



**MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA  
LA INDUSTRIA DE APROVECHAMIENTO DE  
SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL**

**Colaboran:**



**ANFAHPES**  
Asociación de Fabricantes  
de Aceite y Harina de

## A. INTRODUCCIÓN

El pasado 24 de septiembre de 1996, el Consejo de la Unión Europea aprobó la **Directiva 96/61**, relativa a la *prevención y control integrado de la contaminación*, que afecta entre otros sectores productivos a la industria agroalimentaria.

El objetivo de esta Directiva es **Reducir y Prevenir** los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (*atmósfera, agua y suelo*).

Esta Directiva supone un importante cambio de enfoque en el tratamiento de la prevención y control de la contaminación industrial basado en el concepto de "**Mejores Técnicas Disponibles**" (comúnmente conocidas como MTD's o BAT's).

De un lado, se produce un cambio de punto de vista en la relación entre industria y medio ambiente, ya que tiene en cuenta las particularidades y posibilidades de cada proceso productivo de forma independiente (las MTD's, lo son para cada proceso en particular). De otro, puede suponer para las empresas afectadas la necesidad de realizar un esfuerzo a la hora de adaptarse a la Directiva.

La Directiva IPPC 96/61/CE, se diferencia de las anteriores normativas sobre protección medioambiental en la forma de abordar la prevención y el control público de la contaminación industrial, ya que introduce nuevos enfoques para resolver estos problemas:

1. La mejor forma de reducir la contaminación es reducirla en origen, es decir, en el proceso productivo.
2. Considerando el medio ambiente en su conjunto, debe evitarse que la contaminación pueda pasar de un medio receptor a otro (p.e. del agua al suelo).
3. Para cada proceso, los valores límite de emisión tendrán como referencia aquellos producidos con el uso de las Mejores Técnicas Disponibles y éstos variarán con el tiempo a medida que evolucione la Técnica disponible.

Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) para cada proceso productivo son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles y que se puedan encontrar tanto en instalaciones existentes como futuras, caracterizadas por:

- generar pocos residuos
- usar sustancias menos peligrosas
- fomentar la recuperación
- reducir el uso de materias primas
- aumentar la eficacia del consumo de energía
- disminuir el riesgo de accidentes

Según la lista que aparece en el Anexo I de la Directiva, las actividades de la industria agroalimentaria afectadas por la Directiva IPPC son las siguientes:

- Instalaciones para el **curtido de cueros** con una capacidad de producción de más de *12 Tm/día*.
- **Mataderos** con una capacidad de producción de canales superior a *50 T/día*.
- Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de:
  - **Materia prima animal** (que no sea leche) de una capacidad de producción de productos acabados superior a *75 T/día*.
  - **Materia prima vegetal** de una capacidad de producción de productos acabados superior a *300 T/día (valor medio trimestral)*.
- **Tratamiento y transformación de la leche**, con una cantidad de leche recibida superior a *200 T/día (valor medio anual)*.
- Instalaciones para la eliminación o el **aprovechamiento de canales o desechos de animales** con una capacidad de tratamiento superior a *10 T/día*.
- Instalaciones destinadas a la **cría intensiva de aves de corral y cerdos** que dispongan de más de:
  - *40.000 emplazamientos para aves de corral*.
  - *2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 Kg)*
  - *750 emplazamientos para cerdas*.

Además de estos hechos, la puesta en práctica de los principios de esta norma requiere una importante fase previa de recopilación de información, con el fin de establecer cuales son las Mejores Técnicas Disponibles, desde el punto de vista medio ambiental, para cada proceso productivo en particular y, lo que no es menos importante, en la situación específica de cada país miembro de la UE.

El presente documento forma parte de la documentación final correspondiente al proyecto "Difusión, Promoción e Intercambio de Información acerca de las Mejores Técnicas Disponibles en los Sectores Industriales Agroalimentarios y Afines afectados por la Directiva IPCC 96/61/CE", que bajo el criterio de aunar esfuerzos de las entidades, administraciones públicas, industrias y asociaciones implicadas en esta problemática, ha sido promovido por AINIA. Desde 1998, la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) participa junto a AINIA en el desarrollo del proyecto.

El proyecto está financiado por el MINER a través de la iniciativa ATYCA y el programa ADAPT del Fondo Social Europeo, y ha sido incluido en una iniciativa global para todo el conjunto de sectores industriales afectados en la que participa también la Fundación Entorno.

Para el desarrollo del proyecto, es de importancia capital la participación de técnicos de industrias y asociaciones industriales del sector, conocedores de la problemática tecnológica y medioambiental de la industria, así como la de técnicos de Centros Tecnológicos, que pueden aunar conocimientos específicos en el campo medio ambiental y en el de nuevas tecnologías.

Las mesas de trabajo subsectoriales, que comenzaron su andadura durante 1997 para alguno de los subsectores agroalimentarios, formadas por técnicos de empresas y asociaciones han permitido obtener información de primera mano y contrastar los datos obtenidos de otras fuentes.

## **B. EL SECTOR DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTO DE ORIGEN ANIMAL EN ESPAÑA**

Las industrias de este sector se caracterizan por consumir como materia prima los subproductos de las industrias cárnica y del pescado. Por este motivo, son empresas de un gran valor estratégico medioambiental ya que hacen útiles los desechos animales que de no utilizarse se convertirían en residuos de difícil eliminación.

Aunque en el ámbito nacional, el número de empresas de este sector es pequeño (121-133 empresas, según datos de ANAGRASA y Asociación de Fabricantes de Harinas y Aceite de Pescado), el número de empresas afectadas por la Directiva IPPC es relativamente muy elevado (113 empresas según conclusiones de la correspondiente mesa de trabajo). Esto se debe a que el límite de capacidad de producción, a partir del cual las empresas del sector están afectadas por la Directiva, es muy bajo con relación a la capacidad productiva de las plantas existentes. Pocas empresas con una capacidad de producción inferior al límite establecido por la Directiva IPPC (10 tm/día) son viables desde el punto de vista económico.

### **B.1. INDUSTRIAS DE FUSIÓN DE SUBPRODUCTOS ANIMALES**

Las industrias de fusión de subproductos animales transforman materiales que pueden considerarse como residuos (recortes, huesos, vísceras, etc.) en una gran cantidad de productos útiles como no comestibles, siendo los dos productos principales de esta actividad las grasas y las harinas de carne y hueso. Es posible también fabricar grasas comestibles a partir de subproductos, pero es obligatorio seguir una serie de normas higiénicas reguladas por los organismos oficiales correspondientes para que estos productos sean aptos para el consumo humano.

En 1998, el subsector transformó 1.578.329 Tm. de residuos cárnicos, con los que se produjeron 396.900 Tm de harinas y aproximadamente 450.000 Tm de grasas animales.

En cuanto a la distribución de establecimientos industriales en España, existían en 1997 98 empresas afectadas por la IPPC, distribuidas de la siguiente manera en el territorio nacional.

**Tabla 1. Nº industrias del subsector de harinas y grasas de carne afectadas en España en 1997**

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº industrias afectadas
Andalucía	17
Aragón	4
Asturias	3
Islas baleares	0
Canarias	0
Cantabria	0
Castilla-León	14
Castilla-la Mancha	8
Cataluña	15
Ceuta	0
Madrid	5
Comunidad Valenciana	7
Extremadura	1
Galicia	9
Rioja	2
Melilla	0
Navarra	3
País vasco	6
Murcia	4

Fuente ANAGRASA

De estos establecimientos industriales, 56 realizaban esta actividad como complemento de la actividad de matadero.

Los principales productos finales de esta actividad industrial son dos: las harinas y las grasas animales.

Las harinas son unos productos estabilizados que se aprovechan para alimentación animal, fabricación de piensos, fertilizantes y otros productos. El origen de la materia prima, las características de las instalaciones, las condiciones de proceso y el destino de los productos están claramente definidas en la legislación española y comunitarias (RD 2224/93 y las Directivas Comunitarias 96/449/CE y 97/735/CE), especialmente tras los

problemas creados por la Encefalopatía Espongiforme de las vacas, más comúnmente denominada “la enfermedad de las vacas locas”.

En cuanto al otro producto derivado del proceso de producción, habitualmente se diferencian dos tipos de grasas, *sebo* (grasa fundida de vacuno y ovino) y *manteca* (grasa fundida de cerdo), aunque también una definición más precisa sería denominar sebo a la grasa que tiene un título (la temperatura a la que fluidifica) superior a 40°C y manteca a la grasa que tenga un título inferior. Para la alimentación humana, la manteca está fabricada exclusivamente de grasa de cerdo, no empleándose en ningún caso grasa procedente de cualquier otro animal.

La calidad del sebo o manteca viene definida por los siguientes parámetros:

*Parámetros de calidad.*

- Título.
- Contenido en ácido grasos libres.
- Color.
- Humedad.
- Materia insaponificable.

En la siguiente tabla se recogen características de los sebos y harinas según se sigan los diferentes procesos de extracción de grasa animal que posteriormente se estudian.

<b>Tipo de cocción</b>	<b>Sebos</b>	<b>Harinas de carne</b>
Húmeda	✓ De gran calidad si se recortan y lavan las vísceras.	✓ Pérdidas de hasta un 25 % ✓ Alta humedad
Seca	✓ Para conseguir alta calidad se debe recortar y lavar las vísceras. ✓ Posible aparición de partículas insolubles que contaminan el sebo.	✓ Contenido graso del orden de 10-16 %.
A baja T°	✓ Alta calidad, sebos claros. ✓ No hace falta lavar y cortar vísceras	✓ Contenido graso de 3-8% ✓ Bajo contenido en humedad y grasa.

## B.2. INDUSTRIAS REDUCTORAS DE PESCADO

Aunque tradicionalmente se ha hablado de fabricación de *Harinas y Aceites de Pescado*, cada día se generaliza más su denominación técnica, mucho más concreta de *Industrias Reductoras de Pescado*, que es además como se tiende a llamarlas internacionalmente.

En España, existen 15 empresas que se distribuyen dentro del estado como sigue:

**Tabla 2. Nº de industrias reductoras de pescado afectadas por la Directiva**

Comunidad Autónoma	Nº de empresas afectadas
<b>Galicia</b>	6
<b>Cantábrico</b>	4
<b>Canarias</b>	3
<b>Andalucía</b>	2

Fuente: Asociación de Fabricantes de Harinas y Aceites de Pescado

y cuya producción total oscila en torno a las 50.000 t/año.

Las 10 principales Empresas españolas, se agrupan en la Asociación de Fabricantes de Harinas y Aceites de Pescado (con sede en Madrid) e internacionalmente se agrupan en *IFOMA: International Fishmeal and Oil Manufacturers Association* (Londres). En Europa existen 43 Industrias Reductoras de Pescado.

Las industrias reductoras complementan los procesos de elaboración del pescado y *revalorizan* unos desechos que en caso contrario plantearían importantes problemas de eliminación. Además, producen la primera materia de otros productos como los piensos, necesarios a nuestra avicultura, ganadería, acuicultura, crianza de animales de piel fina, etc. España es deficitaria en harinas de pescado por lo que debe importar este tipo de harinas de otros países.

El pescado tiene, entre otros aminoácidos indispensables, una alta proporción de *lisina* y *metionina*, cuya carencia es acusada en granos vegetales, especialmente en la soja, y por

tanto se añade como reemplazante en piensos. Dado que los animales superiores (incluido el hombre) no sintetizan estos dos aminoácidos, las harinas de pescado son componentes nutricionales indispensables para los piensos.

La materia prima de estas industrias es el pescado y sus subproductos industriales. Esta presenta características uniformes dentro de cada grupo, aunque con las naturales variaciones estacionales. A diferencia de lo que ocurre en otros países, la gran parte de la primera materia utilizada en España procede de residuos industriales, ya que el pescado entero es inaccesible por su precio (Dentro de la UE, España es el país donde el pescado fresco tiene un precio mas alto). Esta materia prima (el pescado y sus subproductos) presenta una variabilidad en cuanto a talla, contenido en agua, frescura, dureza, etc., así como una fuerte variación estacional (es mayor que en animales terrestres). La calidad cualitativa de las harinas finales depende fundamentalmente de las características de la materia prima, ya que el proceso productivo es relativamente sencillo y común entre las empresas reductoras. Existen otras preparaciones que recuerdan, reemplazan o complementan la *harina clásica*, aunque en España son de muy eventual uso y elaboración:

**F.P.C.**.- Del inglés *Fish Protein Concentrate*: hidrolizados o concentrados de proteínas de pescado. Por su composición y reducidos a polvo o harina son un alimento excelente que se usan como complemento de otros. No tuvieron aceptación publica y por tanto sin interés económico y aunque se añadieron en algunos (pero muy eventuales) casos a galletas, alimentos para niños, alevines, animales caseros, etc, no merecen mayor comentario.

