fabricación de la empresa).
    - ❑ En función del **caudal**. Este corresponde al modo de toma de muestra más representativa ya que recoge muestras en función del vertido que se esté realizando. El intervalo de toma de muestra viene dado por el caudal que se está vertiendo. Estos muestreos se realizan cuando la empresa dispone de contador de vertido con en el que se conecta el muestreador automático o de arqueta normalizada o tubería adecuada en las que se pueda colocar caudalímetro portátil de vertido.

### 4.- Análisis de la muestra recogida:

En general, en la caracterización del vertido generado en una empresa se analizan aquellos parámetros que aportan información sobre:

- Nivel de materia orgánica que contiene el agua residual.
- Biodegradabilidad del vertido: relación DBO<sub>5</sub>/DQO.
- Contenido en sales: conductividad eléctrica.
- Contenido en nutrientes: nitrógeno y fósforo.

Una vez tomada la muestra se procede a su análisis en el laboratorio de acuerdo a los parámetros de control establecidos en cada caso, cuantificándose la concentración de diferentes parámetros:

- pH
- conductividad
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- Sólidos Totales en Suspensión (SST)
- Nitrógeno Kjeldahl (NKT)
- Fósforo total

El resto de parámetros de control que pueden ser determinados dependerá del tipo de producto elaborado (por ejemplo, si la empresa fabrica tomate frito sería necesario analizar los aceites y grasas), del tipo de proceso de conservación (en las congeladoras es importante analizar el Nitrógeno amoniacal), de los parámetros de control que soliciten las diferentes autoridades competentes en materia de autorizaciones de vertido (DQO decantada, etc.).

Si lo que queremos es conocer las características del vertido para la posterior instalación de un sistema de depuración será necesario conocer parámetros que indiquen el comportamiento de las aguas residuales que se están caracterizando a tratamientos como la decantación, filtración, etc. En estos casos resulta de interés conocer parámetros como:

- Demanda Química de Oxígeno soluble (DQO soluble).
- Demanda Química de Oxígeno decantada (DQO decantada).
- Sólidos Decantables (SD), etc.

### **5. Carga contaminante:**

Para conocer la carga contaminante generada por una empresa se necesita conocer las características del vertido para cada producto elaborado, es decir, debemos CARACTERIZAR EL VERTIDO que se genera en cada empresa.

A partir de los datos de la caracterización (concentración de los contaminantes) y del caudal vertido (se considera para los cálculos que el caudal consumido es igual al vertido en aquellos casos en los que no se dispone de contadores de vertido), se calcula la carga contaminante vertida a diario en DQO, DBO<sub>5</sub>, SST, etc.

La fórmula empleada para el cálculo de la carga contaminante es la siguiente:

<b><math display="block">\text{Carga contaminante (kg/día)} = [\text{Concentración (mg/l)} \times \text{Caudal (m}^3\text{/día)}] / 1000</math></b>
---

### **5.1.2. PARÁMETROS DE CONTROL EN LAS AGUAS RESIDUALES**

La legislación medioambiental vigente en materia de vertidos establece unos límites para una serie de parámetros analíticos que caracterizan a un agua residual.

A continuación se explican cada uno de los parámetros analíticos que habitualmente se determinan en las aguas residuales del sector de transformados vegetales, detallando la razón que justifica su control, sus efectos sobre el ambiente y el método analítico.

Los parámetros de control se dividen en físicos y químicos dependiendo de su origen:

#### **5.1.2.1. Parámetros físicos:**

**1) Color:** El color de las aguas residuales industriales dependerá de las materias primas y del proceso de producción fundamentalmente.

##### **Efectos del color sobre el medio receptor:**

- Efectos estéticos perjudiciales.
- Disminuye la transmisión de la energía solar y en consecuencia la fotosíntesis, lo que supone una disminución en la producción de oxígeno.

**Medición:** Se puede realizar mediante la realización de una dilución (1/40), comparación visual frente a un patrón o por medio de un espectrofotómetro.

**2) Aceites y Grasas:** dentro de este grupo se encuentran las grasas y aceites que están en estado libre, ya sean de origen animal, vegetal o mineral. Una característica de este grupo de contaminantes es que pequeñas cantidades en el cauce receptor ocupan grandes superficies.

##### **Efectos sobre el medio receptor:**

- Efectos estéticos perjudiciales.
- Impregnan vegetales y animales, impidiendo la fotosíntesis, respiración y transpiración. Sobre las aves acuáticas actúan disolviendo la grasa de sus plumones anulando su flotabilidad.
- Debido a la bajísima solubilidad del oxígeno en los aceites y grasas y en muchos casos nula, forman una barrera que impide la transferencia de oxígeno desde la atmósfera a la masa de líquido. Este problema se ve agravado porque pequeñas cantidades ocupan grandes extensiones.

**Medición:** Las grasas y aceites se determinan por método Soxhlet o bien por métodos instrumentales (infrarrojos).

**3) Temperatura:** en general, las aguas residuales son más calientes que las aguas naturales. La temperatura del vertido dependerá del proceso utilizado (frío-caliente), así como del volumen de agua utilizado para la refrigeración. Existen variaciones estacionales y horarias.

##### **Efectos sobre el medio receptor:**

- Disminuye la solubilidad de los gases y en consecuencia la del oxígeno.
- La disminución de la solubilidad del oxígeno lleva consigo la desaparición de ciertas especies como los salmónidos.
- Aumenta la velocidad de las reacciones químicas y biológicas (en el caso de las biológicas aumentan su velocidad de dos a tres veces por cada 10°C).
- Aumenta y/o disminuye la solubilidad de las sales.
- Provoca la variación de la flora y fauna del medio (al aumentar la temperatura se aumenta la población de hongos por ejemplo).

- Determinadas especies se reproducen de acuerdo con la temperatura del agua.

**Medición:** La medida de temperatura se debe realizar “in situ” en el punto de vertido final mediante sonda de medición de temperatura. Para la correcta determinación de la temperatura en un cauce será preciso la realización de un perfil del mismo, con múltiples puntos de control.

**4) Sólidos:** los sólidos totales se clasifican en :

- *Sólidos en suspensión* (retenidos por un filtro) que pueden ser sedimentables o no sedimentables. Tanto los sólidos sedimentables como los no sedimentables pueden ser a su vez volátiles o fijos.
- *Sólidos disueltos* (porción que atraviesa el filtro). Estos pueden ser también volátiles o fijos

La denominación de fijos y volátiles es próxima a inorgánicos y orgánicos respectivamente, ya que a la temperatura del método analítico de los sólidos volátiles solo se descompone el carbonato magnésico.

**Efectos sobre el medio receptor:**

- *Sólidos en Suspensión:*

- Aumentan la turbidez de las aguas.
- Color aparente en las aguas.
- Disminuyen el paso de la energía solar, lo que conlleva una disminución de la fotosíntesis.
- Depósitos sobre plantas y branquias de peces.
- Depósitos por sedimentación, sobre el fondo de los cauces receptores, favoreciendo las condiciones anaerobias y dificultando la alimentación de determinadas especies.

- *Sólidos Disueltos:*

- Aumentan la salinidad del medio.
- Aumento de la salinidad, lo que conlleva incrementos de la presión osmótica.
- Variación en la solubilidad del oxígeno en el medio.
- Aunque no sean tóxicos pueden inducir la toxicidad de determinados compuestos.

**Medición:**

- *Sólidos en Suspensión.* La muestra se filtra a través de filtros de fibra de vidrio y el residuo retenido en el mismo, una vez secado hasta peso constante a 103-105° C, se determina gravimétricamente utilizando una balanza de precisión y se expresa en mg/l.

- *Sólidos Decantables.* Sobre la misma muestra en la que se han determinado los sólidos totales en suspensión se determinan los no decantables. Para ello, se deja reposar una fracción de la muestra y a partir de la misma se determinan los sólidos no decantables. Por diferencia entre los sólidos totales en suspensión y los sólidos no decantables, se calculan los sólidos decantables.

- *Sólidos Disueltos.* La determinación de los sólidos disueltos se realiza mediante filtración sobre filtros de fibra de vidrio, evaporación del filtrado y desecación de sólidos a 180°C.



### 5.1.2.2. Parámetros Químicos:

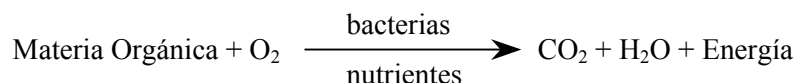
**1) Materia Orgánica:** la contaminación orgánica es la más importante en magnitud. Definimos como compuesto orgánico a un amplio sector de compuestos que tienen en común la presencia en su constitución del carbono. Desde un punto de vista de contaminación y más concretamente de los procesos de tratamiento biológicos o químicos, los compuestos orgánicos presentes en un agua residual se dividen en dos grandes grupos:

- ❑ Materia orgánica biodegradable.
- ❑ Materia orgánica no biodegradable.

Se define biodegradabilidad como la propiedad de determinados compuestos de ser utilizados por microorganismos como fuente de alimentación. Las reacciones bioquímicas que tienen lugar son de dos tipos: aerobias (con intervención de oxígeno) y anaerobias (en ausencia de oxígeno). Se puede afirmar que las sustancias susceptibles de ser atacadas por los seres vivos, principalmente microorganismos, convirtiéndose a consecuencia de este ataque en otras sustancias de propiedades distintas y, en general, de menor peso molecular, son las llamadas BIODEGRADABLES.

La condición de biodegradabilidad es indispensable en los compuestos presentes en las aguas residuales que se vierten. Muchas de estas sustancias si se acumulan resultan nocivas e incluso tóxicas para la vida que se desarrolla en las aguas alterando el equilibrio de los ecosistemas de forma irreversible; de ahí la importancia de que puedan ser convertidas por los microorganismos en sustancias inocuas y fácilmente eliminables e incluso aprovechables por otros organismos.

La reacción que tiene lugar es:



Entre los factores más importantes que afectan a la biodegradabilidad:

- ✓ Naturaleza de la materia orgánica. Dependiendo de la estructura de la materia orgánica, así será su biodegradabilidad, siendo en principio difícil de indicar si un compuesto se va a biodegradar con facilidad si no se llevan a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes. Por ejemplo, la lignina es difícil de romper o degradar.
- ✓ Presencia y tipo de microorganismos.
- ✓ Temperatura del agua residual.
- ✓ Concentración de nutrientes y oligoelementos. Se requieren, además de los componentes usuales de la materia orgánica (carbono, oxígeno e hidrógeno), otros elementos denominados nutrientes (nitrógeno y fósforo), así como oligoelementos (magnesio, calcio, hierro, etc). En el caso de déficit de nutrientes, las reacciones bioquímicas se ven muy disminuidas.
- ✓ pH. Debido a que los microorganismos solo pueden vivir en un determinado rango de pH, relativamente estrecho y crítico, valores fuera de dicho rango producirán la inhibición de las reacciones bioquímicas, por desnaturalización de las proteínas de los seres vivos y en consecuencia su muerte.

- ✓ Salinidad. Posee efectos sobre los microorganismos por variación de la presión osmótica. Además la presencia de salinidad puede potenciar los efectos tóxicos de otros compuestos.
- ✓ Tiempo de reacción. Las reacciones biológicas se caracterizan por su lentitud.
- ✓ Presencia de inhibidores y/o tóxicos. Por ejemplo, el cloro.

Las aguas residuales contienen normalmente numerosos compuestos orgánicos diferentes por lo que no es posible realizar el análisis individual de cada uno de ellos. Se recurre pues al empleo de métodos que determinan grupos de compuestos o más frecuentemente a la globalidad de los compuestos orgánicos allí presentes.

Los tres índices más comunes a la hora de medir la contaminación orgánica de forma global son:

- Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
- Carbono Orgánico Total (COT).

La materia orgánica se mide habitualmente en términos de DBO<sub>5</sub> y DQO. Puesto que en la DQO se cuantifica la materia orgánica oxidable por un oxidante químico y en la DBO<sub>5</sub> se cuantifica únicamente la materia orgánica oxidable por microorganismos, la relación DBO<sub>5</sub>/DQO será siempre menor de 1. La relación entre los valores de DBO<sub>5</sub> y DQO es indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante presente en el agua residual.

#### **Efectos sobre el medio receptor:**

- Los efectos son diferentes si se trata de materia orgánica biodegradable o no.
- La primera provoca una disminución del oxígeno disuelto por consumo de éste en los procesos de degradación, disminuyendo la capacidad de autodepuración del cauce. Cuando se consume todo el oxígeno disuelto la degradación de la materia orgánica se realiza en condiciones de anaerobiosis, desapareciendo la vida animal y apareciendo compuestos típicos de la putrefacción, generalmente mal olor como el sulfhídrico, la putrescina, etc.
- La materia orgánica no biodegradable puede provocar acumulación en los tejidos animales y toxicidad.
- Si la materia orgánica se descarga en el entorno sin tratar, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno.

#### **Medición:**

##### *- Demanda Química de Oxígeno (DQO).*

La Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas de temperatura y acidez (en caliente y en medio ácido). La mayor parte de la materia orgánica resulta oxidada por una mezcla a ebullición de los ácidos crómico y sulfúrico. Esta medida es la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral.

##### *- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>).*

Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica presente en el agua por acción bioquímica aerobia en las condiciones de ensayo, a 20°C y en oscuridad.

Existen diversas variantes de la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, entre las que se refieren al periodo de incubación. La más frecuente es la determinación de la DBO a los cinco días ( $DBO_5$ ).

Para el análisis de la  $DBO_5$  en el laboratorio se coloca la muestra en un recinto cerrado herméticamente, manteniéndola en agitación en presencia de una atmósfera de aire, a una temperatura de 20°C. Como consecuencia del consumo de oxígeno existente en el aire que se encuentra sobre el líquido por parte de la flora bacteriana, se produce una depresión, puesto que el  $CO_2$  formado se fija sobre un álcali (NaOH o KOH).

- *Carbono Orgánico Total (COT).*

Este parámetro como su nombre indica, es la medida del contenido total en carbono de los compuestos orgánicos presentes en las aguas. Se refiere tanto los compuestos orgánicos fijos como a los volátiles, naturales o sintéticos. Es la expresión más correcta del contenido orgánico total (método de análisis Combustión/Infrarrojo).

**2) Nutrientes: Nitrógeno y Fósforo:** en un tratamiento biológico, el Nitrógeno es uno de los elementos imprescindibles para la nutrición de los microorganismos. Los microorganismos para su correcto desarrollo necesitan un sustrato que contenga carbono y nitrógeno en una relación equilibrada. Si esta relación es alta significa que no hay suficiente nitrógeno, con lo cual las bacterias no podrán producir las enzimas necesarias para asimilar el carbono. Por el contrario, si la relación C/N es baja, se producirá una pérdida de nitrógeno en forma de amonio.

El fósforo es otro de los elementos esenciales para el desarrollo de los microorganismos. Una abundancia de este elemento no influirá en el proceso de depuración biológica, pero una deficiencia puede inhibir la degradación, por lo que en algunos casos convendrá añadir fósforo al agua residual para que pueda sufrir una bioconversión.

**Efectos sobre el medio receptor:** una cantidad excesiva de nitrógeno y fósforo puede producir efectos negativos sobre el medio receptor. La presencia de importantes cantidades de derivados de nitrógeno y fósforo en aguas de vertido puede conllevar la eutrofización del cauce, o lo que es lo mismo, un crecimiento desmesurado de algas. La eutrofización del cauce, lleva consigo una disminución del oxígeno disuelto en el agua, debido a la gran demanda del mismo que generan las algas muertas y depositadas en el fondo.

**Medición:**

- *Nitrógeno Total.*

Analíticamente, el nitrógeno orgánico y el amoníaco se pueden determinar juntos y se han denominado “Nitrógeno Kjeldahl”, un término que refleja la técnica utilizada en su determinación. El método Kjeldahl determina el nitrógeno en estado trinegativo. No tiene en cuenta el nitrógeno en forma de azida, azina, azo, hidrazona, nitrato, nitrito, nitroso, oxina y semicarbazona.

En presencia de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), sulfato potásico ( $K_2SO_4$ ) y sulfato mercurico ( $HgSO_4$ ) catalizador, el nitrógeno amino de muchos materiales orgánicos se transforma en sulfato de

amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). El amoníaco libre y nitrógeno-amonio también se convierte en sulfato de amonio.

Durante la digestión de la muestra se forma un complejo mercurio-amonio que se descompone por el tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ).

Tras la descomposición el amoníaco se destila desde un medio alcalino y se absorbe en ácido bórico ( $\text{HBO}_2$ ) en exceso. El ácido bórico en contacto con el amoníaco forma borato amónico ( $\text{NH}_4\text{BO}_2$ ) cuya concentración se determina directamente por titulación con un ácido mineral patrón.

#### *- Fósforo Total.*

La determinación de fósforo incluye dos pasos generales: conversión de la forma fosforada en ortofosfato disuelto y la determinación colorimétrica del ortofosfato disuelto. El método de digestión debe ser capaz de oxidar la materia orgánica eficazmente para liberar el fósforo como ortofosfato. El método más drástico es el del ácido perclórico, empleado para aguas residuales con sólidos en suspensión. En cuanto al método colorimétrico se emplea el del vanadomolibdato.

**3) pH:** parámetro muy importante que da información acerca del tipo de compuestos que contiene el vertido y las posibles reacciones que se pueden llevar a cabo. Generalmente en cualquier proceso biológico los valores óptimos de pH son los valores próximos a la neutralidad (ya que se estima que por debajo de 5.5 y por encima de 8.5 las bacterias pierden su acción depuradora, observándose un menor rendimiento en la disminución de DQO).

**Medición:** este parámetro se determina mediante medida potenciométrica referida a 20°C utilizando un pHmetro convencional.

**4) Conductividad:** la conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales presentan coeficientes de conductividad relativamente adecuados.

**Medición:** la conductividad eléctrica se determina mediante un conductímetro convencional y se expresa en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## **5.2. MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

La contaminación atmosférica del aire es un proceso que se inicia a partir de las emisiones al aire de los diferentes focos emisores de contaminantes a la atmósfera.

Los contaminantes son emitidos a la atmósfera, que hace de medio para su transporte, dilución y transformación física y química.

Para minimizar la contaminación atmosférica es necesario, por una parte, el control de las emisiones atmosféricas (niveles de emisión), y por otra, el control y vigilancia de la presencia de contaminantes al aire en diferentes receptores (niveles de inmisión).

Las emisiones atmosféricas de la industria de transformados vegetales proceden principalmente de los combustibles que se utilizan para el funcionamiento de las calderas de generación de vapor.

La mayoría de las industrias utilizan como combustible fuel-oil, gas-oil o gas natural. Los parámetros que se determinan de las emisiones de las calderas son CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y opacidad.

### 5.2.1. MEDICIÓN DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS: TOMA DE MUESTRAS

En el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos se debe distinguir entre emisión e inmisión. El concepto de emisión implica la concentración de un contaminante que es lanzado o vertido por un foco emisor, mientras que la inmisión se refiere a la concentración de un contaminante, existente a nivel de suelo y es el que respira el ser humano.

La captación de una muestra de aire presenta cierta complejidad debido a que es necesario tener un conocimiento previo del comportamiento del medio gaseoso, de los métodos de muestreo y de las técnicas analíticas para la determinación de su concentración. En todo caso, la condición necesaria es que la muestra sea representativa.

Los puntos donde se efectúan las tomas de muestras son de diferentes características en cada caso y muchas veces tienen difícil acceso, poco espacio de maniobra y en cierto modo cierto riesgo. De este modo, los aparatos que se utilizan se han de adaptar en la medida de lo posible a estas circunstancias, para facilitar la tarea del operador y además han de ser resistentes para soportar las condiciones que se dan en el punto de muestreo.

El tiempo de muestreo depende básicamente de tres factores: concentración esperada, posibilidad de variación de la velocidad de muestreo y sensibilidad del método analítico empleado.

En contaminación atmosférica el muestreo va totalmente ligado a método de análisis. Por ejemplo, si se va a determinar el SO<sub>2</sub> por el método del tetracloromercuriatartrato de p-toluenosulfonilina, la captación se realiza con tetracloromercuriato, pero si el análisis se realiza por el método de la torina, la captación se realiza con solución de agua oxigenada.

En el Real Decreto 833/1975, Anexo III, se describe la instalación para mediciones y toma de muestras en chimeneas, situación, disposición, dimensión de conexiones y accesos.

El muestreo va unido a los objetivos del mismo, pudiéndose diferenciar tres tipos de muestreos:

- ✓ **Muestreo continuo:** consiste en tomar muestras de forma continua a lo largo del año. No se utiliza en el sector de transformados vegetales ya que no es necesario realizar medidas en continuo por ser un sector con pequeñas emisiones, puntuales y localizadas.
- ✓ **Muestreo periódico:** basado en un plan predefinido y consistente básicamente en muestreos por estaciones o un día de cada ocho.
- ✓ **Muestreo puntual:** se realiza durante determinados días y horas. Es el más habitual.

Los sistemas de medida también se pueden clasificar como:

- ✓ **Manuales.** El equipo de muestreo se ubica en un punto determinado de la chimenea durante el tiempo necesario para realizar la toma de muestra. Se utiliza generalmente para realizar determinaciones puntuales de los niveles de emisión y requieren de un laboratorio para la cuantificación de la muestra captada.
- ✓ **Automáticos.** El equipo de toma de muestras está instalado fijo en la chimenea y se utiliza habitualmente para tener un autocontrol continuo de las emisiones de la instalación proporcionando directamente los niveles de emisión.

### 5.2.2. PARÁMETROS DE CONTROL EN LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La forma más específica de clasificar a los contaminantes químicos (desde el punto de vista de la contaminación atmosférica) se realiza atendiendo a la formación de los compuestos; existen dos grandes grupos:

- **Contaminantes primarios.** Proceden directamente de las fuentes de emisión. Entre estos se encuentran: SO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, etc.
- **Contaminantes secundarios.** Originados por interacción química entre los primarios y los componentes de la atmósfera.

Las técnicas más empleadas en el laboratorio son las siguientes:

Gravimetría	Cromatografía iónica
Potenciometría	Cromatografía de gases-espectrofotometría de masas
Conductividad	Cromatografía de líquidos de alta resolución
Espectrofotometría de uv/visible	Fluorescencia de Rayos X/Difracción de Rayos X. .
Espectrofotometría de AA	

Aunque algunos contaminantes atmosféricos pueden ser evaluados por diferentes técnicas, habrá de elegirse la más adecuada.

En el caso del sector de transformados vegetales vamos a detallar únicamente los compuestos primarios que más habitualmente se miden:

#### 1) SO<sub>2</sub>

Es un gas incoloro y no inflamable, es muy soluble en el agua y su propiedad más notable es su poder reductor. El Azufre es un elemento que se encuentra presente en gran parte de los combustibles fósiles, tanto sólidos como líquidos. Los combustibles líquidos y gaseosos no presentan los mismos problemas de emisión de SO<sub>2</sub>, que el carbón, pues la mayor parte del azufre nocivo se elimina durante el procesamiento de refino del petróleo y del gas natural.

Hay que señalar que el sector de transformados vegetales no es una fuente importante de emisión de este contaminante.

*Efectos sobre el medio receptor:* El destino del SO<sub>2</sub> en la atmósfera es su oxidación o su deposición, que provocan la incorporación del SO<sub>2</sub> a las nubes o el arrastre por agua de lluvia.

## **2) Óxido Nítrico (NO)**

El NO es un gas incoloro, no inflamable, no tóxico e inodoro. Se forma en los procesos de combustión a alta temperatura.

*Efectos sobre el medio receptor:* El principal proceso responsable de la eliminación de NO<sub>x</sub> de la atmósfera conlleva la conversión de los óxidos en ácido nítrico (NO<sub>3</sub>H) que es después eliminado a la atmósfera en forma de nitratos con la lluvia o el polvo.

## **3) Monóxido de carbono (CO)**

Es el contaminante del aire más abundante y ampliamente distribuido, de los que se encuentran en la capa inferior de la atmósfera. Es un gas incoloro, inodoro, de menor densidad que el aire, poco soluble en agua y reductor. Se forma de forma artificial como resultado de la combustión incompleta del carbono, este proceso tiene lugar cuando el oxígeno disponible es inferior a la cantidad necesaria para una combustión completa, de la que se desprende CO. También se forma por reacción a elevada temperatura entre el CO<sub>2</sub> y materiales que contienen carbono y por disociación del CO<sub>2</sub> a temperaturas altas.

*Efectos sobre el medio receptor:* Efecto invernadero por generación de CO<sub>2</sub>.

## **4) Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Puede encontrarse en las atmósferas puras de un modo natural. Sin embargo, las actividades del hombre lo producen en cantidades elevadas, de forma que el incremento de su concentración puede ser considerado como contaminación.

La fuente de emisión artificial se debe a que es el producto final de toda combustión completa de materias carbonosas. Se origina en los procesos de producción de energía.

*Efectos sobre el medio receptor:* El aumento de concentración del CO<sub>2</sub> atmosférico afecta al clima mundial por el conocido efecto invernadero, posible causante del deshielo de los casquetes polares y alteraciones en la producción agrícola.

## **5) Partículas**

A los contaminantes atmosféricos que no están en forma de gas se les da el nombre genérico de partículas. Comprenden compuestos químicos en forma sólida o de gotita líquida. Su producción artificial se da en la quema de combustibles, etc. Las más importantes son el Plomo y el Benzopireno.

## **Resumen Procedimientos de Análisis**

Los métodos oficiales de análisis de las emisiones a la atmósfera en el ámbito estatal se encuentran en las NORMAS UNE y en las EN ISO. Se publican en AENOR, dónde aparece la colección de todas las normas existentes. El catálogo puede consultarse en Internet (<http://www.AENOR.es>).