**Fish Flour**.- Aunque *flour*, también es al igual que *meal*, harina, se diferencia en que estas son Harinas de pescado para el consumo humano. Dado su alto valor nutricional, tuvieron hace años gran interés científico, pero no comercial. En algunos casos se repartieron oficialmente como donativo para ayuda alimenticia a pueblos desnutridos.

**Hidrolizados de Pescado**.- En España, se producen pequeñas partidas. En algunos Países (Cuba, Israel, Venezuela, etc) se venden.

En síntesis, consiste en aprovechar los propios enzimas del pescado (en especial vísceras, que es donde se concentran) para lograr unos hidrolizados de pescado de gran valor nutricional como piensos.

**Conchilla de moluscos.-** No es harina de pescado, pero a veces es elaborada en la misma empresa. Se trata de conchas de algunos *moluscos* (no todos sirven), trituradas entre los cuales el mas apreciado es la ostra. Sirven para suplementar piensos, en especial en avicultura, donde se necesita calcio. Sus efectos medioambientales no son significativos, salvo el mínimo *ruido* de los molinos cuyo impacto se suele restringir a la propia planta.

La materia prima y la torta sólida en las diferentes fases del proceso tienen la siguiente composición:

**Tabla 3. Composición del pescado y productos intermedios de la fabricación de harinas de pescado**

<b>Fase o producto</b>	<b>Sólidos (%)</b>	<b>Agua (%)</b>	<b>Aceites (%)</b>
Pescado entero	25-35	70-75	5-15
Torta de prensa	45-65	35-65	10-15
Salida secador	80-90	15-25	3-12
Centrifugado	5-10	70-90	5-10

Como norma, internacionalmente se considera que una harina es de buena calidad cuando está por encima del 65 % de proteínas (pero también es comercial la del 50 %), con una humedad entre 6-12 % (a humedades mayores fermenta y produce aflatoxinas y por debajo afecta a la calidad de las proteínas) y un contenido en grasas por debajo del 12 %. Con referencia a sal, para las calidades óptimas el máximo es del 3 %. Naturalmente, las normas de calidad afectan a otra serie de parámetros como son: ausencia de *salmonellas*, exigencia de un mínimo en *proteínas solubles y digeribles*; alta cifra de *lisina asimilable*; bajo *nitrógeno amoniacial, sin rancidez*, etc.

En cuanto al aceite, las grandes industrias harineras a escala mundial refinan y tratan los aceites obtenidos, pero en España estos procesos aún no son rentables debido al pequeño volumen relativo de producción de las instalaciones existentes. Por ello, estos aceites se



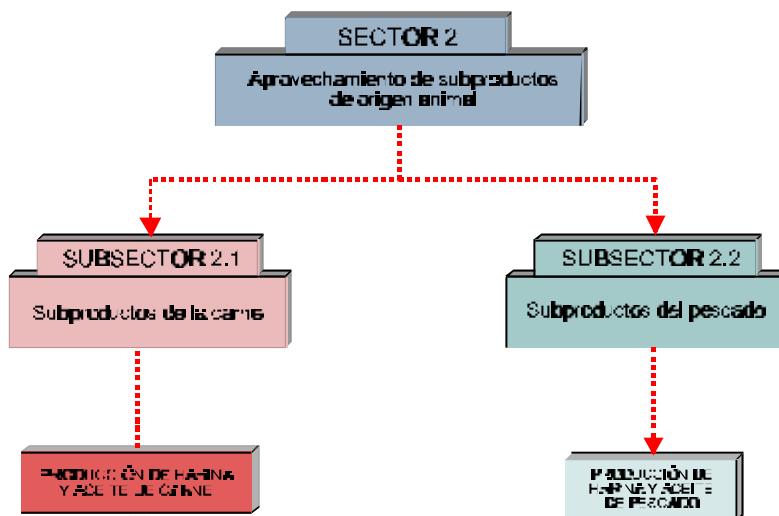
venden y concentran en empresas, generalmente participadas por las mismas fábricas de harinas, dedicadas exclusivamente al refinado de estos aceites.

Las diferencias a nivel de proceso entre fábricas grandes, medianas o pequeñas son mínimas, y lo que realmente varía es la capacidad de producción de las instalaciones. El desarrollo industrial y la rentabilidad económica hace que la instalación continua más pequeña sobrepase una capacidad de producción de 1,5 t/hora.

El proceso productivo es continuo y se opera en compartimentos cerrados de forma que se reduzcan algunos impactos medioambientales como ruido, olor, polvo, etc.

### **C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESOS INDUSTRIALES**

Dentro de este sector, se han considerado las actividades productivas que se indican en la siguiente figura.



**Figura 1.- Procesos estudiados dentro del sector de Aprovechamiento de Subproductos de Origen Animal**

#### **C.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL**

La materia prima recibida se Tritura y se introduce en un autoclave o caldera de cocción donde se produce la fusión de la grasa. Una vez producida la fusión, es posible separarla de los sólidos mediante un sistema de separación adecuado, tras el cual es necesario purificarla para eliminar las partículas en suspensión que pueda contener y el agua en algunos casos.

El residuo sólido resultante de la separación de la grasa puede recibir un tratamiento de secado para obtener el grado óptimo de humedad y una posterior molienda para reducir su tamaño a fin de conseguir la llamada harina de carne, harina de huesos, harina de carne

con huesos, etc., que será aprovechado para alimentación animal, fabricación de piensos, fertilizantes y otros productos.

El proceso general de producción de grasas animales es el siguiente (Figura 2).

### **PRODUCCIÓN DE ACEITE Y HARINA DE CARNE**

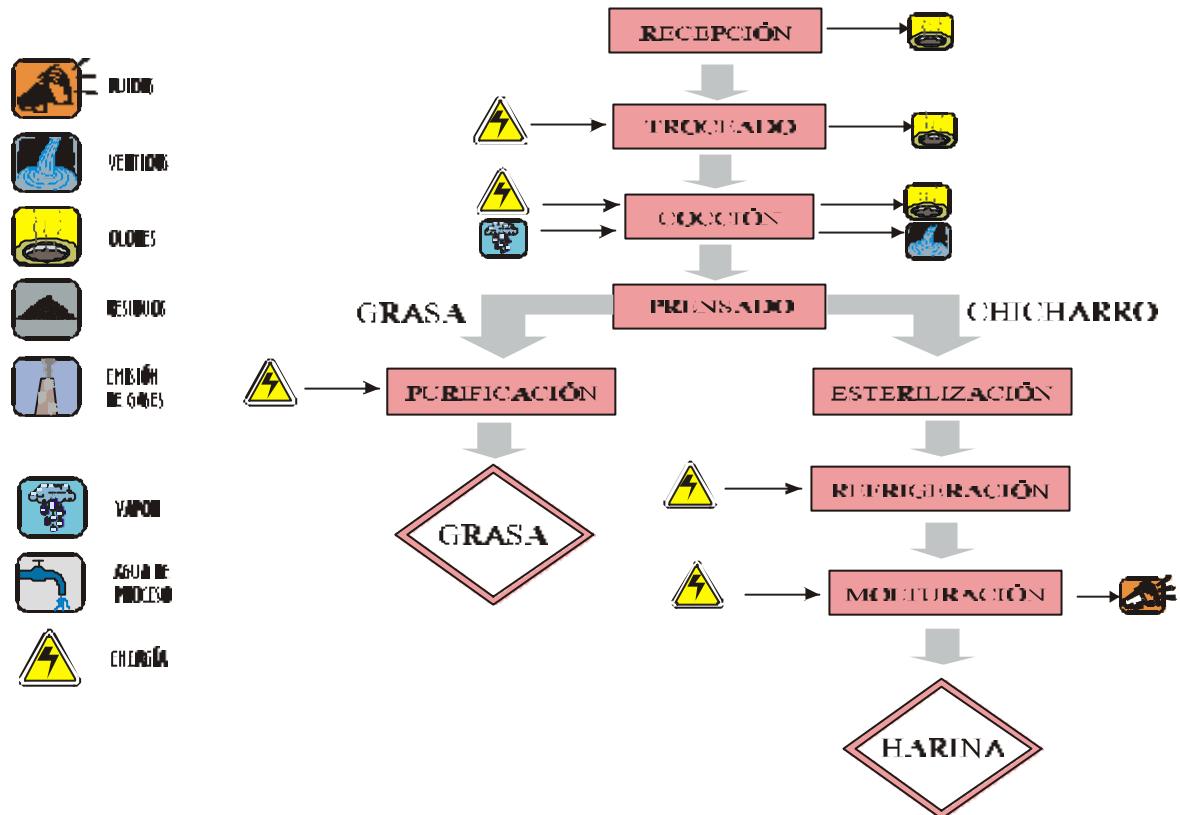


Figura 2.- Diagrama de flujo de la obtención de harinas y grasas animales.

A continuación se detallan las operaciones del proceso productivo:

### **C.1.1. Almacenamiento**

Las diferentes materias primas que van a constituir el material del cual se va a obtener sebo y harina de carne, llegan en camiones y se descargan directamente en una tolva que alimentará directamente al molino de picado.

### **C.1.2. Picado de materia prima**

El siguiente paso es una reducción de tamaño para que la grasa funda con más facilidad. Un buen picado previo de la materia prima facilita enormemente la posterior separación de fases (aceite, agua y sólidos). Además, actualmente es obligado por ley realizar un picado superior a 50 mm.

### **C.1.3. Cocción**

La cocción es el punto más importante del proceso mediante el cual se somete a la materia prima a un calentamiento para provocar que la grasa animal contenida se fluidifique y pueda separarse de la parte sólida.

La producción de sebos y harinas están sujetas a una normativa sanitaria que restringe sus condiciones de producción. Según las últimas modificaciones recogidas en la Directiva 96/449/CE, todos los métodos anteriormente citados son válidos siempre y cuando en la obtención de harina se hayan alcanzado unas condiciones de temperatura superiores a 133 °C y una presión absoluta de 3 bares durante un período de tiempo no inferior a 20 minutos, con el fin de inactivar los agentes patógenos causantes de la *Encefalopatía Espumiforme*.

De las tecnologías anteriormente mencionadas, solo la fusión en húmedo y la fusión seca discontinua no precisan de esterilización final de la harina, al haberse cumplido las condiciones fijadas por la normativa durante la fase de fusión de los subproductos.

#### **C.1.4. Prensado**

En esta operación se separan la fase sólida (chicharro) y la fase fundida (grasa). Esta operación se realiza generalmente con prensas de tornillo.

#### **C.1.5. Esterilización del chicharro**

En el caso de que la fusión se haya realizado mediante sistema seco continuo o a baja temperatura, en donde no se ha sometido a la fracción sólida a las condiciones especificadas en la legislación (133°C, 3 bares, 20 minutos), el chicharro debe someterse a una operación de esterilización en la que se alcancen los parámetros exigidos.

#### **C.1.6. Enfriamiento del chicharro**

Tras la esterilización, el chicharro sufre una etapa de enfriado con el fin de disminuir su temperatura. Este enfriamiento se suele realizar mediante vacío, lo que permite además disminuir el contenido en humedad de los sólidos.

#### **C.1.7. Molturación.**

El objetivo de la molienda es obtener el máximo de harina a partir del residuo seco obtenido en la desecación. La harina obtenida debe ser lo más fina posible y estar lo más exenta posible de humedad, para mejorar su conservación.