Las determinaciones más comunes que se realizan en los puntos de emisión de la industria de transformados vegetales son: temperatura, O<sub>2</sub> (%), CO<sub>2</sub>(%), NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>. En la siguiente tabla se recogen algunas referencias de métodos de análisis.

Parámetros de control:	Tipo de muestreo	Referencias
NO <sub>x</sub>	Continuo	UNE 77224: Determinación de las concentraciones máxicas de óxidos de nitrógeno. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
	Discontinuo	UNE 77228: 2002: Determinación de las concentraciones máxicas de óxidos de nitrógeno. Método fotométrico de la naftilendiamina (NEDA). UNE 77212: 1993: Determinación de las concentraciones máxicas de óxidos de nitrógeno. Método de Quimioluminiscencia.
CO	Continuo	Método CTM-030. Determination of Nitrogen Oxides, Carbon Monoxide, and Oxygen Emissions from Natural Gas-Fired Engines, Boilers and Process Heaters Using Portable Analyzers.
SO <sub>2</sub>		UNE 77202:1991: Determinación compuestos de azufre en la atmósfera. Equipo de toma de muestras.
	Continuo	UNE 77203:1997: Determinación de la concentración máxica de dióxido de azufre. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
	Discontinuo	UNE 77203:1993: Determinación de la concentración máxica de dióxido de azufre. Método espectrofotométrico de la torina. UNE 77226:1999: Determinación de la concentración máxica de dióxido de azufre. Método de cromatografía iónica.
OPACIDAD	Continuo	UNE 77209:1989: Características de los monitores en continuo para medida de la opacidad.
<b>Otras referencias</b>		
UNE 77204:1998. Calidad del aire. Generalidades. Vocabulario.		
UNE 77205:1999. Aspectos generales. Unidades de medida.		
UNE 77207: 2000. Características de funcionamiento y conceptos relacionados para los métodos de medida de la calidad del aire.		
UNE 77215: 1995. Calidad del aire. Planificación de su control.		

### 5.3. VALORES LÍMITE EXISTENTES EN LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA O EUROPEA APLICABLES EN LA INDUSTRIA

#### 5.3.1. NORMATIVA ESPAÑOLA Y EUROPEA APLICABLE A LAS AGUAS RESIDUALES.

Previamente a resumir la normativa aplicable a este impacto, es importante señalar que las competencias sobre la regulación y el control del vertido de aguas residuales está en función de donde la empresa realice su vertido de aguas residuales. Así, cuando los vertidos se realizan a cauce publico de cuencas hidrográficas intercomunitarias la competencia recae sobre el estado, cuando el vertido es a cauce público de cuencas hidrográficas intracomunitarias o al mar la competencia recae sobre la



Comunidad Autónoma y si el vertido es a red de saneamiento la competencia corresponde al Ayuntamiento del municipio donde se realice el vertido.

Ello supone que la normativa aplicable es diferente en función del destino del vertido y por lo tanto los límites máximos de contaminantes aplicables también difieren significativamente, en este caso no sólo de donde se vierta sino también de la Comunidad o Municipio donde se realice el vertido.

### **1.- Normativa Europea que afecta a la industria de transformados vegetales:**

En el ámbito europeo, la Directiva 2000/60/CE de 23 de Octubre de 2000, conocida como Directiva marco de aguas, es la que constituye el marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Esta Directiva constituye un texto básico que incide de forma muy importante sobre los aspectos ambientales de las aguas y se apoya, tal y como se indica en su Anexo VI, en programas de medidas de acuerdo con diferentes directivas entre las que figura la Directiva 91/271/CEE relativa al tratamiento de aguas residuales urbanas.

La Directiva 91/271/CEE tiene por objeto la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de las aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales. Estos sectores son los señalados en el Anexo III y entre ellos están los siguientes:

- ✓ Productos elaborados del sector hortofrutícola.
- ✓ Elaboración y embotellado de bebidas sin alcohol.
- ✓ Industrialización de la patata.

Esta directiva en su artículo 13 establece que *“Los Estados miembros velarán por que, a más tardar el 31 de diciembre del año 2000, las aguas residuales industriales biodegradables procedentes de instalaciones que procedan de los sectores industriales enumerados en el Anexo III y que no penetren en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas antes de ser vertidas en las aguas receptoras se sometan antes del vertido a las condiciones establecidas en la normativa previa y/o autorización específica por parte de la autoridad competente o del organismo que corresponda, para todos los vertidos procedentes de instalaciones que presenten 4.000 e-h o más”*.

Asimismo, en el apartado C de su Anexo I establece los siguientes requisitos para las aguas residuales industriales que viertan a la red de saneamiento:

*“Las aguas residuales industriales que entren en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas serán objeto del tratamiento previo que sea necesario para:*

- ✓ *Proteger la salud del personal que trabaje en los sistemas colectores y en las instalaciones de tratamiento;*
- ✓ *Garantizar que los sistemas colectores, las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y los equipos correspondientes no se deterioren;*
- ✓ *Garantizar que no se obstaculice el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales y de lodos;*
- ✓ *Garantizar que los vertidos de las instalaciones de tratamiento no tengan efectos nocivos sobre el medio ambiente y no impidan que las aguas receptoras cumplan otras Directivas comunitarias;*

- ✓ *Garantizar que los lodos puedan evacuarse con completa seguridad de forma aceptable desde la perspectiva medioambiental.*

Así, se establece el marco europeo de actuación que condicionará el tratamiento de las aguas residuales urbanas y de algunos sectores industriales, y marca en sus cuadros 1 y 2 los requisitos que tienen que alcanzar las aguas residuales vertidas a cauce público.

## **2.- Normativa Española que afecta a la industria de transformados vegetales:**

El registro de las principales normativas que se aplican a industria española en lo que respecta a las aguas residuales es el siguiente:

### **a). Vertidos a cauce público:**

*El Real Decreto 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y el Real Decreto 849/1986, de 11 de Abril, en el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, complementado con el Real Decreto 484/1995, de 7 de abril, sobre medidas de regularización y control de vertidos y los planes de cuenca establecen el marco jurídico general aplicable a las aguas y los vertidos a cauce público.*

El Real Decreto 1/2001 en su artículo 100 punto 1 indica respecto a los vertidos que:

*“A los efectos de la presente Ley, se considerarán vertidos los que se realicen directa o indirectamente en las aguas continentales, así como en el resto del dominio público hidráulico, cualquiera que sea el procedimiento o técnica utilizada. Queda prohibido, con carácter general, el vertido directo o indirecto de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales o cualquier otro elemento del dominio público hidráulico, salvo que se cuente con la previa autorización administrativa”.*

Y en el punto 2 indica lo siguiente:

*“La autorización de vertido tendrá como objeto la consecución de los objetivos medioambientales establecidos. Dichas autorizaciones se otorgarán teniendo en cuenta las mejores técnicas disponibles y de acuerdo con las normas de calidad ambiental y los límites de emisión fijados reglamentariamente. Se establecerán condiciones de vertido más rigurosas cuando el cumplimiento de los objetivos medioambientales así lo requiera.”*

El Real Decreto 849/1986 fija tres tablas de valores límite de vertido (Tabla 5.1), que se utilizan como referencia por los organismos de cuenca para desarrollar o para la concesión de la autorización de vertidos a cauce público.

Los planes hidrológicos de cuenca aprobados en el *Real Decreto 1664/1998* del Ministerio de Medio Ambiente, de 24 de julio de 1998 contienen los límites de vertido a cada cuenca en particular.

En definitiva, estas normativas establecen los procedimientos y los requerimientos técnicos para la obtención de la autorización de vertidos a cauce público y los criterios de calidad para poder realizar el vertido. Asimismo, establecen el pago de un canon con carácter anual y periódico cuyo importe viene fijado en la Resolución de la Autorización de vertidos.

**Tabla 5.1. Límites de vertido de aguas residuales a cauce público.**

Parámetro	Grupo de calidad		
	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
pH	5.5 - 9.5	5.5 - 9.5	5.5 - 9.5
Sólidos en suspensión (mg/l)	300	150	80
Materias sedimentables (mg/l)	2	1	0.5
Sólidos gruesos	Ausentes		
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	300	60	40
DQO (mg/l)	500	200	160
Temperatura	Menos de 3 ° C de incremento		
Color	Inapreciable por dilución		
Cromo III (mg/l)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	0.5	0.2	0.2
Cadmio (mg/l)	0.5	0.2	0.1
Zinc (mg/l)	20	10	3
Cobre (mg/l)	10	0.5	0.2
Estaño (mg/l)	10	10	10
Hierro (mg/l)	10	3	2
Detergentes (mg/l)	6	3	2
Manganeso (mg/l)	10	3	2
Níquel (mg/l)	10	3	2
Plomo (mg/l)	0.5	0.2	0.2
Cloruros (mg/l)	2000	2000	2000
Sulfatos (mg/l)	2000	2000	2000
Fósforo total (mg/l)	20	20	10
N - Nítrico (mg/l)	20	12	10
Amoníaco (mg/l)	50	50	15
Aceites y grasas (mg/l)	40	25	20

\* Se indican aquellos parámetros que pueden afectar a las industrias de transformados vegetales.

#### **b) Vertidos a red de saneamiento:**

Como ya hemos apuntado anteriormente las Administraciones Municipales, en virtud de la Ley 7/1985, de 2 de Abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, ejercerá competencias en diferentes materias y entre ellas la de “tratamiento de residuos, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales”. La incorporación de las competencias municipales se hará, en todo caso, respetando las diferentes Normativas que las distintas Administraciones (Unión Europea, Estatal y/o de las Comunidades Autónomas) si las hubiere.

Esto implica que los vertidos deben ajustarse a los límites establecidos en la normativa existente en cada zona en particular. Todo ello conlleva que exista cierta diversidad en los límites de contaminantes aplicados a los vertidos en función de la Comunidad o Municipio donde se realice el vertido.

En la siguiente tabla se muestran los límites aplicados en algunas Comunidades Autónomas y algunos Municipios.

**Tabla 5.2. Límites de vertido en algunas Comunidades y municipios españoles.**

	Región de Murcia	Navarra	Asturias	Madrid		La Rioja	Cataluña
<b>DQO (mg/l)</b>	1.100	1.000	1.600	1.750	1.500 / 1.000	1.000	1.500
<b>(a)</b>	650	500	1.000	1.000	1.000 / 500	600	500
<b>BO (mg/l)</b>	500	500	1.000	1.000	1.000 / 500	600	500
<b>SST (mg/l)</b>	5.000	----	5.000	5.000	4.000 / 2.000	5.000	6.000
<b>CE (μS/cm)</b>	5.5 - 9.5	5.5 - 9.5	6 - 9	6 - 9	5.5 - 9.5	5.5 - 9.5	6 - 10
<b>pH</b>							

Municipio	Cuenca	Palencia	Málaga	Granada	Badajoz	Valencia	Barcelona	Zaragoza	Álava
<b>DQO (mg/l)</b>	1.500	1.750	1.500	1.400	1.750	1.500	1.500	1.500	900
<b>(b)</b>	500	1.000	500	700	1.000	500	----	500	300
<b>BO (mg/l)</b>	600	1.000	500	700	1.000	500	750	500	200
<b>SST (mg/l)</b>	----	----	5.000	300	----	---	6.000	3.000	---
<b>CE (μS/cm)</b>	6 - 9.5	5.5 - 9.6	5.5 - 11	6 - 9.5	5.5 - 9.6	5.5 - 9	7.5 - 9.5	7.5 - 9.5	6.5-8.5
<b>pH</b>									

Se indican aquellos parámetros que más afectan a las industrias de transformados vegetales.

### 5.3.2. NORMATIVA ESPAÑOLA Y EUROPEA APLICABLE A LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS

La *Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico*, establece las líneas generales de actuación del Gobierno y servicios especializados de la Administración Pública para prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que la produzcan.

Esta Ley junto con el *Real Decreto 833/1975* de 6 de febrero, que desarrolla dicha Ley y la *Orden de 18 de Octubre de 1976* de Prevención y Corrección de la Contaminación Atmosférica de Origen Industrial establecen el marco jurídico en materia de emisiones atmosféricas.

Posteriormente y en respuesta a las Directivas comunitarias 85/203/CEE, de 7 de marzo de 1985, y 82/884/CEE, de 3 de diciembre de 1982, que contienen, respectivamente, las normas de calidad del aire para el dióxido de nitrógeno y el valor límite para el plomo contenido en la atmósfera y la Directiva 80/779/CEE del Consejo relativa a los valores límite y a los valores guía de calidad atmosférica para el anhídrido sulfuroso y las partículas en suspensión, se procede a emitir los Reales Decretos 1613/1985 y 717/1987, por los que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975 y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas y dióxido de nitrógeno y plomo respectivamente.

Las **actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera**, se establecen en el Anexo II del Decreto 833/1975. La industria de Transformados vegetales se puede ver reflejada en los siguientes apartados:

**ANEXO II:** Catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

**Grupo B.-**

2.1.2. Generadores de vapor de capacidad superior a veinte toneladas de vapor por hora y generadores de calor de potencia calorífica superior a 2.000 termias por hora. Si varios equipos aislados forman parte de una instalación o si varias instalaciones aisladas desembocan en una sola chimenea común, se aplicará a estos efectos la suma de las potencias de los equipos o instalaciones aisladas.

2.8. Industria alimentaria.

2.8.5. Producción de alimentos precocinados y ahumado, secado y salazones de alimentos.

**Grupo C.-**

3.1.1. Generadores de vapor de capacidad igual o inferior a 20 toneladas métricas de vapor por hora y generadores de calor de potencia calorífica igual o inferior a 2.000 termias por hora. Si varios equipos aislados forman parte de una instalación o si varias instalaciones aisladas desembocan en una sola chimenea común se aplicará a estos efectos la suma de las potencias de los equipos o instalaciones aislados.

En general, la mayoría de las instalaciones de combustión (generadores de vapor, hornos...), y por lo tanto las empresas de los sectores estudiados, se encuadran dentro del Grupo C. Las instalaciones pertenecientes al grupo B se regulan mediante la “Autorización como Actividad Potencialmente Contaminadora de la Atmósfera” que se solicitará al organismo competente. Las instalaciones del Grupo C, en general, no necesitan Autorización, pero sí una declaración formal, tal y como indica el artículo 7 de la Orden del Ministerio de Industria de 18 de Octubre de 1976 sobre prevención y corrección de la contaminación industrial de la atmósfera. La regulación de la actividad industrial obliga a disponer de programas de autocontrol y seguimiento de la contaminación atmosférica.

La Ley 38/1972 en su artículo 2 establece que: “el Gobierno determinará los niveles de inmisión, entendiendo por tales los límites máximos tolerables de presencia en la atmósfera de cada contaminante, aisladamente o asociado con otros en su caso”. El Real Decreto 833/1975, en el artículo 4.1 del Capítulo I del Título II indica que: “De conformidad con lo establecido en el artículo 2 de la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico, los niveles de inmisión, criterios de ponderación e índices de contaminación en las inmisiones para las situaciones admisibles, así como para la declaración de zonas de atmósfera contaminada y en situación de emergencia, serán las que se detallan en el Anexo I de este Decreto.”.

Los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera que afectan a la industria de transformados vegetales que se especifican en el Anexo IV son los siguientes:

**ANEXO IV:** Niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las principales actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera (apartados 2 y 27)

**2.- Instalaciones de combustión industrial (excepto centrales térmicas).**

**2.1. Instalaciones que utilizan carbón.**

**Emisión de partículas sólidas:**

Tipo de instalación	Niveles de emisión (mg/Nm <sup>3</sup> )		
	Instalaciones existentes	Instalaciones nuevas	Previsiones 1980
Potencia: Inferior a 500 + b/b?	500	350	250
Potencia: superior a 500 th/h	400	250	150

Termia = 1000 Kcal

**Opacidad:** no se superará el número 1 de la Escala de Ringelmann o el número 2 de la Escala de Bacharach. Este índice podrá alcanzar valores no superiores a 2 de la Escala de Ringelmann y 4 de la Escala de Bacharach, en periodos de dos minutos cada hora. Durante el periodo de encendido (estimado como máximo en dos horas) no se sobrepasará el valor 3 de la Escala de Ringelmann o el 6 de la Bacharach, obtenido como media de cuatro determinaciones escalonadas a partir de quince minutos del comienzo del mismo.

**Emisiones de SO<sub>2</sub>:** para cualquier potencia y tanto para instalaciones existentes como nuevas: 2.400 mg/Nm<sup>3</sup> para las instalaciones que quemen hulla o antracita. Para las que empleen lignitos, el límite de emisión máximo será de 6.000 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 2.2. Instalaciones que utilizan fuel-oil.

**Opacidad:** los índices de ennegrecimiento para cualquier potencia no deberán sobrepasar los valores que a continuación se indican, salvo tres periodos inferiores a diez minutos cada día.

Tipo de instalación	Escala de Bacharach	Escala de Ringelmann
Instalaciones que emplean gas oil o fuel oil doméstico:	2	1
Instalaciones que emplean fuel-oil pesado n° 1 0 BIA (Bajo índice de Azufre)	4	2
Instalaciones que emplean fuel-oil pesado n° 2	5	2.5

## Emisión de SO<sub>2</sub>:

Tipo de instalación	Niveles de emisión( mg/Nm <sup>3</sup> )		
	Instalaciones nuevas y existentes	Previsión 1977	Previsión 1980
Instalaciones que emplean gas-oil, doméstico o fuel-oil BIA (bajo índice de azufre)	1700	1700	850
Instalaciones que emplean fuel-oil pesado n° 1	4200	2500	1700
Instalaciones que emplean fuel-oil pesado n° 2	6800	5000	3400

**Emisión de monóxido de carbono:** el contenido en CO en los gases de combustión, para cualquier potencia y combustible, no será superior a 1.445 ppm., que equivale a dos gramos termia o 4,8 x 1010 kg/Joule.

## 27.- Actividades industriales diversas no especificadas en este Anexo

Contaminantes	Unidad de medida	Niveles de emisión
Partículas sólidas	mg/Nm <sup>3</sup>	150
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	4.300
CO	ppm	500
NO <sub>x</sub> (medio como NO <sub>2</sub> )	ppm	300
F total	mg/Nm <sup>3</sup>	250
Cl	mg/Nm <sup>3</sup>	230
H Cl	mg/Nm <sup>3</sup>	460
SH <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10
<b>Opacidad:</b> El índice de ennegrecimiento no será superior al número 1 de la escala de Ringelmann o al número 2 de la escala de Bacharach, que equivale al 20 % de la opacidad		

### 5.3.3. NORMATIVA ESPAÑOLA Y EUROPEA APLICABLE A LOS RESIDUOS

La *Directiva 91/156/CEE* del Consejo, de 18 de marzo de 1991, por la que se modifica la *Directiva 75/442/CEE* de 15 de julio de 1975 relativa a residuos, establece en la Unión Europea la moderna concepción de la política de residuos, consistente en abandonar la clasificación en dos únicas modalidades (general y peligrosos) y establecer una norma común para todos ellos, que podrá ser completada con una regulación específica para determinadas categorías de residuos. Esta normativa fija un sistema de listas para la identificación rápida de los residuos que se desarrolla mediante la *Decisión 2000/532/CE* de la Comisión de 3 de mayo de 2000 que sustituye a la *Decisión 94/3/CE*. Esta lista de residuos (LER) está destinada a ser una nomenclatura de referencia que sirva de terminología común en toda la Comunidad con el fin de aumentar la eficacia de las actividades de gestión de residuos.

La transposición de estas Directivas a nuestro ordenamiento se ha realizado mediante la publicación de la *Ley 10/1998* de 21 de abril, de residuos, que establece el régimen jurídico básico aplicable a los residuos en España con excepción de las emisiones a la atmósfera, los residuos radiactivos y los vertidos a las aguas. Esta ley pretende contribuir a la protección del ambiente coordinando la política de residuos con las políticas económica, industrial y territorial, al objeto de incentivar su reducción en origen y dar prioridad a la **reutilización, reciclado y valorización** de los residuos sobre otras técnicas de gestión.

La Ley 10/1998 define residuo en el artículo 3 como: “*«Residuo»: cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.*”.

Esta definición es aplicable a todo tipo de residuos y permite una correcta aplicación de los propios conceptos de valorización y eliminación definidos en los apartados k y l del artículo 3 de la Ley.

La lista Europea de Residuos y las operaciones de valorización y eliminación de residuos se publican en la *Orden MAM/304/2002*, de 8 de febrero de acuerdo con lo establecido en la disposición final tercera de la Ley 10/1998. en el Anexo I de esta Orden se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, establecidas mediante la *Decisión 96/350/CE*, de la Comisión, de 24 de mayo y en el Anexo II la Lista Europea de Residuos.

Para el sector de transformados vegetales las obligaciones en materia de gestión de residuos quedan resumidas en el artículo 11 de la Ley 10/1998: “*Artículo 11.- Posesión de residuos. 1. Los poseedores de residuos estarán obligados, siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos, a entregarlos a un gestor de residuos, para su valorización o eliminación, o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración que comprenda estas operaciones. En todo caso, el poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad.*

*2. Todo residuo potencialmente reciclable o valorizable deberá ser destinado a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos posibles.*”

En definitiva, esto implica que la empresa debe identificar correctamente el residuo según la Lista Europea de Residuos, segregarlo, evitando mezclas entre residuos para facilitar y potenciar su reutilización, reciclaje o valorización, almacenarlos y etiquetarlos adecuadamente evitando riesgos de contaminación y para la salud, y gestionarlo con gestores autorizados que los destinen a los fines mencionados anteriormente.

En relación a los residuos tóxicos peligrosos, de acuerdo con el capítulo 22 del Real Decreto 833/1988 las empresas deben inscribirse como pequeños productores de residuos tóxicos y peligrosos en los órganos competentes de las Comunidades Autónomas y además de segregar, etiquetar y almacenar correctamente los residuos debe llevar documentalmente el registro de la gestión.

#### 5.4. REGISTRO ESTATAL DE EMISIONES Y FUENTES CONTAMINANTES (EPER)

De acuerdo con el artículo 1 de la Decisión 2000/479/CE de la Comisión Europea relativa al Registro Europeo de Emisiones y Fuentes Contaminantes (EPER) “*Los Estados miembros notificarán a la Comisión las emisiones de todos los complejos individuales en los que se lleven a cabo una o más actividades que figuren en el Anexo I de la Directiva 96/61/CE.*”.

En el Anexo I de la Ley 16/2002 figura la actividad de transformados vegetales en el siguiente punto:

“9. Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas.

9.1 Instalaciones para:

b.- Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:

2.- *Materia prima vegetal de una capacidad de producción de productos acabados superior a 300 toneladas/día (valor medio trimestral).*”

La transposición al ordenamiento interno español de la Directiva 96/61/CE se realiza mediante la Ley 16/2002 que en su artículo 8.3 establece que: “*Los titulares de las instalaciones notificarán, al menos una vez al año, a las Comunidades Autónomas en las que estén ubicadas, los datos sobre las emisiones correspondientes a la instalación.*”. Las instalaciones del sector de transformados vegetales afectadas por la Ley están obligadas a informar a la autoridad ambiental competente sobre las emisiones anuales a la atmósfera y al agua de las siguientes sustancias contaminantes:

	Contaminantes Sustancias a notificar <sup>(1)</sup>	Descripción e identificación.	Valor umbral <sup>(2)</sup>
<b>Emisiones a la Atmósfera</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	Masa total de dióxido de carbono	100.000.000
	<b>NO<sub>x</sub></b>	Masa total de monóxido de nitrógeno + dióxido de nitrógeno, expresada en dióxido de nitrógeno	100.000
<b>Emisiones al Agua</b>	<b>N</b>	Total expresado en nitrógeno	50.000
	<b>P</b>	Total expresado en fósforo	5.000
	<b>COT</b>	Total expresado en C o DQO/3	50.000
	<b>Cloruros</b>	Total expresado en cloruros	2.000.000

(1) Todas las emisiones deben expresarse en kg/año.

(2) Las emisiones que superen los valores umbrales de notificación indicados en la Decisión 2000/479/CE son de obligada notificación y se harán públicas.



Todos los datos de emisiones notificados por cada complejo deben ir acompañados de un código que indique el método utilizado para su determinación. Estos códigos no pretenden hacer referencia a la precisión de los datos, porque no existe una relación uniforme entre el método utilizado (código) y la precisión de la cifra de emisiones resultante (Documento de orientación para la realización del EPER desarrollado por la Comisión Europea - Dirección General de Medio Ambiente).

Se pueden utilizar tres códigos para señalar el método aplicado para determinar los datos notificados:

- **Código M:** los datos se basan en mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados. A menudo hacen falta cálculos adicionales para convertir los resultados de las mediciones en datos de emisiones anuales.
- **Código C:** los datos se basan en cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en el ámbito nacional o internacional y representativos de los sectores industriales.
- **Código E:** los datos se basan en estimaciones no normalizadas, fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de los expertos.