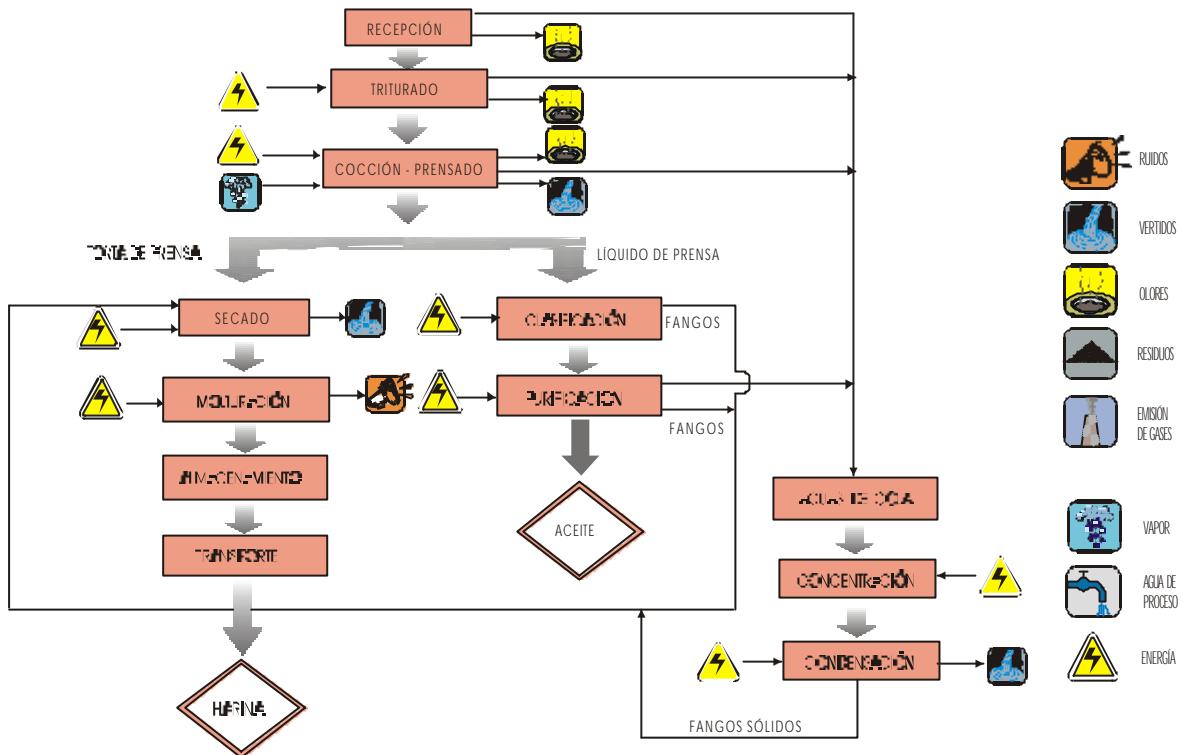
#### **C.1.8. Purificación de la grasa**

Consiste en la eliminación de los sólidos de la grasa obtenida mediante percolación y prensado. Tras esta operación se obtiene el sebo o manteca final.

## C.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

La materia prima se cuece (generalmente con vapor indirecto) para coagular las proteínas y separarlas del agua de constitución, el aceite y otras sustancias minoritarias naturales. Posteriormente se procede a un prensado para separar las fases sólida y líquida, y por último al secado final de la masa sólida, que es prácticamente harina de pescado con un bajo contenido en humedad y totalmente estable, que convenientemente molida forma parte de los piensos. Los líquidos aceitosos separados en el prensado (llamados *aguas de cola*; en inglés, *stickwater*), van a *centrifugas* y "*decanters*" (*modernas centrífugas de eje horizontal* con mayor eficiencia que las centrífugas convencionales) para separar el agua, las partículas en suspensión y el aceite. La parte acuosa se condensa y se introduce en el citado secador para lograr la harina completa o integral con todos los nutrientes hidrosolubles del pescado.

El proceso general de producción de harinas y aceites de pescado está representado en el diagrama de flujo que se adjunta y que se describe brevemente a continuación.

**PRODUCCIÓN DE ACEITE Y HARINA DE PESCADO****Figura 3.- Diagrama de flujo de producción de aceites y harinas de pescado**

### C.2.1. Almacenamiento

La descarga del pescado fresco o residuos en fábrica, se realiza siempre en depósitos situados en patios exteriores a nivel inferior del piso, iguales en todas las empresas, salvo por su capacidad. Llamadas vulgarmente *pozas* consisten en unas piscinas de cemento (fácil lavado), con piso inclinado (fácil escurrido), que en su parte mas baja tiene la boca de entrada del tornillo sin fin, que elevará esta primera materia a la fase siguiente.

### C.2.2. Trituración

Esta operación sólo es imprescindible cuando se reciben ejemplares grandes (alas o partes de algunos tiburones, rayas, marrajos, marlines, etc), y su objetivo es facilitar las operaciones posteriores de cocción y prensado.

Las instalaciones constan de molinos simples, en cajas cerradas, con cuchillas o aspas a pequeña velocidad, por la eventual dureza de la piel y huesos y cabezas.

### C.2.3. Cocción-prensado

Mientras las anteriores operaciones son netamente mecánicas, en la cocción se producen acusados cambios bioquímicos que producen olor, que se atenúa al ser máquinas cerradas. La cocción en todos los casos es continua.

La operación es la siguiente: la materia prima se introduce en unas cámaras con un tornillo sin fin en su interior, que arrastra el pescado o los residuos hasta una prensa. En el trayecto, la materia prima recibe calor indirecto mediante camisa de vapor o doble cámara en la totalidad de fábricas actuales. El calentamiento por chorro de vapor directo ya no se utiliza en la actualidad. Al sobrepasar los 60°C (temperatura mínima, para que se coagulen proteínas) ya se pueda separar el agua de la masa sólida de pescado. El tornillo sin fin de baja velocidad exige fuerza o motores potentes, debido a que el pescado crudo o ya cocido forma una masa compacta.

Tras la cocción, la masa de pescado entra caliente (por debajo de 80 °C) en una prensa continua de tornillo doble, en donde se comprime por acción de la presión de la masa sobre

las paredes de la cámara a medida que el tornillo avanza. La masa cede el agua y aceite naturales del pescado, quedando las proteínas ya coaguladas en la torta de prensa.

El sistema empleado es igual en todas las fábricas, aunque varían en la capacidad de producción (siempre superior a 1,5 t/hora).

La fase líquida que cae por la parte inferior de la prensa sobre una plancha metálica perforada, que actúa de filtro, contiene agua, aceite y otros componentes minoritarios. El pescado en fresco tiene (aproximadamente) un 80 % de agua y aceites, con otros componentes minoritarios (importantes cualitativamente). La torta tiene a la salida de la prensa, un 45-55 % de humedad.

Las aguas resultantes del prensado (stickwaters) suponen un 30-40 % del peso del pescado o residuo que entró en fábrica. Contienen aceites, sólidos (en suspensión y disueltos), proteínas solubles y agua. Hay que tener en cuenta que este tipo de aguas son vertidos calientes, fácilmente putrescibles y causa factible de olor.

#### **C.2.4. Clarificación y purificación del aceite**

Los líquidos resultantes del prensado junto con las aguas generadas durante las operaciones de almacenamiento y trituración constituyen las llamadas *aguas de cola* o “stickwaters”, que como se ha comentado anteriormente contienen tienen una proporción elevada de aceites y sólidos. Mediante la utilización de “decanters” o centrífugas, se pueden separar en tres fases: aceite, sólidos y agua.

#### **C.2.5. Concentración de las aguas de cola**

La operación consiste someter a las aguas procedentes de la anterior operación, que tienen un 8-12 % de sólidos de muy alto valor cualitativo (vitaminas, factores de crecimiento, etc), a una evaporación en dos o más fases y a baja presión, para obtener un concentrado pastoso que se adiciona a la torta de prensa para conseguir la valiosa *Harina integral* o *completa*, ya que lleva todos los componentes del pescado.

#### C.2.6. Secado de la torta

La *Torta de Prensa* llega al secador con un 35-45 % de agua, y tras el secado debe contener un máximo del 12 % (máximo comercial de humedad) para que la futura harina no fermente.

#### C.2.7. Molienda

En esta operación se muele la anterior torta de prensa para obtener un producto finamente particulado como son las harinas finales.

#### C.2.8. Curado y Transporte final

Antiguamente se ensacaba directamente después del molido, pero debido a la relativamente alta presencia de ácidos grasos altamente insaturados propios del pescado, hay peligro de que se recalienten al oxidarse y puedan polimerizarse. La harina seca y triturada se deja bajo techado, donde se oxidan los restos de aceite. Para reducir más el peligro de combustión espontánea en las bodegas del barco, legalmente se añaden mínimas cantidades de antioxidantes que desaparecerán después en los piensos.

Finalizada la operación de curado, la Harina de Pescado puede transportarse a granel en la bodega de barcos aunque los embarques a granel están siendo desplazados por la utilización de grandes sacos plásticos de varias toneladas de capacidad (*maxibag*) o sacos de varias hojas de papel de 40-50 kilos que permiten reducir olores, polvillo, humedades, etc. Más recientemente, se elabora la harina en forma de *pellets* que permite un manejo más fácil y una disminución de los problemas de polvo.

## D. ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA.

### OPERACIONES CON IMPACTO MEDIOAMBIENTAL SIGNIFICATIVO

Los principales efectos medioambientales que se pueden producir en las empresas de este sector son los siguientes:

- **Consumo de energía elevado**, especialmente en la operación de cocción.
- **Emisión de olores** en diferentes puntos.
- **Aguas residuales** con elevada carga orgánica y sólidos en suspensión, y en algunos casos con elevados niveles de conductividad y/o aceites y grasas. También hay vertidos debidos a las aguas de condensación de la materia prima que tienen elevados niveles de DQO y alta biodegradabilidad.

La producción de residuos sólidos no es en general importante, ya que se suelen aprovechar las materias sólidas para la fabricación de harinas o fertilizantes.

Dadas las diferencias entre los efectos medioambientales de las empresas de fusión de subproductos de carne y de pescado, los analizaremos por separado.

#### **D.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL**

- El **consumo de energía** es elevado, centrándose principalmente en la fase de calentamiento de la grasa y en la de separación sólido-líquido o líquido-líquido.
- **Los vertidos líquidos** provienen del agua de formación de la materia prima utilizada, siempre y cuando el vapor de agua para el calentamiento no se mezcle con la materia prima. Los vertidos de agua se producen en las siguientes fases: condensados de evaporación del agua de la materia prima durante el calentamiento, condensados de la desecación de las harinas, agua producida en la separación de la emulsión grasa-agua y aguas de limpieza de las instalaciones. Estos vertidos pueden tener altas concentraciones en aceites y grasas y sólidos en suspensión, que varían en función de la operación básica y alternativa tecnológica empleada.

- **Los residuos sólidos** se aprovechan casi en su totalidad para la fabricación de harinas o fertilizantes.
- Se pueden producir **oleros molestos** debidos a la descomposición de la materia orgánica producidos durante la fase de acopio y almacenamiento de la materia prima, así como en la fase de cocción-prensado.
- En general, son industrias que consumen poca cantidad de agua.

En la siguiente tabla aparecen valorados los efectos medioambientales producidos en cada una de las operaciones del proceso, lo que nos permite identificar las operaciones más importantes desde el punto de vista medioambiental y que serán las que posteriormente se analizarán más en profundidad desde el punto de vista de las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Recepción- almacenamiento.	• Olores producidos por el acopio de la materia prima	2º
Picado	• Ruidos. • Olores	N.S 2º
	• Olores	1º
	• Vertidos como resultado de los condensados y vapor fluente	1º
Cocción+prensado	• Ruidos	N.S.
	• Consumo de E. Térmica elevada en las calderas y desecadores.	1º
	• Consumo de E. Eléctrica cuando existan centrífugas.	1º
	• Consumo de E. Eléctrica	2º
Molturación	• Olores	NS
	• Ruidos	2º
Almacenamiento	• Olores.	N.S.
Limpieza de equipos e instalaciones	• Vertido de aguas residuales (con concentraciones que pueden ser importantes en grasas, sólidos en suspensión, detergentes, sosa) • Consumo de agua	1º 2º

## D.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

Los principales impactos medioambientales de este subsector son:

- **Consumo de energía** en el proceso de cocción.
- **Residuos Industriales Líquidos** (RIL) con altos contenidos en aceites y grasas y materia orgánica, que generalmente son aprovechados dentro del proceso productivo.
- **Olor.** El pescado, y sobre todo sus subproductos, se alteran con facilidad produciendo infinidad de sustancias volátiles que comunican el olor característico del pescado alterado. Este problema se acrecienta con las elevadas temperaturas del verano, periodo que corresponde además al de mayor volumen de producción por la disponibilidad de materia prima. De todas las sustancias volátiles, la *trimetilamina* es la sustancia que mayores problemas de olores presenta. Esta sustancia proviene de la reducción (microbiana, enzimática, etc) de su óxido, que es un componente natural exógeno y variable de la alimentación de todo pescado.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Transporte de la materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores derivados del manejo inadecuado de la materia prima o las condiciones de transporte</li> <li>• Aguas de sangre*</li> </ul>	2º NSº
Recepción de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores derivados del manejo inadecuado de la materia prima o las condiciones de transporte</li> <li>• Aguas de sangre*</li> </ul>	1º 2º
Trituración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores</li> <li>• Ruidos</li> <li>• Jugos de pescado</li> </ul>	NS NS 2º
Cocción-prensado	• Olores	1º
	• Vertidos procedente del prensado de la materia prima	1º
	• Ruido	2º
	• Consumo de E. Térmica en las calderas	1º
Separación aceite-solución acuosa-fango	• Olores	NS
	• Ruidos	NS
	• Vertidos	1º
	• Consumo de energía eléctrica	2º
Concentración	• Olores	1º
	• Vertido procedente de las aguas de condensación	1º
	• Consumo de energía térmica	1º
Secado de la torta	• Vertido procedente de las aguas de condensación	1º
	• Consumo de energía térmica	1º
	• Ruido	NS
Molturación	• Olores	NS
	• Ruidos	2º
Curado y Transporte final	• Polvo	1º
	• Olores	NS
Limpieza de equipos e instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertido de aguas residuales (con concentraciones variables en grasas, sólidos en suspensión, detergentes, sosa)</li> <li>• Consumo de agua</li> </ul>	1º 2º

- Líquidos sanguinolentos del pescado fresco. En España no tiene demasiada importancia por trabajar con subproductos

**E. TECNOLOGÍAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES.**

En este apartado se analizan las operaciones de cada proceso con mayor impacto ambiental, clasificadas de 1<sup>er</sup> o 2<sup>o</sup> orden, y para las que existan alternativas tecnológicas.