En el Apéndice 3 del «Documento de orientación para la realización del EPER» se indica a título orientativo una lista de métodos para medir los contaminantes emitidos a la atmósfera y a las aguas que se muestra en la siguiente tabla:

Parámetro / Atmósfera	Método / procedimiento de medición		
Monóxidos de nitrógeno y dióxido de nitrógeno expresados en dióxido de nitrógeno	ISO 10849/04.96 Emisiones de fuentes estacionarias - Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno - Características de los métodos de medición automatizados.  ISO 11564/04.98 Emisiones de fuentes estacionarias - Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno - Método fotométrico de la naftiletilendiamina.		
Parámetro / Agua	Norma	Método analítico	Gama de Aplicación
Nitrógeno total	DIN 38409-27 EN V 12260 EN ISO 11905-1	Oxid. o red./quimiolumin. Oxidación / quimiolumin Oxidación con peroxodisulfato	más de 0,5 mg/l 0,5 - 200 mg/l 0,02 - 5 mg/l
Fósforo total	E DIN 38405-30 EN 1189	Peroxodisulfato / FIA, CFA	0,1 - 10 mg/l
Carbono orgánico total (TOC)	DIN EN 1484 ISO 8245 Norma italiana Método 5310C	TOC/DOC TOC/DOC TOC/DOC	0,3 - 1.000 mg/l 0,3 - 1.000 mg/l
Cloruros	DIN 38405-31 EN ISO 10304-1* EN ISO 10304-2* EN ISO 10304-4* CNR-IRSA 4070 CNR-IRSA (próxima aparición del anuario del año 2000)	FIA/CFA IC IC IC Valoración potenciométrica IC	1 - 1.000 mg/l 0,1 - 50 mg/l 0,1 - 50 mg/l 0,1 - 50 mg/l más de 0,7 mg/l 0,1 - 100 mg/l



## 6. TÉCNICAS EMERGENTES Y EN DESUSO

### Resumen

En este Capítulo se presentan nuevas técnicas de proceso que se consideran emergentes puesto que están actualmente en estudio y desarrollo, y podrían suponer una alternativa de menor impacto ambiental que otras que están en uso.

Además se indicará algunas técnicas que están en desuso.

### 6.1. TÉCNICAS EMERGENTES

#### 6.1.1 PELADO ENZIMÁTICO

##### ✓ Descripción:

El proceso de pelado enzimático (descortezado enzimático) se basa en la digestión, por una preparación enzimática, de las sustancias pécticas presentes en las paredes celulares de los vegetales. El proceso se realiza sumergiendo totalmente en un baño enzimático de pectolasas y celulasas y aplicando vacío; al liberarse el vacío, la solución enzimática penetra en el albedo a través de pequeños orificios que se producen en el flavedo. Después de un período de incubación con la solución enzimática se procede a la eliminación de la piel mediante el lavado con agitación y agua a presión del fruto obteniendo así la fruta entera pelada.

El pelado enzimático se está desarrollando para el descortezado de cítricos (mandarinas, naranjas, pomelos...), sin embargo para otro tipo de frutas y hortalizas este tipo de pelado no se está desarrollando o no es adecuado. La aplicación del descortezado enzimático en los cítricos depende de factores morfológicos tales como el grado de adhesión del albedo a los gajos, la madurez del fruto, la variedad de fruta, etc. En todo caso si lo que se busca es sólo el descortezado para después proceder al desgajado y pelado de los gajos de forma convencional, esto no elimina los tratamientos químicos (ácido y alcalino).

##### ✓ Ventajas:

Entre las ventajas del pelado enzimático frente al pelado convencional (escaldado y eliminación de la piel mediante pellizcado y pelado mecánico y repaso manual para, a continuación, proceder al desgajado y a un tratamiento ácido y otro alcalino para el pelado de los gajos), podemos destacar las siguientes:

- Mejora la calidad del producto, elimina el tratamiento térmico (escaldado) por lo que el fruto descortezado es más consistente.

- El rendimiento en peso de los gajos obtenidos con el pelado enzimático es de un 65-70 % frente a un 55-60% con el proceso tradicional (al ser más consistente el fruto descortezado se rompen menos gajos en el proceso de desgajado).
- Menor necesidad de mano de obra (se elimina prácticamente el repaso manual).

✓ **Inconvenientes:**

Entre los inconvenientes destacan:

- El alto coste económico.
- No está bien desarrollado a escala industrial.
- Si solo se aplica en el descortezado el agua residual generada tiene mayor carga orgánica como consecuencia de que la corteza queda deshecha y en la eliminación con agua transfiere una gran cantidad de materia orgánica al agua.
- No está optimizado en el tratamiento de pelado completo. Para aplicarlo en el pelado de gajos existe el inconveniente de que ataca la piel de las vesículas perdiendo parcialmente la integridad del gajo y por lo tanto disminuyendo la calidad del producto final.

### 6.1.2. PELADO FÍSICO COMBINADO

El pelado físico combinado es una técnica que está en investigación.

✓ **Descripción:**

La aplicación de procedimientos físicos para el pelado ya se ha descrito en el apartado 2.2.5. del capítulo 2, si bien los distintos tipos de pelado físico son adecuados, cada uno de ellos, para ciertas frutas y hortalizas hay otras materias primas que no son aptas para este tipo de pelado y se pelan mediante pelado químico que es más contaminante. El objetivo de las investigaciones que se están llevando a cabo es la sustitución del pelado químico por una combinación de tratamientos físicos (presión, vacío, vapor, fricción, ultrasonidos,...) de tal manera que el rendimiento sea adecuado y la calidad y los costes competitivos.

✓ **Ventajas:**

Las ventajas de la utilización de métodos físicos combinados frente al pelado químico se pueden resumir en las siguientes:

- Menor consumo de agua.
- Menor impacto medioambiental.
- Elimina la utilización de reactivos químicos contaminantes.

✓ **Inconvenientes:**

Entre los inconvenientes se puede señalar la generación de residuos sólidos orgánicos (restos de materia prima) y posiblemente los costes económicos.

### 6.1.3 ESCALDADO POR MICROONDAS

✓ **Descripción:**

La principal diferencia entre el escaldado tradicional y el escaldado por microondas es que se utiliza el calentamiento del producto por radiación, en lugar de por convección y/o conducción. El calentamiento por microondas consiste en la excitación de las moléculas cargadas o con dipolos, presentes en la materia prima, con radiación electromagnética de alta frecuencia (915-22125 MHz), lo que se traduce en un aumento de la temperatura del producto irradiado.

✓ **Ventajas:**

Una ventaja del escaldado por microondas estriba en que el calentamiento se produce en todo el volumen del vegetal, en lugar del calentamiento superficial y posterior conducción de fuera a dentro que se da en el tratamiento convencional. Esto implica tiempos de operación menores. Además, no se consume recurso hídrico por lo que casi no se generan vertidos en esta operación. Por otro lado, el valor nutritivo de los vegetales se conserva mejor que con el escaldado tradicional.

El uso de energía es más racional al aplicarse directamente sobre la materia prima, mientras que en el escaldado convencional se pierde energía en los intercambios de calor que se requieren hasta llegar al producto.

✓ **Inconvenientes:**

Según información bibliográfica el consumo de energía es alto y los costes de instalación elevados. (Ruiz de Ojeda, L.M.; Peñas, F.J., 2004)

### 6.1.4 PASTEURIZACIÓN HIPERBÁRICA

✓ **Descripción:**

Es la higienización que se produce en alimentos sometidos durante un cierto tiempo a un alto nivel de presión hidrostática. La presurización de los alimentos en frío o a temperatura ambiente por encima de 4000 bar inactiva los microorganismos vegetativos (bacterias, levaduras, hongos) presentes en los productos alimentarios. La alta presión actúa modificando la membrana celular de los microorganismos y también inactivando ciertas enzimas. La inactivación de los microorganismos depende de variables tales como: características del producto (pH, actividad del agua, temperatura,...), tipo de microorganismo.

La distribución uniforme de la presión posibilita asimismo una higienización homogénea de todo el producto sin aumentar la temperatura. El resultado es el nivel deseado de higienización, sin deterioro de sus cualidades organolépticas.

Los envases deben ser flexibles para soportar las pequeñas variaciones de volumen que se producen.

Los principales componentes de una instalación son:

- La cámara de alta presión y su sistema de cierre.
- El grupo compresor (ya sea de compresión directa o indirecta).

- Los circuitos de alta presión
- El sistema de gobierno y control.
- Los eventuales circuitos de calefacción-enfriamiento.

El sistema está basado en los principios de una prensa isostática. Los equipos se adaptan teniendo en cuenta las especificaciones de las aplicaciones alimentarias:

- Utilización del agua como fluido de compresión.
- Larga duración de la cámara de alta presión, es decir, que soporte la realización de centenares de miles de ciclos de compresión-descompresión.
- Facilidad de limpieza.

El conjunto de alimentos aptos para la Pasteurización Hiperbárica es muy amplio: productos cárnicos (jamón curado, cocido), pescados, platos preparados. Dentro del sector de vegetales: verduras, zumos, salsas.

Se está estudiando a nivel de laboratorio el uso de altas presiones para esterilización. La idea es reducir el tratamiento térmico en tiempo y temperatura, y complementarlo con un tratamiento por altas presiones

### ✓ **Ventajas:**

A diferencia de lo que ocurre en el tratamiento térmico, en que los tiempos de calentamiento y enfriamiento son largos y existen pérdidas de energía durante el proceso, los cambios en la presión son prácticamente instantáneos y al tratarse de una transmisión isostática son uniformes; por lo tanto, el proceso es independiente del volumen y de la geometría de la muestra. Una vez el sistema se encuentra bajo presión, al no haber pérdidas de energía, no existen requerimientos energéticos adicionales.

Se utiliza agua en la central hidráulica de baja presión que sincroniza los movimientos del intensificador de alta presión, destinados a incrementar la presión de la cámara del proceso. Una vez completada la fase de presurización, el agua es retornada a un depósito para utilizarse de nuevo.

### ✓ **Inconvenientes:**

Es necesario estudiar la aplicación para cada producto. No existe información objetiva acerca del consumo energético para valorar la ventaja medioambiental respecto al tratamiento térmico.

## **6.1.5 PASTEURIZACIÓN POR PULSOS ELÉCTRICOS**

### ✓ **Descripción:**

El objetivo es lograr un alimento de una vida útil al menos equivalente a la del producto tratado térmicamente y tan parecido al fresco como sea posible desde un punto de vista nutricional y organoléptico.

Como los alimentos son conductores eléctricos por su alta concentración de iones y su capacidad para transportar cargas eléctricas, el tratamiento mediante pulsos eléctricos de alto voltaje hace uso de la

electricidad como fuente energética. Se usan pulsos extremadamente breves (del orden de microsegundos) y de alto voltaje (de varias decenas de miles de voltios). El resultado es la formación de poros en las paredes celulares de los microorganismos, provocando su destrucción por pérdida de material celular.

El equipo para el tratamiento consta básicamente de:

- Fuente de generación de pulsos de alto voltaje, donde se convierte la energía eléctrica de bajo voltaje en alto voltaje. Se acumulan bajos niveles de energía en un condensador, de manera que se pueda descargar la energía acumulada casi instantáneamente a voltajes altos. El tiempo entre pulsos es mucho mayor que la duración de los pulsos.
- Cámara de tratamiento donde se coloca el alimento: su función principal es crear campo eléctrico en su interior.
- Sistema auxiliar de enfriamiento de la cámara para mantener una temperatura de operación baja.

La aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo está demostrando ser una posible alternativa al calor para la conservación de alimentos, ya que se están consiguiendo niveles altos de destrucción microbiana, si bien se debe seguir estudiando en el campo de la microbiología y de las características físico-químicas de los alimentos.

### ✓ **Ventajas:**

La eficiencia energética es un aspecto que está poco trabajado, pero se observa una diferencia energética alta con el tratamiento por calor, ya que en el caso de los pulsos eléctricos los tiempos de aplicación se miden en microsegundos. Esta eficiencia energética puede redundar en una disminución del coste energético de elaboración.

### ✓ **Inconvenientes:**

No está suficientemente estudiado tanto el efecto producido en los alimentos como su aplicación en una línea de producción.

## **6.2. TÉCNICAS EN DESUSO**

En relación a las técnicas en desuso en el sector de transformados vegetales, y teniendo en cuenta la gran variabilidad de empresas (diferencias en tamaño, diferencias en la materia prima procesada, formatos distintos, diferentes productos, etc), se debería de hablar de técnicas no utilizadas por determinados tipos o segmentos industriales del sector de transformados vegetales. En el caso de las empresas afectadas por la Ley IPPC (con gran capacidad de producción) se pueden señalar algunas tecnologías que no se usan en este tipo de empresas pero sí en empresas más pequeñas o que elaboran productos artesanales, entre estas podemos señalar las siguientes.

ETAPA	TECNOLOGÍA	OBSERVACIONES
<i>Tratamiento térmico</i>	Esterilizadores discontinuos sin recuperación de calor	<p>Los esterilizadores discontinuos (por cargas) son uno de los sistemas más utilizados por el sector. Se elige el sistema por cargas cuando se elaboran productos distintos, en envases diferentes y de tamaños variados; ya que solamente estos sistemas poseen la flexibilidad suficiente para responder a las variaciones de tiempos y temperaturas de proceso que exige este tipo de trabajo.</p> <p>Sin embargo, dentro de la gama de autoclaves discontinuos que se utilizan, hay un tipo que está en desuso en empresas de gran tamaño: autoclaves verticales sin intercambiador de calor, ya que la tendencia es a utilizar autoclaves horizontales (de mayor capacidad) con intercambiador de calor.</p>



## ANEXO

A continuación, y de acuerdo con la definición de MTD, se exponen casos concretos de mejora de manejo y explotación de diversas fases y técnicas de la elaboración de transformados vegetales. Es importante señalar que todos los casos aquí reflejados llevan un pequeño estudio económico y unas características técnicas determinadas que en todo caso son orientativos y no extrapolables a situaciones concretas, únicamente dan idea del orden de magnitud (en relación a ahorro de agua, ahorro de tasas, costes de inversión, gasto de combustible, etc) en la que nos movemos. En caso de aplicar alguna de estas mejoras, sería necesario estudiar cada supuesto y adaptarlo a situaciones específicas tales como: datos económicos, datos ambientales, forma de trabajo, zona geográfica, tipo de elaboración, producto elaborado, etc.

A continuación se presenta la explicación de los cálculos realizados en los ejemplos:

CÁLCULOS EJEMPLOS	
<b>Consumo agua de red</b>	Precios de agua de red según CCAA: 0.37 – 0.55 €/m <sup>3</sup> Cálculos m <sup>3</sup> /año: 8 horas, 220 días/año. <i>Ahorro anual: m<sup>3</sup>/año ahorrados x Precio agua</i>
<b>Canon de saneamiento para vertido a colector municipal</b>	Precios m <sup>3</sup> para canon de saneamiento según CCAA: 0.24 –0.26 €/m <sup>3</sup> Índice corrector (Ic) medio para sector de transformados vegetales entre 1.3 y 2. <i>Ahorro anual: m<sup>3</sup>/año ahorrados x 0.24 –0.26 €/m<sup>3</sup> x Ic=1.3-2</i>
<b>Canon de vertido para cauce público</b>	<b>Canon de saneamiento:</b> Índice corrector (Ic) para aguas depuradas = 0.47 Ic para aguas de refrigeración = 0.01 <i>Ahorro anual: m<sup>3</sup>/año ahorrados x 0.24 €/m<sup>3</sup> x Ic</i>  <b>Canon de control de vertido:</b> Canon = V(m <sup>3</sup> /año) x Precio unitario (Pu) Pu= 0,03005 euros x K(k1xk2xk3), donde: k1: tipo de industria (igual a 1 para industria de alimentación) k2: grado de contaminación del vertido (igual a 0,5 si hay un tratamiento adecuado) k3: calidad ambiental del medio receptor (igual a 1,12 si es de categoría II: vertido a cauce) Pu = 0,016828 para agua depurada de industria. <i>Ahorro anual: m<sup>3</sup>/año x 0,016828</i>

## 1/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA LA REUTILIZACION DEL AGUA DE LAVADO DE MELOCOTÓN.

### \* Situación actual y datos de partida:

Tras un primer lavado y calibrado, el melocotón se vierte en 4 balsas a las que se aporta agua de forma continua; esta es vertida a la red de saneamiento de la empresa. El volumen de agua utilizado para esta operación no está optimizado. La empresa utiliza agua de red para esta operación.

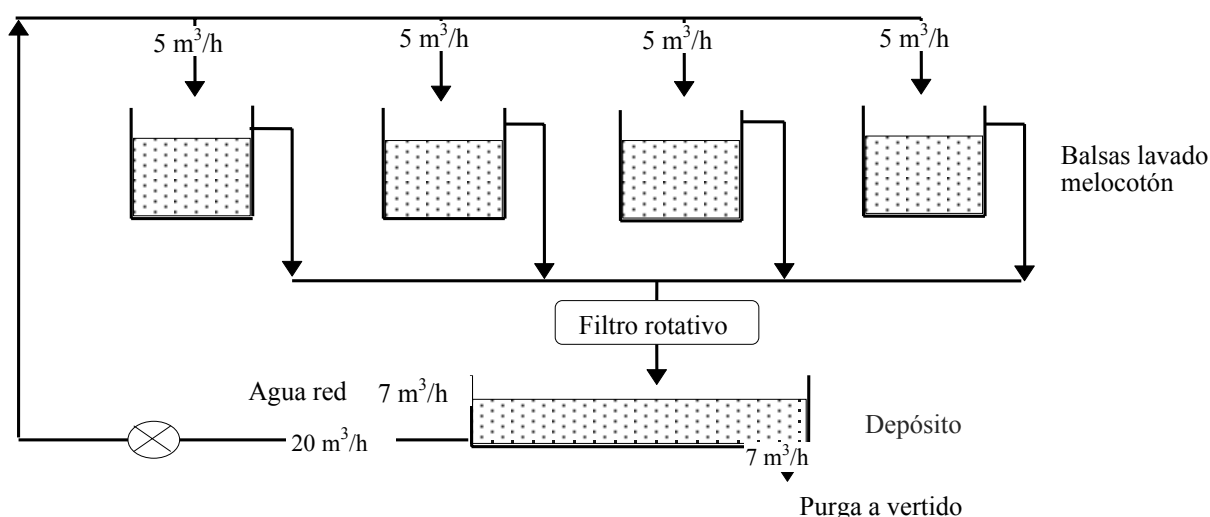
En estas condiciones se estima un consumo de agua de red para lavado de melocotón de unos  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  en cada una de las cuatro balsas. Por tanto el consumo total supone unos  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

El caudal de vertido final de la empresa es de  $1.000 \text{ m}^3/\text{día}$ .

### \* Propuesta:

Reutilizar el agua filtrando con un tamiz rotativo y acumulando el vertido de las cuatro balsas en un depósito desde el cual se bombea de nuevo para el mismo uso. Se estima que es necesario realizar una purga de unos  $7 \text{ m}^3/\text{h}$ , que sería la cantidad de agua nueva que hay que aportar para renovar el agua del lavado.

A continuación se presenta un esquema de la propuesta de recirculación:



**Estudio de costes:***a) Coste aproximado inversión:*

NECESIDADES	COSTE
Depósito de acero inoxidable	3.000 €
Tuberías de acero inoxidable	2450 €
Bomba para recircular 25m³/h	1.000 €
Filtro rotativo luz <0,5mm	16.000 €
Boya control nivel agua en el depósito	180 €
<b>TOTAL</b>	<b>22.630 €</b>

*b) Ahorros estimados:*

- ✓ La propuesta supone un ahorro, en el supuesto de que se utilice agua de red, en el consumo de agua de red en ese punto de aproximadamente 13 m³/h (65 %).
- ✓ La reducción en el caudal del vertido final de la empresa sería de 22.880 m³/año (10.4 % del vertido final).
- ✓ No se incluyen los costes de explotación en depuración: mano de obra, electricidad, reactivos..

Ahorro consumo agua red:	Ahorro según punto de vertido:	Inversión propuesta
Según CCAA:  8.566 - 12.584 €/año	Vertido cauce publico	22.630 €
	2.966 €/año	
	Vertido colector municipal	
	Según CCAA: 7.138 a 11.898 €/año	

## 2/ EJEMPLO DE PROPUESTA VALORADA PARA REUTILIZAR EL AGUA DE REFRIGERACIÓN EN HORNO EMÉRITO.

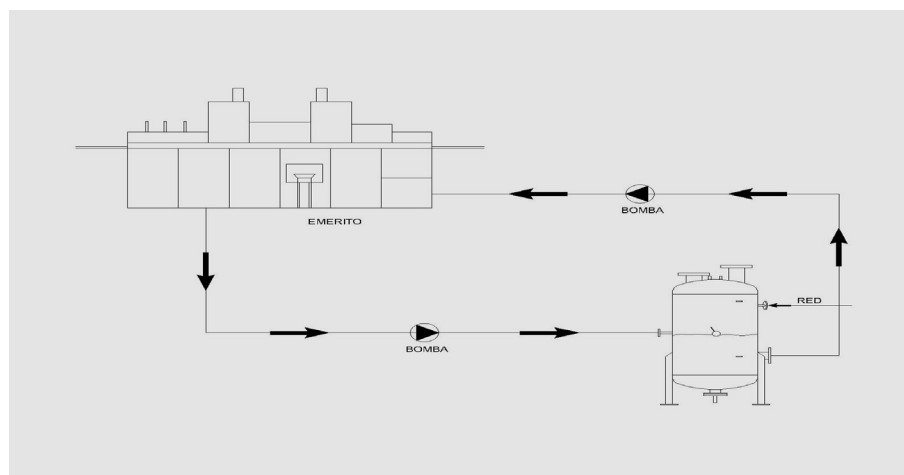
**\* Situación actual y datos de partida:**

La operación de asado del pimiento se realiza mediante horno tipo Emerito; este utiliza agua para refrigerar las pinzas mediante chorreo directo. Tras esta refrigeración el agua apenas se encuentra contaminada.

Se estima un consumo actual de agua de red en esta operación de unos 28 m³/día durante los 50 días que dura la campaña. El caudal de vertido final de la empresa es de 300 m³/día.

**\* Propuesta:**

Recoger el agua de refrigeración, que ya se encuentra canalizada, en un circuito cerrado con el fin de reutilizarla para el enfriado de las pinzas. Para ello se conducirá el agua de los dos hornos Emerito a un depósito de 2.000 l para bombearlo de nuevo a los mismos. En el depósito se incluirá un sistema de aforo de caudal con el fin de asegurar el aporte de agua al circuito. Se introducirá un volumen de agua de red limpia de unos 3 m<sup>3</sup>/día con el fin de cubrir pérdidas y asegurar la refrigeración del agua. A continuación se presenta un esquema de la propuesta de recirculación:

**\* Estudio de costes:***a) Coste aproximado inversión:*

- Depósito 2.000 l:	1.200 €
- Red y bombas de 0,75 kW:	2.000 €
<b>Total</b>	<b>3.200 €</b>

*b) Ahorros estimado*

- ✓ La propuesta supone un ahorro de agua estimado en 25 m<sup>3</sup>/día. El ahorro en el consumo de agua de red en ese punto es del 90 %.
- ✓ La reducción en el caudal del vertido final de la empresa será de 1.250 m<sup>3</sup>/campaña (8 % del vertido final).
- ✓ No se incluye el ahorro en costes de depuración: mano de obra, electricidad, reactivos.

Ahorro consumo agua red:	Ahorro según punto de vertido:	Inversión propuesta
Según CCAA:  463 - 688 €/campaña	Vertido cauce publico	3.200 €
	162 €/campaña	
	Vertido colector municipal	
	Según CCAA: 390 a 650 €/campaña	

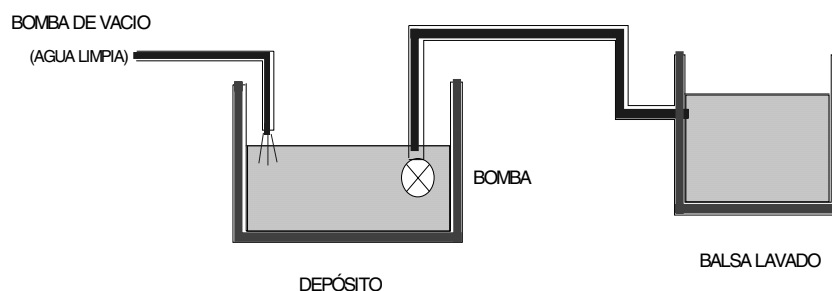
### 3/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA RECIRCULACIÓN DEL AGUA PROCEDENTE DE LA BOMBA DE VACÍO A LA INSTALACIÓN DE LAVADO DE TOMATE.

#### \* Situación actual y datos de partida:

En la peladora del tomate, el agua de la bomba de vacío se vierte al colector municipal de aguas limpias sin mezclarse con el vertido de producción. Las características de éste agua completamente limpia le permite ser reutilizada en el proceso del lavado final del tomate antes de entrar en la peladora. El caudal de esta bomba de vacío se estima en 3 m<sup>3</sup>/h.

#### \* Propuesta:

Se propone recoger dicho agua en un depósito de regulación e impulsarlo mediante una bomba centrífuga al lavado final del tomate. El esquema de la instalación es el siguiente:



#### \* Estudio de costes:

a) *Coste aproximado inversión: 1.750 €.*

b) *Ahorros estimados:* Con esta actuación se consigue un ahorro en el consumo de agua de 3 m<sup>3</sup>/h. La reducción en el caudal de vertido de aguas limpias sería de 1200 m<sup>3</sup>/campaña.

### 4/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA REUTILIZACIÓN DEL AGUA DEL ENFRIADO POSTESCALDADO.

#### \* Situación actual y datos de partida:

El enfriado de la verdura se realiza con agua. El consumo actual estimado en este punto es de 35 m<sup>3</sup>/día.

El caudal de vertido final es de 300 m<sup>3</sup>/día (66.000 m<sup>3</sup>/año).

**\* Propuesta:**

Se propone la instalación de un sistema de recirculación del agua procedente del enfriado de la verdura, para su uso en el lavado primario de la misma verdura. La instalación constará de un depósito con sistema de filtros de rejilla desde el que se bombeará el agua al lavado primario.

**\* Estudio de costes:**

a) *Coste aproximado inversión: 1.100 €*

b) *Ahorros estimados:*

- ✓ La propuesta supone un ahorro de agua estimado en 35 m<sup>3</sup>/día (3 m<sup>3</sup>/hora).
- ✓ La reducción en el caudal del vertido final de la empresa sería de 7.700 m<sup>3</sup>/año.
- ✓ No se incluye el ahorro en costes de depuración: mano de obra, electricidad, reactivos.