Para cada una de esas operaciones se recogen las alternativas tecnológicas existentes y se describe y evalúa su impacto medioambiental. En ocasiones no se describen alternativas tecnológicas relacionadas con distinta maquinaria o equipos, si no que se indican las distintas formas de realizar una operación y la manera más favorable desde el punto de vista medioambiental.

**E.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL**

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Recepción- almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores producidos por el acopio de la materia prima</li> </ul>	2º
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores</li> </ul>	1º
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertidos como resultado de los condensados y vapor fluente</li> </ul>	1º
Cocción+prensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruidos</li> </ul>	N.S.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de E. Térmica elevada en las calderas y desecadores.</li> </ul>	1º
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de E. Eléctrica cuando existan centrífugas.</li> </ul>	1º
Limpieza de equipos e instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertido de aguas residuales (con concentraciones que pueden ser importantes en grasas, sólidos en suspensión, detergentes, sosa)</li> <li>• Consumo de agua</li> </ul>	1º 2º

### **E.1.1. Recepción de la materia prima**

La materia prima que se recibe en la planta produce una serie de lixiviados procedentes de las aguas de constitución y un olor variable que depende del tipo de materia prima y de su estado de frescura.

Para evitar los efectos medioambientales comentados es necesario que la recepción se realice en una tolva de la que no fluyan los lixiviados y en un recinto cerrado y protegido del sol para evitar la degradación de la materia prima y los escapes de olor.

### **E.1.2. Coccion-prensado**

Como se explicó en el apartado de definiciones, existen operaciones que hemos catalogado como simples o como complejas. Esta operación es compleja, ya que dentro de ella se recogen varias operaciones simples.

Las alternativas tecnológicas de cocción se pueden agrupar en los cinco grupos que se indican a continuación:

- Sistema de fusión húmeda (proceso de presión discontinua). Prácticamente no existe ninguna planta en España que utilice este sistema.
- Sistema de fusión en seco discontinuo (Proceso atmosférico discontinuo, Batch).
- Sistema de fusión en seco continuo (Tratamiento atmosférico continuo, (Stork Duke).
  - Proceso atmosférico continuo (Sturd-Duke).
  - Proceso continuo a vacío (Cover Greefield).
  - Proceso de presión continua (Cover Grefield modificado).
- Sistema de fusión continuo a baja temperatura Alfa Laval, Desmet Wesfalia y Stord Bach. Muy pocas plantas en España utilizan este sistema.
- Fusión a baja temperatura y extracción de la grasa con disolventes. Esta técnica no se utiliza en España y por tanto no es TMU.

### **E.1.2.1. Fusión húmeda**

Este sistema se caracteriza por la realización de la fusión de la grasa de forma discontinua en autoclave. Como se representa en el diagrama de proceso, el autoclave o caldera de cocción se llena con las materias primas desmenuzadas, se cierra y se inyecta vapor de agua a presión hasta alcanzar 140°C y 361 Kpa. de presión. Tras 3 o 4 horas en estas condiciones, se disminuye paulatinamente la presión hasta alcanzar la presión atmosférica. La grasa fundida escurre por gravedad sin necesidad de energía y la fracción restante se prensa para extraer los restos de grasa líquida. La grasa líquida pasa al proceso de purificación, en el que se separa del agua y las partículas en suspensión mediante centrifugación o decantación.

El sistema de fusión en húmedo implica el calentamiento de la materia prima mediante contacto directo con el vapor de agua dentro del autoclave, y por tanto, el material fundido y los sólidos salen más cargados de humedad que en la fusión en seco. Como el agua debe ser eliminada de los dos productos obtenidos (grasa y harina), este sistema genera caudales superiores de agua residual y precisa de mayores consumos energéticos para su eliminación. Actualmente existen muy pocas instalaciones con esta tecnología.

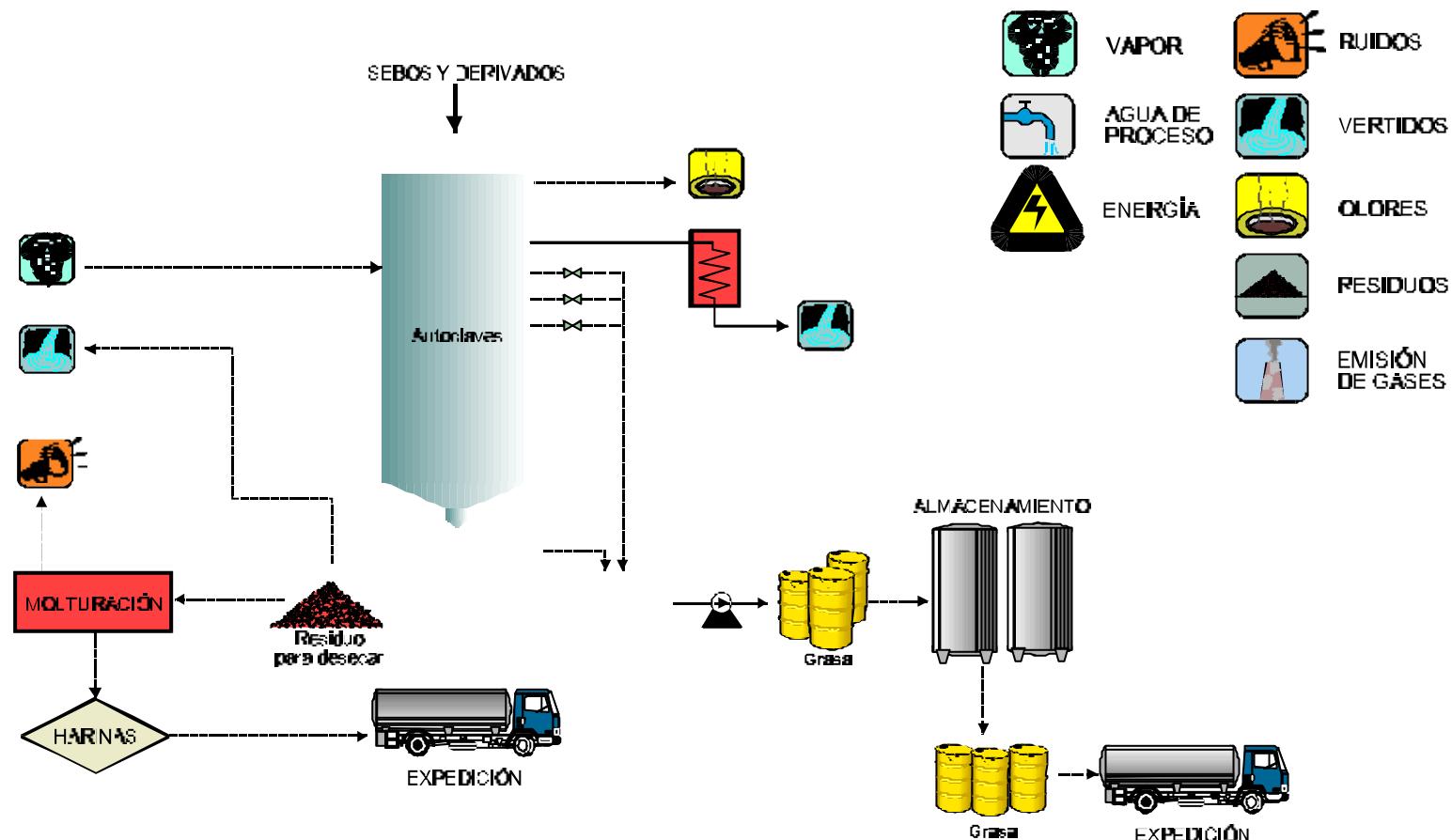


Figura 4.- Sistema de fusión húmeda

### **E.1.2.2. Fusión discontinua en seco**

La materia prima, triturada en trozos de menos de 50 mm, se introduce por lotes en una caldera de doble pared que se calienta con vapor de agua, de manera que los productos sometidos a fusión no se mezclan con el vapor. Dado que en estos sistemas se aprovecha generalmente la fusión para realizar también la operación de esterilización de las harinas marcada por la Normativa Comunitaria, se deben alcanzar las condiciones de temperaturas en la caldera de al menos 130 °C a una presión de 3 atm. durante 20 minutos ininterrumpidos. En la fase final de la operación, las válvulas de la caldera se dejan abiertas para permitir la salida del vapor generado por la materia prima. Una vez finalizada la fusión, parte de la grasa fluye libremente y los sólidos restantes se dirigen a la prensa para extraer la grasa residual.

Durante la fase de calentamiento, el vapor de agua no se mezcla con la materia prima como pasaba en la tecnología anterior, por lo que se producen dos líneas de vapor de agua con grados de contaminación muy diferente. La primera línea recoge el vapor utilizado en el calentamiento de la camisa de la caldera que tiene un grado de contaminación muy bajo, por lo que generalmente se suelen recuperar los condensados. La segunda línea recoge el agua de la materia prima que se evapora durante la fusión y que cuenta con una carga contaminante alta.

Como durante la cocción se produce una gran pérdida por evaporación del agua contenida en la materia prima, no es necesaria una fase de desecación de los sólidos.

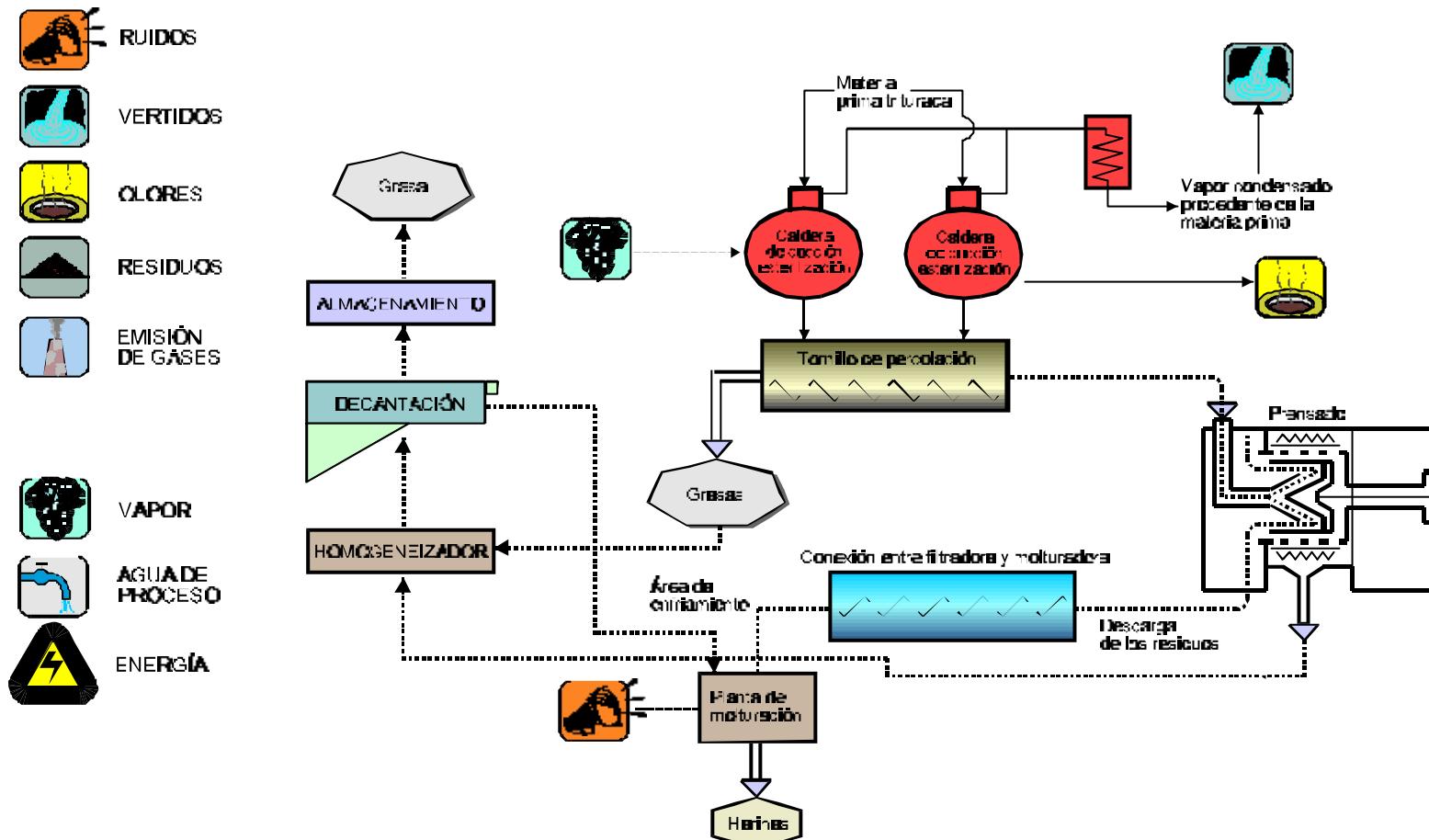


Figura 5.- Sistema de fusión discontinuo en seco

### **E.1.2.3. Fusión continua en seco**

El sistema se diferencia del de fusión discontinua en seco en el flujo de material de entrada y salida de la caldera de cocción, y en la presión a la que se realiza la cocción. El flujo de materia prima es continuo y materias primas se procesan a presión atmosférica.