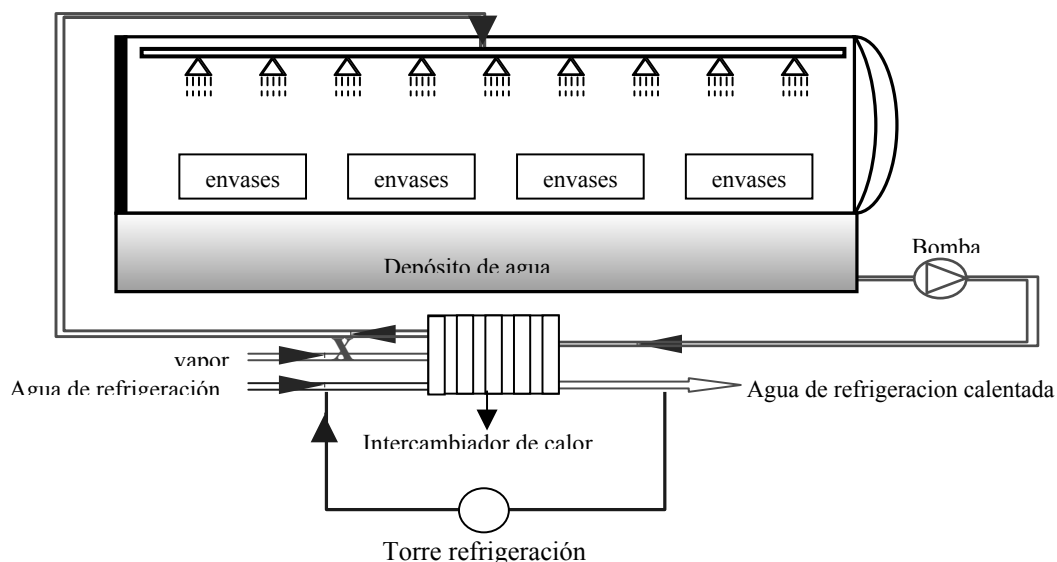
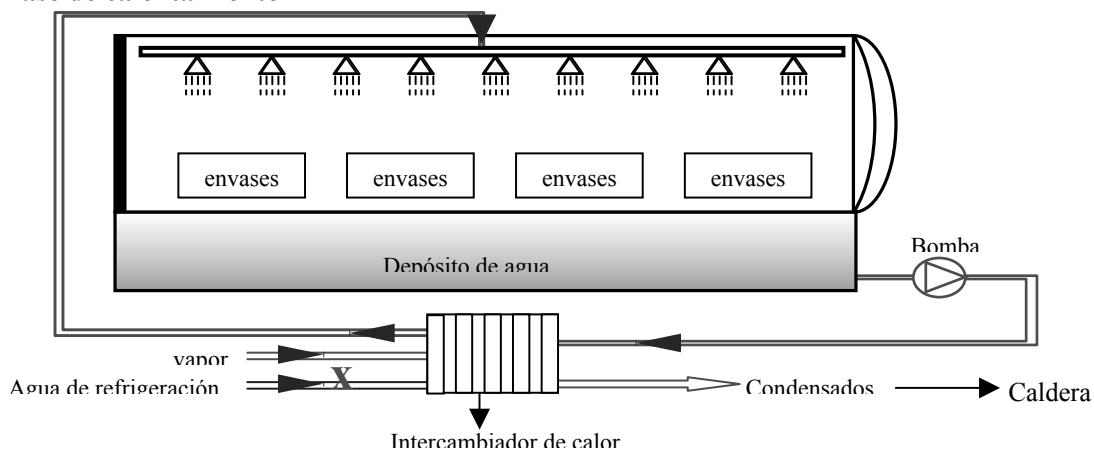
Ahorro consumo agua red:	Ahorro según punto de vertido:	Inversión propuesta
Según CCAA:  2.849 a 4.235 €/año	*Vertido cauce publico	1.100 €
	940 €/año	
	*Vertido colector municipal	
	Según CCAA: 2.402 a 4.004 €/año	

## 5/ EJEMPLO DEL AHORRO DE COSTES CON LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DISCONTINUO CON RECUPERACIÓN DE CALOR:

**\* Situación actual:**

- *Consumo medio de vapor:* 0.34 kg de vapor /kg de producto esterilizado.
- *Coste vapor:* 1kg fuel-oil (0,239 Euros/kg ) produce 14 kg de vapor, 1 kg de vapor tiene un coste de 0.0171 €.

**\* Propuesta:** la utilización del tratamiento térmico discontinuo de duchas con recuperación de calor supone un ahorro de energía y de agua respecto al tratamiento discontinuo sin recuperación. En el siguiente esquema se muestra el funcionamiento del tratamiento térmico discontinuo de duchas con recuperación de calor y a continuación se muestra una valoración de la diferencia de costes de ambos sistemas.

**Fase de calentamiento****\* Estudio de costes:****Ahorro de costes en energía con la utilización del tratamiento térmico discontinuo con recuperación de calor.****Coste tratamiento térmico sin recuperación:**

Media por kg de producto pasteurizado  $0.34 * 0.0171 = 0.00581$  €/kg de producto

**Coste con recuperación de condensados:**

Considerando una recuperación del 10-15 % de la energía del vapor de agua con la recuperación de los condensados para la caldera (fase de calentamiento) el consumo de vapor es ahora de 0.3 kg por kg de producto esterilizado. El coste es:  $0.30 * 0.0171 = 0.00513$  €/kg de producto.

Para una instalación con una producción de 10.000 t/año el ahorro si se realiza la recuperación de condensados sería de  $(0.00581 - 0.00513) * 10 * 10^6 = 6.800$  €/año.

**Ahorro con recuperación de agua de enfriamiento:**

Considerando un consumo medio de 4.9 litros por kg de producto y una recuperación del 90 % del agua que suponen 4.41 l/kg. producto (fase de enfriamiento).

Para una instalación con una producción de 10.000 t/año el ahorro en agua si se realiza la recuperación de agua de enfriamiento sería de  $4.41 \text{ l} * 10.000 \text{ t producto} = 44.100 \text{ m}^3/\text{año}$ . Además del ahorro de costes en el canon de saneamiento, si se utilizara agua de red el ahorro sería en función del coste del agua ( $0.37 - 0.55 \text{ €/m}^3$ ) entre 16.317 a 24.255 €/año.

**6/ EJEMPLO DEL AHORRO DE COSTES CON LA RECUPERACIÓN DEL CALOR CONTENIDO EN EL PRODUCTO FINAL ESTERILIZADO:**

**\* Situación actual:**

- *Consumo medio de vapor:* 0.16 kg de vapor /zkg de producto esterilizado.
- *Coste vapor:* 1kg Fuel-oil (0,239 €/kg) produce 14 kg de vapor, 1 kg de vapor tiene un coste de 0.0171 €.
- *Coste pasteurización:* Media por kg de producto pasteurizado  $0.16 * 0.0171 = 0.00274$  Euros, consideramos un 20 % de pérdida de energía por lo que el coste real sería: 0.00329 Euros / kg producto pasteurizado (el 20% supone 0.00055 €/kg).

**\* Propuesta:**

La utilización del producto esterilizado para precalentar el producto de entrada en el esterilizador puede suponer aproximadamente la recuperación del 70 % del calor utilizado para esterilizar el producto.

**\* Estudio de costes:**

En el siguiente cuadro se hace una valoración de los ahorros de costes con la recuperación del calor contenido en el producto esterilizado.

**Ahorro de costes con la recuperación del calor contenido en el producto esterilizado.**

**Coste con recuperación de calor:** Considerando una recuperación del 70 % del calor del producto pasteurizado el coste del vapor consumido sería de  $0.00274 * 0.30 = 0.00082 \text{ €/kg de producto}$ , mas el 20% de pérdidas el coste final sería de:  $0.00082 + 0.00055 = 0.00137 \text{ €/kg de producto}$ .

**Ahorro:** El ahorro por kg de producto pasteurizado será de 0.00192 Euros. Suponiendo una instalación con una producción de 10.000 t/año el ahorro si se realiza la recuperación sería de 19.200 Euros/año.



## 7/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA RECIRCULACIÓN DE AGUAS DE ENFRIADO DE AUTOCLAVES:

### \* Situación actual:

Como consumos de agua se estima que:

- 1 autoclave horizontal utiliza 1 m<sup>3</sup> de agua y realiza 4-5 cargas/día
- 1 autoclave vertical utiliza 2 m<sup>3</sup> y realiza 4-5 cargas/día
- 2 esterilizadores utilizan un caudal de 16 m<sup>3</sup>/h funcionando 8-10 horas/día.

En total, suponen un consumo total aproximado de 140 m<sup>3</sup>/día.

### \* Propuesta:

Se propone la instalación de un circuito cerrado para aguas de refrigeración de autoclaves horizontales, autoclaves verticales y esterilizadores continuos. La instalación constará de una torre de refrigeración, un depósito acumulador de doble cuerpo y la red de tuberías correspondiente.

De esta manera, el calor aportado durante el tratamiento térmico al agua de refrigeración será disipado en la torre de refrigeración pudiendo recircularse el mismo agua, ahorrando su consumo.

### \* Estudio de costes:

a) *Coste aproximado inversión: 28.000 euros.*

Coste aproximado de explotación: 3.000 €/año de consumo eléctrico y 3.000 €/año de tratamiento del agua.

b) *Ahorros estimados:*

Se estima un ahorro en el consumo de agua para la esterilización del 90 %, por tanto el consumo de agua pasaría a ser de 14 m<sup>3</sup>/día.

Además del ahorro de costes en el canon de saneamiento, si se utilizara agua de red el ahorro sería en función del coste del agua (0.37 – 0.55 €/m<sup>3</sup>) entre 10.252 y 15.246 €/año.

## 8/ EJEMPLO VALORADO DE CONCENTRADO DE TOMATE POR EVAPORACIÓN DE SIMPLE, DOBLE O TRIPLE EFECTO:

### \* Situación actual y datos de partida:

La empresa realiza la concentración del tomate.

**-Materia prima a tratar:** 1.000 t de tomate / día

**-Grados Brix inicial:** 5° Brix

**-Grados Brix final:** 28° Brix

$P_i \cdot ^\circ\text{Brix}_i = P_f \cdot ^\circ\text{Brix}_f$ ;  $1.000 \cdot 5 = P_f \cdot 28$ ;  $P_f = 178.5$  t producto final

**Total agua a evaporar:** 1.000 - 178.5 = **821.5 t.**

**\* Propuesta:**

Como se ha indicado anteriormente la utilización de sistemas de múltiple efecto son más efectivas tanto en el rendimiento de la operación como en la eficiencia en el consumo de recursos.

**\* Estudio de costes:**

En el siguiente cuadro se hace una valoración de los ahorros energéticos utilizando sistemas evaporadores de simple, doble o triple efecto para la concentración de tomate.

Diferencia de coste en la concentración de tomate por evaporación de simple, doble o triple efecto.		
<i>Consumo de vapor</i>	1 kg de vapor evapora:	1 kg de agua con evaporador de simple efecto 1.7 kg de agua con evaporador de doble efecto 2.4 kg de agua con evaporador de triple efecto
<i>Coste vapor</i>	1 kg Fuel-oil (0,239 Euros/kg ) produce 14 kg de vapor, por lo tanto 1 kg de vapor tiene un coste de 0.0171 €	
Para evaporar 821.5 t de agua:		
	Demanda de vapor:	Diferencia de costes:
* Con evaporador de <b>simple efecto</b>	821.500 kg vapor	14. 047 Euros/día
* Con evaporador de <b>doble efecto</b>	483.235 kg vapor	8.263 Euros/día
* Con evaporador de <b>triple efecto</b>	342.291 kg vapor	5.853 Euros/día

## 9/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA CAMBIO DE FUEL-OIL A GAS NATURAL:

**\* Situación actual y datos de partida:**

<b>Red de gas natural:</b> Grupo 2 - Media presión <b>Régimen de trabajo:</b> 10 horas/día – 5 días semana – 220 días/año <b>Demanda térmica anual:</b> 3.96 millones de termias al año <b>Calderas:</b> 2 calderas de 5.75 y 3.9 Gcal/h de potencia <b>Combustible:</b> Fuel-oil <b>Consumo de fuel:</b> 2.000 kg/día $\equiv$ 440 t/año		
<b>Poder calorífico</b>	<b>Fuel-oil:</b>	9.000 Kcal/kg
	<b>Gas natural:</b>	10.300 Kcal/m <sup>3</sup>
<b>Coste combustible</b>	<b>Fuel-oil:</b>	0,239 Euros/kg $\equiv$ 0.0266 €/termia
	<b>Gas natural:</b>	0,226 Euros/ m <sup>3</sup> $\equiv$ 0.0219 €/termia

**\* Propuesta:**

Se propone la sustitución del fuel-oil por gas natural. La sustitución de combustibles como el Gasoil o Fuel-oil a Gas natural tiene un coste de instalación que, en todo caso, depende de la ubicación de la empresa y del tipo de red de gas natural que haya en esa ubicación (red de baja, media y alta presión, esto incide de forma acusada en el coste de instalación y en el precio del gas natural consumido), en el caso de redes de media y alta presión se necesita una estación reguladora (ERM), además el cambio de quemadores, etc, sin embargo, tiene beneficios derivados del precio del gas natural, para las redes de baja presión el coste del gas natural es más elevado y puede no hacer rentable el cambio de combustible. Además del menor coste del combustible la utilización de gas natural reduce costes debido al menor desgaste de los equipos (hornos y calderas), a la mejor combustión y por lo tanto al mejor rendimiento de los combustibles gaseosos.