La materia prima picada entra por un extremo de una caldera de doble pared, generalmente horizontal, se calienta en su interior durante un periodo variable, y sale por el otro extremo descargándose sobre un percolador. La materia sólida se prensa para separar la grasa residual y los restos sólidos.

Al igual que en la fusión en seco discontinuo, el vapor de agua de calentamiento no entra en contacto con la materia prima y se consigue un considerable ahorro energético con su reaprovechamiento posterior. Por otra parte, se consigue también la reducción del volumen de vertido de condensados en la fase de fusión.

Al trabajar en continuo se reducen las pérdidas de calor en las labores de carga y descarga, y la operación de fusión tiene una menor duración, consigiéndose una notable reducción en el consumo de energía con respecto a los sistemas discontinuos.

Dado que durante la fusión no se alcanzan las condiciones de presión requeridas por la legislación, es necesario que el chicharro sufra una esterilización posterior.

Una de las ventajas de los sistemas continuos es que es posible automatizar totalmente el proceso productivo, controlando en todo momento los parámetros de producción (especialmente la presión y la temperatura), y permitiendo optimizar el consumo energético.

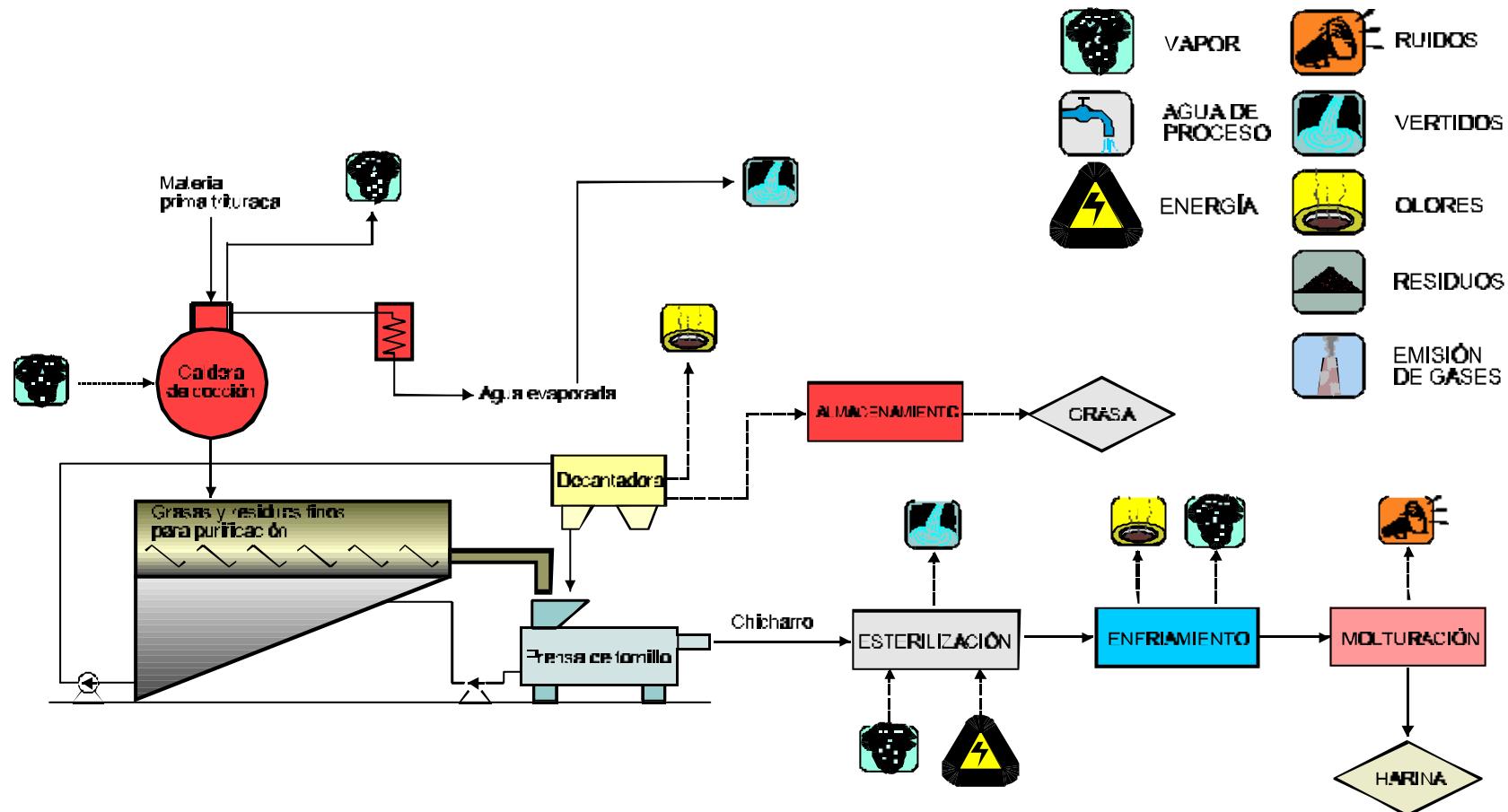


Figura 6.- Fusión seca en continuo

#### **E.1.2.4. Sistema continuo a baja temperatura**

Los sistemas continuos a baja temperatura se denominan también sistemas mecánicos de extracción de agua. Este sistema se utiliza fundamentalmente para la obtención de sebos y mantecas de alta calidad para alimentación. Para la fabricación de harinas es un sistema que está actualmente en desuso debido a las exigencias sanitarias de esterilización de las harinas y a que precisa materia prima de alta calidad.

Las materias primas desmenuzadas pasan a una caldera de cocción húmeda o seca, a baja temperatura (60-90 °C) durante un periodo relativamente corto (10- 30 minutos) en el cual se produce la rotura de las células y la liberación de parte de las grasas y el agua. El sebo fluido junto con el agua pueden extraerse por presión en una prensa continua, o separarse en sus tres componentes, agua, grasa y sólidos, en una única operación empleando una centrifuga de tres fases.

Sea cual sea el método utilizado para la separación sólido-líquido (filtro prensa o centrífuga de tres fases), los sólidos deben desecarse para eliminar su alto contenido en humedad. El calor residual del vapor utilizado, se recupera prácticamente en todos los sistemas modernos, ya sea para aportar calor a los evaporadores, o para precalentar la materia prima. Las temperaturas relativamente bajas de los sistemas modernos de separación mecánica permiten elaborar una grasa de alta calidad al tiempo que se reduce el consumo de energía en comparación con los métodos de fusión a alta temperatura (0,5 Kg de vapor por cada Kg de materia prima, frente a 1 Kg de vapor de agua por Kg de materia prima).

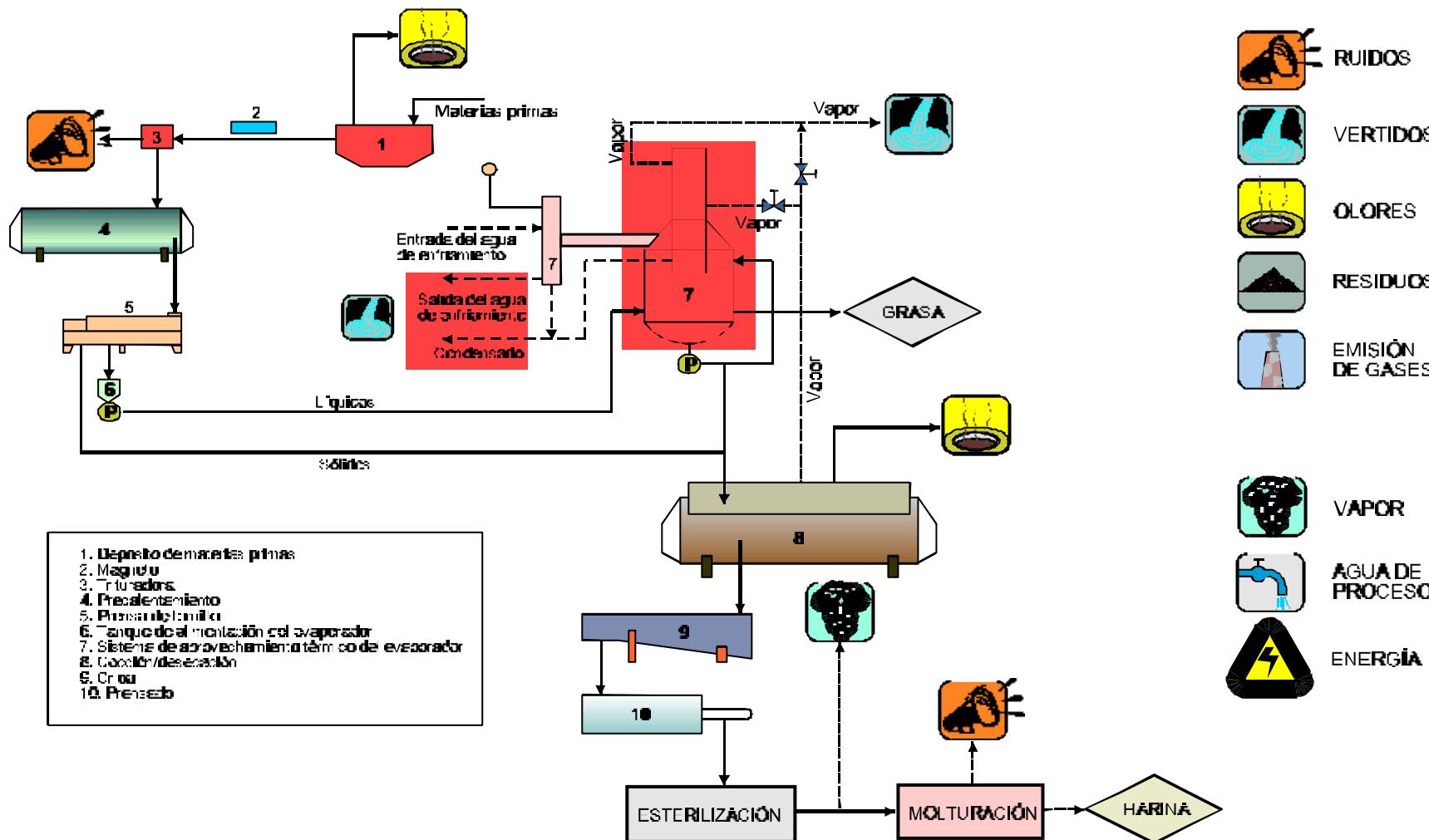


Figura 7.- Fusión a baja temperatura

## E.2. HARINAS Y ACEITES DE PESCADO

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
Recepción de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olores derivados del manejo inadecuado de la materia prima o las condiciones de transporte</li> <li>• Aguas de sangre</li> </ul>	1º 2º
Cocción-prensado	• Olores	1º
	• Vertidos procedente del prensado de la materia prima	1º
	• Ruido	2º
	• Consumo de E. Térmica en las calderas	1º
Separación aceite-solución acuosa-fango	• Olores	NS
	• Ruidos	NS
	• Vertidos	1º
	• Consumo de energía eléctrica	2º
Concentración	• Olores	1º
	• Vertido procedente de las aguas de condensación	1º
	• Consumo de energía térmica	1º
Secado de la torta	• Vertido procedente de las aguas de condensación	1º
	• Consumo de energía térmica	1º
	• Ruido	NS
	• Ruidos	2º
Curado y Transporte final	• Polvo	1º
	• Olores	NS
Limpieza de equipos e instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertido de aguas residuales (con concentraciones variables en grasas, sólidos en suspensión, detergentes, sosa)</li> <li>• Consumo de agua</li> </ul>	1º 2º

### **E.2.1. Recepción de la materia prima**

En zonas cercanas a poblaciones, el área de recepción debería estar cerrada para evitar escapes de olores y el sistema productivo organizado para evitar un almacenamiento prolongado.

En las zonas del Norte de España, donde las lluvias son copiosas es importante que el área de recepción y almacenamiento esté cubierto para evitar vertidos por lixiviación. En todo caso, la materia prima debería estar protegida de la acción directa del sol.

### **E.2.2. Cocción-prensado**

En España se utiliza de forma exclusiva la cocción continua en seco tal como se ha descrito anteriormente. En esta operación existe un sistema de optimización del consumo energético derivado de la implantación de sistemas de recuperación de los condensados del vapor de calentamiento en el cocedero y en la operación de secado. De esta forma se reduce el consumo energético y el impacto medioambiental global de la operación.

### **E.2.3. Separación aceite-solución acuosa**

Para separar las fases sólida, acuosa y lipídica se pueden utilizar dos sistemas:

- Centrífugas
- Decanters

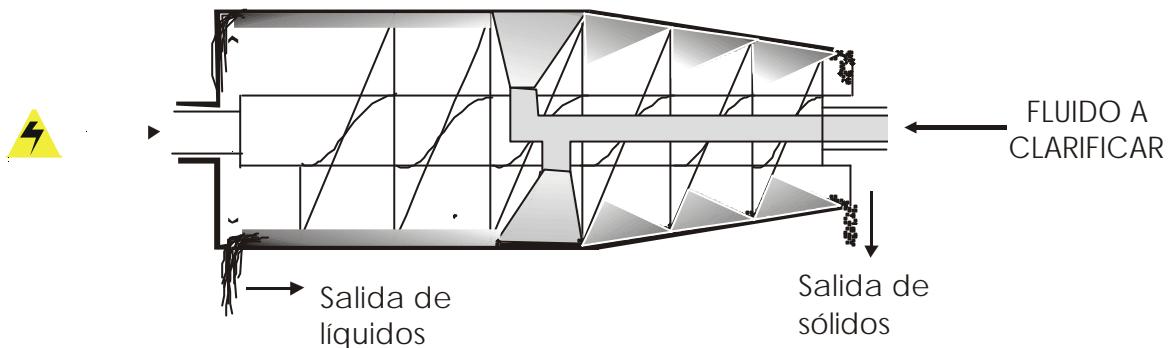
Las *centrífugas* (concretamente de los modelos de 3 fases) constituyen el sistema de separación tradicional, ya sea utilizando un aparato o varios en serie. Actualmente esta tecnología se está complementando o sustituyendo por *decanters*, que cumplen la misma función separadora, aunque de forma más efectiva.

El coste de inversión de los *decanters* es mayor que el de las centrifugadoras.

Los decanters pueden ser de 2 ó 3 fases. Las de tres fases permiten separar en una misma operación los sólidos, aceite y agua, mientras que con las de dos fases se separan primero

las fracciones sólida y líquida (aceite+agua) y posteriormente se vuelve a hacer otra separación con centrífuga o decanter de aceite y agua.

Actualmente el 85% de las empresas tienen *decanters* de 2 fases y el resto disponen de *decanters* de 3 fases.



**Figura 8.- Decanter de dos fases**

#### E.2.4. Concentración de las aguas de cola (stickwaters)

Las industrias reductoras de pescado que realizan la concentración de las aguas de cola para añadirlas posteriormente a las harinas de pescado (70% del total), utilizan el sistema de concentración por evaporación a baja presión y calentamiento del producto.

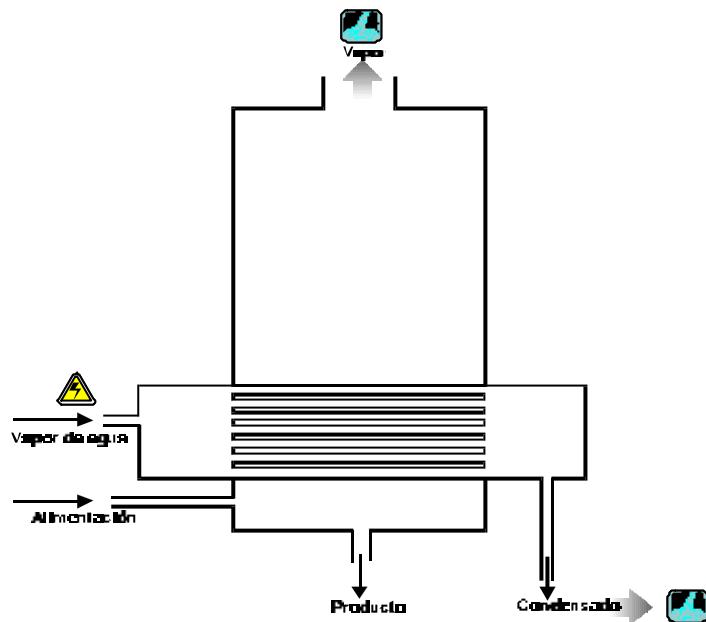
El realizar esta operación supone:

- un elevado consumo de energía térmica, necesario para realizar la concentración por evaporación
- producción de olores durante la evaporación al arrastrar una serie de substancias volátiles que producen olor, y
- un vertido de agua derivado del condensado de vapores que contienen alguna carga orgánica y olor.

Para la condensación de estos vapores se utiliza agua de mar al estar, generalmente, las plantas de producción situadas en la costa.



A continuación se muestra una figura de un evaporador de simple efecto:



**Figura 9.- Evaporador a vacío**

Las mejores Técnicas centran sus mejoras en la optimización del rendimiento energético de la operación de concentración por evaporación mediante la utilización de efectos múltiples.

*Evaporación de múltiples efectos*

Consiste en el aprovechamiento del vapor que sale de un evaporador en la calandria de un evaporador posterior. El sistema se puede repetir en el caso de que haya varias calandrias en serie. Al final el vapor es enviado a condensación. Existe además una fase inicial de precalentamiento del producto con el vapor de calentamiento de la calandria.

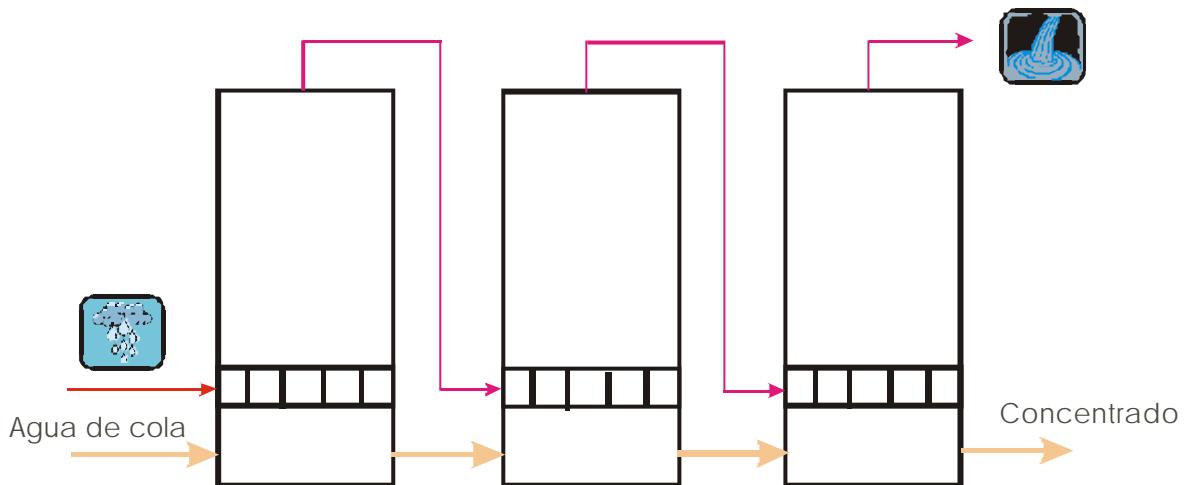


Figura 10.- Evaporador de múltiples efectos

#### **E.2.5. Secado de la torta**

Existen dos sistemas de secado de la torta prensada, el secador tradicional de corriente de aire caliente calentada con llama y el sistema de secado con vapor indirecto. El sistema tradicional es más económico desde el punto de vista energético, que el sistema de secado indirecto, pero con este último se obtienen harinas de mejor calidad debido a que las temperaturas alcanzadas durante el secado son menores.

En las plantas industriales de nuestro país los sistemas de secado con llama han sido completamente desplazados por los sistemas de secado por vapor indirecto.

Estos últimos constan de una carcasa giratoria metálica calentada indirectamente mediante vapor.

Las mejoras tecnológicas medioambientales derivan de la optimización energética de la operación mediante un sistema de recuperación de condensados y la recogida de los vapores del secado.

#### **E.2.6. Curado y Transporte final**

En general, los embarques a granel están siendo desplazados por la utilización de grandes sacos de plástico de varias toneladas de capacidad (*maxibag*) o sacos de varias hojas de papel, de 40-50 kilos, que permiten reducir olores, polvillo, humedades, etc.

Más recientemente, se elabora la harina en forma de *pellets* que permite un manejo más fácil y una disminución de los problemas de polvo.

## **F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTDS.**

### **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS**

En este capítulo se describe la metodología y los factores de evaluación de las Técnicas subsectoriales desde el punto de vista del impacto ambiental (directo o indirecto) del que son responsables, con el fin último de conseguir delimitar cuáles de ellas pueden considerarse como Mejores Técnicas Disponibles según lo establecido en la Directiva IPPC 96/61/CE. Desde este punto de vista, se realiza un primer cribado que permita concentrar nuestra atención en aquellas operaciones del proceso verdaderamente responsables del impacto producido por el conjunto.

Este cribado se realiza mediante la clasificación de cada una de las operaciones básicas de cada proceso productivo según el impacto medio ambiental producido sea de 1<sup>er</sup> orden, de 2º orden o no significativo.

Debido a lo anterior, se identifican alternativas tecnológicas para las operaciones con impacto medio ambiental de 1<sup>er</sup> orden o de 2º orden.

#### **F.1. METODOLOGÍA**

La metodología propuesta supone un método sistematizable para la evaluación integrada de la contaminación producida por las tecnologías de proceso utilizadas en estos momentos por los diferentes subsectores agroalimentarios. Por tanto, se centra en el análisis del proceso de fabricación y no pretende ser un estudio sobre las medidas correctoras aplicables a cada subsector o sobre los costes ambientales de las mismas.

Las Mejores Técnicas Disponibles deben de hacer referencia al origen mismo de la contaminación industrial, es decir, a las alternativas de proceso existentes para realizar una misma operación generando un producto final de calidad aceptable en el mercado. Sin embargo, habrá que tener en cuenta que muchas veces la utilización de las MTDs no será suficiente por si solas para salvaguardar el medio ambiente y que, por tanto, las medidas correctoras de depuración siguen siendo necesarias para cumplir los niveles máximos de carga contaminante permitidos por la legislación medioambiental aplicable.

Los “items” o factores que deben tenerse en consideración a la hora de analizar la bondad medioambiental de una tecnología, y que fueron validadas en su momento por las mesas de trabajo correspondientes se presentan en la siguiente tabla.

Como puede apreciarse en estas tablas, no sólo deben considerarse aspectos medioambientales a la hora de comparar técnicas, sino que deben tenerse en cuenta aspectos de calidad de producto y de costes, tal como se establece en la propia definición de MTD's recogida en la Directiva IPPC. Dentro del término viable no es razonable considerar aquellas técnicas que teniendo un impacto medioambiental mínimo no consiguen una calidad de producto final exigida por el mercado actual. Debemos de distinguir aquellas técnicas que estando totalmente desarrolladas en el sector, consiguen minimizar el impacto manteniendo la calidad del producto final a un coste de mercado. Por eso partimos del análisis de las tecnologías más utilizadas, ya que son estas las que reúnen estas dos premisas.