**\* Estudio de costes:**

A continuación se presenta una comparación entre la inversión necesaria para sustituir el fuel-oil por gas natural:

<b>Cambio a Gas natural</b>	<p><b>Inversión</b></p> <p>Instalación ERM y conducciones: 30.000 €</p> <p>Sustitución de quemadores, en caso de que no sean aprovechables: 18.000 € (en realidad con el cambio de la caldera más potente sería suficiente para satisfacer la demanda energética de la empresa)</p> <p><i>Total inversión cambio dos quemadores = 48.000 €</i></p> <p><i>Total inversión cambio dos quemadores = 66.000 €</i></p> <p><b>Ahorro</b></p> <p>Gasto Fuel: 3.960.000 Te /año * 0.0266 €/termia = 105.336 €/año</p> <p>Gasto Gas natural: 3.960.000 Te /año* 0.0219 €/termia = 86.724 €/año</p> <p><i>Total Ahorro = 18.612 €/año</i></p>

## 10/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUA OSMOTIZADA PARA LA ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA:

**\* Situación actual y datos de partida:**

La calidad del agua que alimenta la caldera es fundamental para la eficiencia en el consumo de recursos y el buen funcionamiento de las mismas. Las impurezas contenidas en el agua disminuyen significativamente el rendimiento de la caldera (materias en suspensión, dureza, sulfatos, cloruros, sólidos disueltos, sílice, etc) y obliga a un mayor consumo de combustible. Una de las consecuencias más importantes de las impurezas del agua es la aparición de incrustaciones que dificultan la transferencia térmica provocando una pérdida muy importante de la eficacia de la caldera.

<b>Características de la caldera:</b>	<b>Presión de trabajo:</b> 10 Kgf/m <sup>2</sup> <b>Producción de vapor:</b> 5.000 kg/hora <b>Régimen de trabajo:</b> 12 horas/día - 220 días/año. Sin recuperación de condensados.
<b>Características del agua sin tratamiento:</b>	<b>pH a 20°C:</b> 7.7 <b>Cl-:</b> 3.5 °F <b>TH:</b> 28°F <b>SO4:</b> 8.0 °F <b>TAC:</b> 22.5 °F <b>SiO2:</b> 3.0 °F <b>Sales Totales Disueltas:</b> 519 mg/l

**\* Propuesta:**

Normalmente el agua de alimentación de la caldera se trata previamente con el fin de eliminar impurezas y rebajar el contenido de sales. Los tratamientos más comunes son la filtración y la descalcificación o la desmineralización (mediante resinas o bien mediante ósmosis inversa).

**\* Estudio de costes:**

En el cuadro siguiente se muestra un pequeño estudio energético para una caldera tipo pirotubular con diferentes tratamientos del agua de alimentación.

		<b>Filtración + Descalcificación</b>	<b>Filtración + Ósmosis inversa</b>
<b>Factor determinante para la realización de las purgas:</b>		TAC (22.5 °F)	STD (174.7 mg/l)
<b>Concentración admisible en el interior de la caldera:</b>		4.4 veces	28.6 veces
<b>Volumen de purga necesario por día para mantener parámetros según Norma UNE:</b>		17.6 m <sup>3</sup> /día 3.872 m <sup>3</sup> /año	2.1 m <sup>3</sup> /día 462 m <sup>3</sup> /año
<b>% del agua purgada respecto al total consumida por la caldera:</b>		29 %	3.6 %
<b>Energía perdida por día de trabajo:</b>		3.203.200 Kcal/día	394.940 Kcal/día
<b>Poder calorífico:</b>	<b>Fuel-oil:</b> <b>Gas natural:</b> <b>Gas-oil:</b>	9.000 Kcal/kg 10.300 Kcal/m <sup>3</sup> 10.250 Kcal/kg	
<b>Combustible perdido por día de trabajo:</b>	<b>Fuel-oil:</b> <b>Gas natural:</b> <b>Gas-oil:</b>	355.9 kg 311.0 m <sup>3</sup> 312.5 kg	43.9 kg 38.3 m <sup>3</sup> 38.5 kg
<b>Ahorro de combustible por año utilizando agua desmineralizada frente a la descalcificada:</b>	<b>Fuel-oil:</b> <b>Gas natural:</b> <b>Gas-oil:</b>	(355.9 – 43.9) * 220 = 68.640 kg (311.0 – 38.3) * 220 = 59.994 m <sup>3</sup> (312.5 – 38.5) * 220 = 60.280 kg	
<b>Ahorro en consumo agua/año utilizando agua desmineralizada frente a descalcificada:</b>		3.872 – 462 = 3.410 m <sup>3</sup> /año	
<b>Disminución en volumen de vertido/año utilizando agua desmineralizada frente a descalcificada:</b>		3.872 – 462 = 3.410 m <sup>3</sup> /año	
<b>Inversión necesaria para equipo de filtración + descalcificación para consumo estimado de 125 m<sup>3</sup></b>		39.000 Euros	
<b>Inversión necesaria para equipo de ósmosis inversa para consumo estimado de 125 m<sup>3</sup></b>		52.000 Euros	

## **11/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS DE VAPOR EN ESCALDADO:**

### **\* Situación actual y datos de partida:**

En una industria de transformados vegetales existen varios equipos que funcionan con vapor de agua (autoclaves, escaldador, concentradores).

### **\* Propuesta:**

Como medida de minimización de agua y energía se propone la recuperación de vapor de las instalaciones donde se utiliza, una vez condensado, y su envío a un depósito de acumulación, desde donde se utilizará el agua condensada para la producción de nuevo vapor, con el evidente ahorro de agua y el ahorro energético derivado de la utilización de agua a una temperatura superior a la de la red. Se propone la recuperación de vapor de los autoclaves horizontales, de las bolas del concentrado y del escaldador en continuo. El circuito consiste en la instalación de tuberías desde los puntos de utilización de vapor, que retornen los condensados a un depósito de acumulación situado en la sala de calderas, desde donde se aportaría agua para la producción de vapor mediante una bomba.

### **\* Estudio de costes:**

a) *Coste aproximado inversión: 11.000 €*

b) *Ahorros estimados:*

Con esta medida se produciría un ahorro de unos 60 m<sup>3</sup>/día de agua (13.200 m<sup>3</sup>/año) y un ahorro energético estimado del 5%.

## **12/ EJEMPLO PROPUESTA VALORADA PARA RECIRCULACIÓN DEL AGUA DE CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN:**

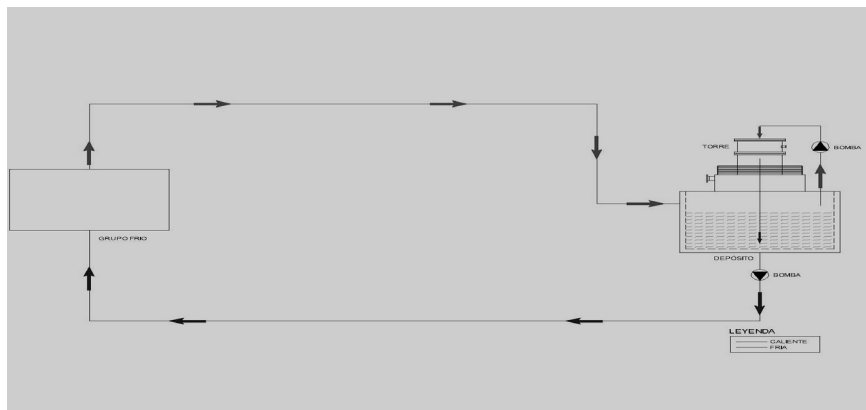
### **\* Situación actual y datos de partida:**

Los grupos de frío utilizan agua para su refrigeración, estimándose un consumo de **5 m<sup>3</sup>/h**.

### **\* Propuesta:**

Mediante la colocación de una torre de refrigeración en circuito cerrado se recircula el agua de la refrigeración de los grupos de frío.

El esquema de la instalación de recirculación es el siguiente:



**\* Estudio de costes:**

a) Coste aproximado inversión: 13.500 €

*b) Ahorros estimados:*

- ✓ La propuesta supone una disminución del consumo de agua de 40 m<sup>3</sup>/día.
- ✓ La reducción en el caudal del vertido final de la empresa sería de 8.800 m<sup>3</sup>/año.
- ✓ El ahorro en caso de vertido depurado a río en concepto de canon de saneamiento que es de 993 €/año, más el canon de control de vertidos que supone 83 €/año; en total son: 1076 €/año.
- ✓ No se incluyen los costes de explotación en depuración: mano de obra, electricidad, reactivos.

Ahorro consumo agua red	Ahorro según punto de vertido:	Inversión propuesta
Según CCAA:	Vertido cauce publico	13.500 €
3.256 a 4840 €/año	1.076 €/año	
	Vertido colector municipal	
	Según CCAA: 2.746 a 4.576 €/año	

## BIBLIOGRAFÍA

- AINIA (2000). Guías Tecnológicas. Elaboración de Conservas Vegetales.
- Best Available Techniques Reference Document on Food, Drink and Milk. Draft 2. Mayo 2003.
- Brennan J.G. y otros. (1980). Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos (Ed. Acribia).
- CAR/PL (2001). Prevención de la contaminación en la industria conservera.
- Casp A., Abril J. (1999). Procesos de conservación de alimentos (Ed. AMV)
- Castillo, M. (2002). El sector de zumos y nectares exprime las novedades. Alimarket – Mayo – 2002.
- Cháfer M., Ortolá, M.D., Chiralt A., Fito P. (2000). Aprovechamiento de la corteza de cítricos mediante deshidratación osmótica con pulso de vacío. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, noviembre 2000, 55-61.
- Downing, Donald L. (1996). A Complete Course in Canning: and Related Processes Tomo I: Fundamental Information on Canning .- Tomo II: Microbiology, Packaging, HACCP & Ingredients .- Tomo III: Processing Procedures for Canned Food Products Revised and Enlarged by Downing, Donald L. – Maryland. CTI Publications.
- Fellows, P. (1993). Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas. Zaragoza. (Ed. Acribia).
- FIAB. (2001). Una aproximación a la industria española de la alimentación y bebidas.
- FIAB. (2002). Perfil de la industria alimentaria española.
- Heras, H. (2003). Conservas vegetales: crecimiento coyuntural. Alimarket - Febrero -2003.
- Heras, H. (2003). Conservas vegetales: preparados para la concentración. Alimarket - Febrero - 2003.
- Heras, H. (2004). Conservas vegetales: preparados para la concentración. Alimarket - Junio - 2004.
- Hersom A.C., Hulland E.D.(1985). Conservas Alimenticias (Ed. Acribia).
- Josep M<sup>a</sup> Nacenta. Problemática de los sistemas de refrigeración.
- Larrauri J.A., Cerezal P., Batista A.R., López B.A. (1994). Caracterización de residuos de tomate, pimiento y guayaba. *Alimentaria*, Abril 94, 81-85.
- Larrauri J.A., Borroto B., Boys, T.Naringina. Procesos para su obtención a partir de hollejos de toronjas. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, Abril 96, 115-118.
- Madrid A. y otros. (1994). Nuevo manual de industrias alimentarias (Ed. AMV).
- Mata J. (1998). Plantas de biometanización para la fracción orgánica de los RSU: II Tecnologías. *Residuos*, (42) 72-75.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2002 y 2003). Hechos y cifras del sector agroalimentario y del medio rural español.
- PAASTV, 2003. Informe Sectorial Plan Actuación Ambiental Transformados Vegetales Navarra. 2003.
- Ruiz de Ojeda, L.M., Peñas F.J. (2004). Escaldado de Vegetales mediante microondas. Aplicación a la judía verde.

- Soáñez, M. (2003). Manual de tratamiento, reciclado, aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias alimentarias. Ed. Mundi-Prensa.
- Southgate D. (1992). Conservación de frutas u hortalizas (Ed. Acribia).
- Victoria, F. (2000). Medioambiente y empresa conservera. Obligaciones y oportunidades. CTC, CAM y Agrupación de Conserveros.
- Viniegra V., González C., Jáuregui J.I. (2001). Minimización de la contaminación y del consumo de agua en el proceso de fabricación del tomate en conserva. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, mayo 2001, 117-123.
- Wildbrett, Gerhard. (2000). Limpieza y desinfección en la industria alimentaria – Zaragoza. Acribia, 2000 .