En las siguientes páginas se detallan cada una de estas tablas de items:

<i>Nº</i>	<i>Items de evaluación de BAT</i>	<i>Unidades de Cuantificación</i>	<i>Observaciones</i>
<b>1</b>	<b>Consumo de Recursos</b>		
1.1	Materias Primas	Kg Mat prim./Kg Producto transformado	NO CONSIDERADO
1.2	Materias Auxiliares	Kg Mat Aux./Kg Producto transformado	
1.3	Agua	M3 Agua consumida/Kg de producto transformado	
1.4	Energía eléctrica	Kw.h/Kg de producto transformado	
1.5	Energía Térmica	Termias/Kg de producto transformado BTUs/Kg de producto transformado Kcal .h/Kg de producto transformado	
<b>2</b>	<b>Emisiones y Residuos</b>		
2.1	Residuos Sólidos	Kg de Residuo tipo/Kg de materia prima procesada	NO CONSIDERADO t
2.2	Aguas Residuales	Caudal (m3/Kg materia prima procesada) Carga contaminante (Kg DQO o DBO5/Kg materia prima procesada) Toxicidad del influente (Unidades de Toxicidad, Equitox/m3 o EC50)	
2.3	Emisiones Gaseosas	Partículas sedimentables inmisión mg/m <sup>2</sup>	
2.4	Nivel Sonoro	Alto, Moderado o Bajo	
2.5	Olores	Alto, Moderado o Bajo	Aspecto muy importante en este tipo de industrias
<b>3</b>	<b>Calidad del Producto Final</b>		
	Producto Principal	Alta, Aceptable o Inaceptable	Se valora la calidad del producto respecto al estándar de mercado
	Subproductos	Alta, Aceptable o Inaceptable	NO CONSIDERADO.
<b>5</b>	<b>Experiencia acumulada</b>		
	Años de utilización en el sector	Años	Se considera la tecnología evaluada, no la operación en sí misma
	Extensión en su utilización en el sector	Generalizada o Puntual	Se referirá al sector industrial en nuestro país
	Posibilidad de Sustitución	Alta, Media o Ninguna	Se intenta reflejar si es una tecnología obsoleta o sigue todavía comercializándose. Importante para plantas existentes.
<b>6</b>	<b>Estudio de Costes</b>		
	Costes de Inversión	Ptas/Unidad de producción	Se referirán a una capacidad de procesado intermedia para cada tecnología
	Costes de Personal asociado	Horas hombre/Unidad de producción Cualificación específica	Se intenta reflejar la necesidad de personal asociada con cada tecnología

El estudio del impacto global de una tecnología no resulta simple debido a las dependencias existentes entre algunos de los “items” de valoración. Por ejemplo, en operaciones en las que el consumo de agua es un efecto de primer orden, una mejor técnica disponible sería aquella que optimizara el consumo de agua en la operación. Sin embargo, en los casos en los que el agua entra en contacto directo con el producto (lavados, escaldados, etc), un menor consumo de agua por unidad de producto se corresponde con un incremento en los parámetros que definen la contaminación del agua residual resultante (DQO, CE, SS), planteándose por tanto un problema de valoración.

Dada la frecuencia con la que esta situación se produce, consideramos importante resaltar dos aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de realizar la evaluación en estos casos:

En nuestras condiciones, debería resultar prioritario minimizar el consumo de un bien tan escaso con el agua

Generalmente es económica y técnicamente más viable depurar pequeños volúmenes de agua con elevada carga contaminante que elevados caudales con poca carga.

Por tanto, a igualdad de otros factores, consideraremos como MTD la tecnología que presente menores consumos de agua y energía, siempre que vaya asociada con un sistema de tratamiento que reduzca los niveles de carga orgánica del vertido final.

En operaciones donde el consumo de energía para calentamiento de la materia prima (escaldado, esterilización, pasterización, pelado) o de aguas de enfriado son importantes, se consideran relevantes aquellos sistemas que permiten la optimización del consumo energético y la recirculación de las aguas de enfriado.

Durante la fase de evaluación de alternativas nos hemos encontrado con tres casuísticas:

- Aquellas alternativas tecnológicas que destacan por la minimización **integral** de la contaminación producida o por aumentar innecesariamente el impacto medio ambiental sobre el medio, con respecto a las alternativas existentes.

- b) Aquellas alternativas tecnológicas que no destacan por la minimización o incremento innecesario de la contaminación producida, sino que realizándola de manera diferente sobre los diferentes medios (medio hídrico, suelo y/o atmósfera), pueden considerarse aceptables si sobre ellas se establecen las medidas de control suficientes.
- c) Aquellas tecnologías que a pesar de tener un impacto ambiental acusado, no pueden ser excluidas ya que constituyen la única alternativa tecnológica existente en la actualidad para el procesado de un cierto tipo de materia prima, o la única capaz de asegurar los niveles de calidad y/o costes de producción compatibles con el actual sistema de mercado. En estos casos, solo se considerará como tecnología aceptable cuando se articulen los sistemas que permitan asegurar el funcionamiento óptimo de la operación, la minimización de los efectos ambientales principales y lleve asociado los sistemas de control para corregir los impactos producidos.

Un simple análisis comparativo de los datos disponibles acerca de su funcionamiento y su forma de originar impacto, así como los datos cuantificados disponibles acerca del nivel de contaminación producido frente al de las demás alternativas, las identificará como mejores técnicas disponibles (MTD's) o “peores” técnicas disponibles.

Conviene, sin embargo, profundizar más sobre la manera de clasificar como MTD's aquellas tecnologías que sin tener una clara distinción sobre el resto por su bondad medioambiental, puedan considerarse como mejores tecnologías disponibles siempre que su nivel de optimización y control sea máximo. Por tanto, se trata de establecer las condiciones de operación bajo las cuales este tipo de técnicas pueden estar incluidas dentro de este grupo de MTD's.

Consideramos como medidas de control aquellas que permitan entre otras cosas:

- La optimización de los consumos en la operación (agua, materias auxiliares, energía)
- Automatización y control de la operación
- Recirculaciones de agua y recuperaciones de energía
- Adecuado aislamientos térmicos
- Implantación de buenas prácticas de gestión

La metodología propuesta se basa por tanto en un análisis semi-cuantitativo de las tecnologías disponibles más utilizadas. Se recopilan los datos existentes sobre cada una de ellas, pero sin caer en la relatividad de un análisis cuantitativo (que necesitaría información homogénea y comparable de cada una de las tecnologías, inexistente en la mayoría de los casos y muy difícil de conseguir). Hay que tener en cuenta que no hay dos procesos que se desarrollen exactamente igual dentro de un mismo subsector agroalimentario.

Por este motivo, se propone la realización de una evaluación descriptiva que intente identificar aquellas técnicas que claramente suponen ahorros medioambientales frente a sus alternativas tecnológicas, considerando también en dicha evaluación el grado de control de los parámetros de funcionamiento o la necesidad de que lleven asociadas sistemas de corrección del impacto producido.

## **G. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES**

En este apartado se pretende determinar las Mejores Técnicas Disponibles en aquellas operaciones más relevantes desde el punto de vista medioambiental. Además, siguiendo la definición de MTDs contemplada en la Directiva IPPC, también se ha tenido en cuenta otros aspectos como calidad de producto, viabilidad técnica y económica, etc.

### **G.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL**

#### **G.1.1. Transporte y almacenamiento**

Para evitar los problemas de olores en la plantase deberían utilizar vehículos adecuados para la recogida de la materia prima y organizar la producción de manera que se minimice el tiempo de almacenamiento de la materia prima antes de entrar en proceso. Tal como se comentará en el apartado de apartado *Técnicas de tratamiento y control de la contaminación depuración*, es importante un buen diseño del área de recepción, con el fin de poder recoger los lixiviados y evitar la salida de olores.

El *olor* generado por la alteración de los restos industriales de carne que llegan a las plantas, existen una serie de *Mejores Técnicas Disponibles* que permiten minimizar el impacto producido por este factor:

- ✓ Adecuada selección y conservación de los residuos de las industrias, antes de enviarlos a la Fábrica de Harinas.
- ✓ Almacenamiento en frío. Como la realidad dice que esto es impensable debido al bajo precio del subproducto, es más realista evitar calentamientos por la incidencia del sol, cercanía a las zonas de caldera y vapor, etc.
- ✓ Reducción de tiempos de almacenamiento y transporte.
- ✓ Transporte en vehículos adecuados y de un modo mas concreto con volquetes metálicos, rápidos, cerrados, lavables, etc.

- ✓ Adecuada limpieza de las instalaciones de descarga y almacenamiento (optimización del número y tiempos de limpieza, selección de detergentes adecuados, etc.).

### **G.1.2. Fusión**

A pesar de que el sistema de fusión seca en continuo permite reducir el consumo energético del proceso con respecto al sistema discontinuo (incluso teniendo en cuenta que el primero necesita una fase posterior de esterilización de las harinas), no se puede descartar la fusión discontinua como mejor técnica disponible debido a que este último sistema permite procesar distintas materias primas en lotes para producir grasas de distintas calidades.

Sea cual sea el sistema de fusión seca utilizado, y dado que en esta operación es en la que se produce el mayor consumo energético dentro del proceso, se considera *Mejor Técnica Disponible* en esta operación la recuperación de condensados, procedentes del vapor de calentamiento, gracias a la cual se logran ahorros energéticos muy importantes.

Además de la recuperación de condensados, también es mejor técnica disponible la recogida de todos los vapores procedentes de la materia prima durante la fusión y su adecuado tratamiento posterior (ver apartado *Técnicas de tratamiento y control de la contaminación depuración*).

### **G.1.3. Limpieza**

Para la limpieza de instalaciones existen una serie de *Buenas Prácticas* de carácter medioambiental que se pueden considerar como mejores técnicas de limpieza disponibles, ya que permiten reducir los consumos de agua, energía y productos de limpieza, así como los volúmenes y carga contaminante de los vertidos correspondientes.

Estas mejores técnicas son:

- 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.

## G.2. HARINAS Y ACEITES DE PESCADO

### G.2.1. Transporte y recepción de la materia prima

El hecho de que la mayor parte de la materia prima utilizada en España proceda de residuos industriales es una práctica medio ambientalmente mucho más correcta que la utilización de pescado fresco para la elaboración de harinas. Sin embargo, debido a que el fabricante de conservas, filetes, congelados, etc, considera estos subproductos como secundarios y no les presta la atención que sería deseable (rapidez de envío; beneficio del frío; selección por calidades, etc), se generan mayores problemas de olor con este tipo de materias primas. Este *olor* generado por la natural y fácil alteración de los restos industriales de pescado es quizás factor contaminante más característico de este tipo de industrias, aunque no por ello el de mayor importancia. Existen una serie de *Mejores Técnicas* que permiten minimizar este factor de impacto:

- ✓ Adecuada selección y conservación de los residuos de las industrias, antes de enviarlos a la Fábrica de Harinas.
- ✓ Almacenamiento en frío. Como la realidad dice que esto es impensable debido al bajo precio del subproducto, es más realista evitar calentamientos por la incidencia del sol, cercanía a las zonas de caldera y vapor, etc.
- ✓ Reducción de tiempos de almacenamiento y transporte.
- ✓ Transporte en vehículos adecuados y de un modo mas concreto con volquetes metálicos, rápidos, cerrados, lavables, etc.
- ✓ Adecuada limpieza de las instalaciones de descarga y almacenamiento (optimización del número y tiempos de limpieza, selección de detergentes adecuados, etc.).

En el caso que se consuma pescado fresco, muy poco frecuente en España, durante su transporte en los barcos se producen unas aguas de "sangre" en el fondo de la bodega de los barcos donde se almacenan decenas de toneladas de pescado. Estas aguas se deben aprovechar uniéndolas a las procedentes de la fase posterior de prensado, ya que contienen sólidos, escamas, sangre, etc., que pueden ser utilizables como harina.

#### G.2.2. Trituración

Los vertidos líquidos procedentes de los jugos del pescado que se separan del resto de la masa durante la trituración en los transportadores de rejilla perforada (unos 10 mm diámetro) tienen una gran carga orgánica y deben ser reaprovechados dentro de la empresa evitando su vertido.

En el apartado G.2.4, se define cual debe ser el manejo de las aguas de trituración y prensado.

#### G.2.3. Cocción-prensado

Se considera *Mejor Técnica Disponible* en esta operación la recuperación de condensados, procedentes del vapor de calentamiento, gracias a lo cual se logran ahorros energéticos muy importantes.

Además de la recuperación de condensados, también debe ser mejor técnica disponible la recogida de todos los vapores procedentes de la materia prima durante la fusión y su adecuado tratamiento posterior (ver apartado *Técnicas de Depuración Disponibles*).

#### G.2.4. Concentración de las aguas de cola

En primer lugar, las aguas de cola deben ser recogidas y reutilizadas dentro del proceso, evitando la generación de un vertido problemático desde el punto de vista medioambiental. La mayoría de las empresas que recogen estas aguas, utilizan el procedimiento de concentración y posterior adición del condensado a las harinas, que de esta manera aumentan su valor nutricional. En la operación de concentración, se considera *Mejor Técnica Disponible* la utilización de efectos múltiples para optimizar el consumo energético.

#### G.2.5. Limpieza de equipos e instalaciones

Ver Apartado G.1.3

## **H. TECNICAS DE DEPURACIÓN DISPONIBLES**

### **H.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL**

En este tipo de industrias, uno de los principales problemas medioambientales es la generación de olor derivada del tipo de materia prima utilizada y de las transformaciones que sufre a lo largo del proceso productivo. Además, se producen una serie de vertidos procedentes de la condensación de los vapores de las etapas de cocción de la materia prima y esterilización de las harinas, así como en las limpieza de camiones e instalaciones. Estos vertidos se caracterizan por tener una elevada carga orgánica, sólidos en suspensión y aceites y grasas.

Las empresas de este sector no presentan problemas de generación de residuos, ya que en la mayor parte de los casos, éstos se pueden utilizar dentro del propio proceso productivo.

Ambas fuentes de emisión deben ser tratadas adecuadamente para reducir al mínimo su impacto ambiental. El sistema básico de pretratamiento de emisiones atmosféricas y vertidos debería incluir los siguientes requisitos:

1. Cerramiento adecuado de la planta de producción y captación del aire interior de la planta y de los vapores efluentes para evitar que se pueda escapar el olor y los vapores.
2. Tratamiento de las emisiones en sus fracciones condensable e incondensable.

#### **H.1.1. Cerramiento de la planta de producción y sistemas de aspiración del aire interior**

Los equipos e instalaciones de producción deben situarse en locales cerrados y con posibilidad de realizar la aspiración del aire contenido dentro de la planta. La aspiración del aire puede realizarse de forma conjunta, o en separadamente en cada uno de los principales puntos de emisión de vapores y/o olores.

Los vapores recogidos de los equipos de cocción y esterilización, así como el aire aspirado de la planta deben ser tratados adecuadamente para recuperar los condensados y eliminar los olores molestos de la fracción incondensable.

### H.1.2. Sistema de tratamiento de las emisiones

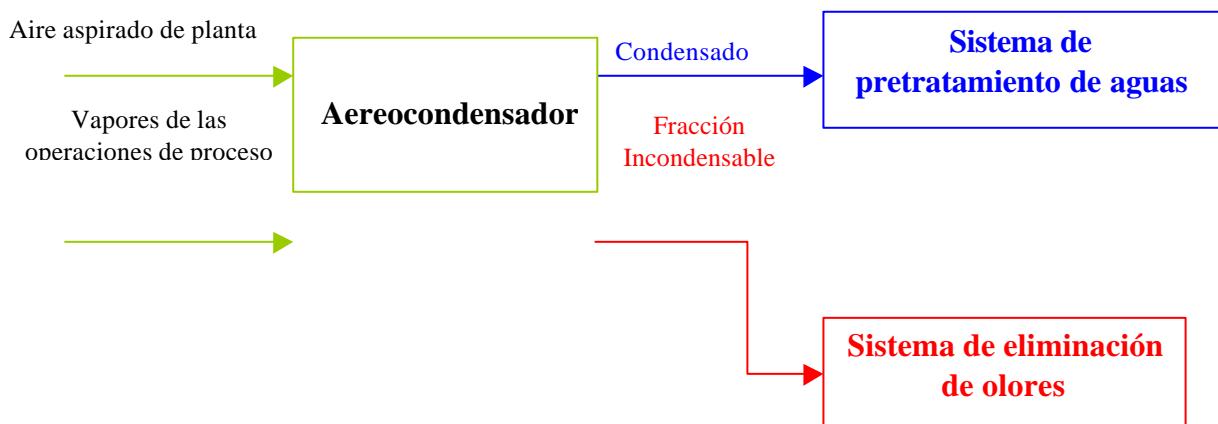
Existen dos grandes sistemas de tratamiento de las emisiones:

- los sistemas modulares (no integrales), compuestos por equipos específicos para las etapas de condensación, depuración de los condensados y eliminación de olores.
- el sistema integral basado en la oxidación térmica de las emisiones y recuperación de calor.

#### H.1.2.1. Sistemas modulares

En la figura siguiente se muestran las etapas principales de un sistema modular completo:

1. Condensación de la fracción condensable
2. Depuración de condensados (sólidos en suspensión, aceites y grasas, carga orgánica)
3. Eliminación de olores de la fracción incondensable



**Figura 11.- Fases principales de un sistema modular completo de eliminación de olores**

A continuación vamos a estudiar las alternativas tecnológicas existentes para cada una de estas fases.

### Condensación

Generalmente se utilizan aereocondensadores que utilizan como fluido refrigerante una corriente de aire exterior forzado por la acción de ventiladores.

### Reducción/eliminación de olores

La mayor parte de los sistemas que a continuación se proponen, para el tratamiento de la fracción incondensable, deben adaptarse a las características de emisión de cada instalación, especialmente en lo que se refiere a temperatura de salida de los gases y a los problemas que puedan generar las grasas.

#### *Lecho bacteriano*

Una vez eliminada la fracción condensable, el aire se hace pasar por un lecho bacteriano encargado de retener y descomponer las sustancias orgánicas causantes del olor. Estos sistemas exigen inversiones relativamente elevadas (100 Mptas). Para una instalación de alrededor de 120 m<sup>3</sup>/h aunque tienen un bajo coste de mantenimiento en recursos (agua necesaria para la humidificación de los gases y de electricidad para el movimiento del ventilador) y prácticamente nulo en personal. Son sistemas que presentan una elevada eficiencia (>95%) si están bien dimensionados y la flora microbiana está adaptada a las sustancias a eliminar.

#### *Sistemas de oxidación con Ozono*

Los sistemas de oxidación de los compuestos orgánicos responsables del olor, utilizan compuestos como el ozono (o el oxígeno) para realizar esta operación.

Estos sistemas tienen una elevada eficiencia cuando se ajustan los parámetros de la operación. Los costes de instalación de los equipos son bastante elevados. El coste de

mantenimiento de los equipos se centra fundamentalmente en la renovación de las lámparas generadoras, ya el coste energético de funcionamiento es relativamente bajo.

#### Carbón activo

Este sistema consiste en eliminar del aire las sustancias odoríferas del aire mediante su adsorción en carbón activo. El coste de implantación no es muy elevado y los costes de mantenimiento se derivan de la regeneración del carbón.

### Tratamiento de las aguas residuales

Los diferentes flujos de vertido de agua dentro de la planta (condensados del agua de formación de la materia prima, aguas de limpieza de la instalación, aguas de limpieza de los camiones de transporte) deben recibir un pre-tratamiento de depuración para reducir el efecto medioambiental. Respecto al marco legal, los sistemas de control y depuración de vertidos se ven influenciados por el punto al que vierte la empresa, ya que si el vertido se realiza a cauce público los límites son más restrictivos que si se realiza a un colector municipal, y por tanto los sistemas de tratamiento deben adecuarse para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos.

En este sentido se va a exponer lo que consideramos como un sistema básico (que no suficiente) de control y pretratamiento de las aguas residuales que deberían tener todas las empresas de este sector.

En algunas ocasiones este pretratamiento será suficiente para que las empresas puedan realizar sus vertidos dentro de los límites establecidos. En otras ocasiones, cuando el punto de vertido obligue a unos límites más restrictivos, se deberá complementar con sistemas de depuración y tratamiento más específicos como pueden ser sistemas biológicos de fangos activos, filtros percoladores, etc.

Este sistema de pretratamiento debe tener las siguientes etapas:

- Eliminación de sólidos (tamices, rejillas, tanques de sedimentación).

- Sistema fisico-químico de separación de grasas y sólidos por coagulación-floculación y posterior flotación.
- Balsa de homogeneización (aireada)
- Sistema de desinfección

**Sistema de desbaste** para la retención de los sólidos en suspensión. En primer lugar se instalará una reja de gruesos para retener los sólidos de mayor tamaño y posteriormente se debe colocar un sistema de separación de finos para los sólidos en suspensión de pequeña granulometría.

El paso de la reja de gruesos dependerá del tipo de residuos sólidos groseros que se presente en los vertidos de cada empresa.

**Sistema de homogeneización** que lamine, desde el punto de vista de volumen y de carga orgánica, los vertidos generados en las empresas.

Esta necesidad surge de la heterogeneidad de productos tratados por las empresas a lo largo de una jornada y de la variabilidad de las características analíticas de los vertidos que surgen de esta heterogeneidad de productos.

Este sistema también sirve de depósito de seguridad ante vertidos accidentales ocurridos en las industrias, ya que evita la llegada de los mismos al punto final de vertido.

El sistema de homogeneización ha de constar de una balsa con capacidad para acoger, como mínimo, el volumen de vertido producido en un turno de trabajo así como las puntas de caudal derivadas del proceso.

Para homogeneizar el vertido se puede utilizar un sistema de agitación o incorporar unos aireadores que a la vez que sirven de sistema de homogeneización del medio pueden contribuir a que disminuya la carga orgánica del vertido al proporcionar una elevada cantidad de oxígeno para el desarrollo de poblaciones de microorganismos aerobios. Son también recomendables los sistemas previos de decantación.

### Sistema físico-químico

Debe existir un tratamiento físico-químico de eliminación de las grasas y sólidos en suspensión. Habitualmente se utilizan para ello flotadores y balsas de decantación, respectivamente.

En cada caso habría que estudiar la posibilidad de la adición de coagulantes y floculantes en la operación de separación.

### **Sistema de desinfección**

Se debe disponer de un sistema de desinfección de las aguas residuales, para evitar la presencia de microorganismos patógenos en las aguas finales de vertido. En cada caso habrá que estudiar el método más adecuado (cloración, ozonización, radiación ultravioleta).

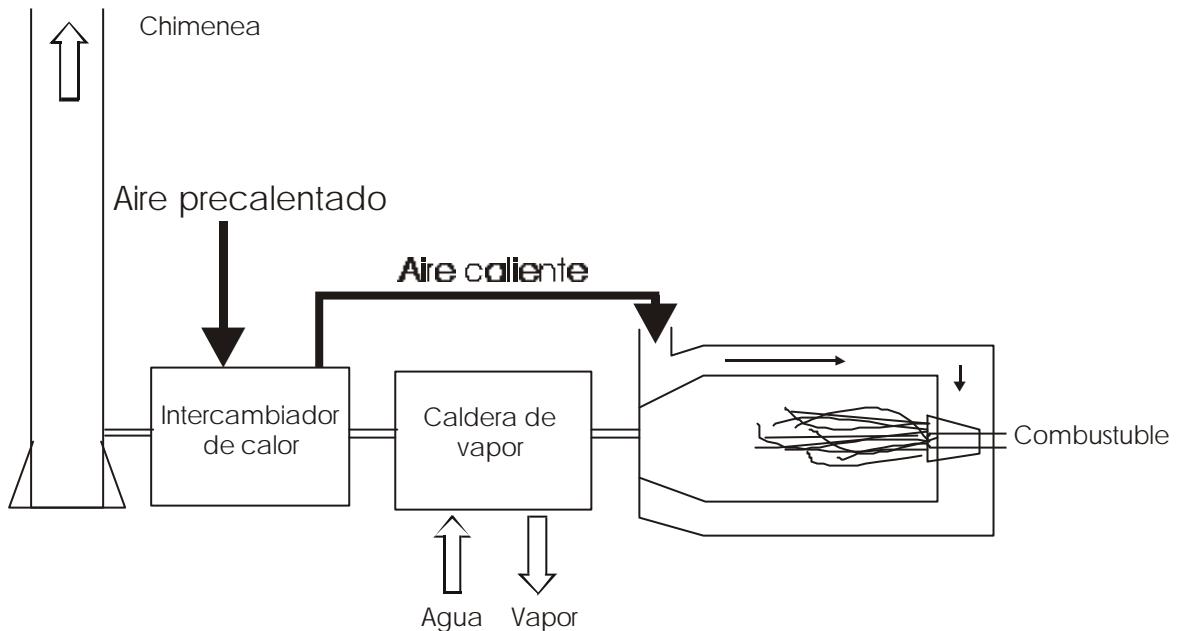
#### **H.1.2.2. Sistema integrado (oxidación térmica con recuperación de calor)**

El sistema integrado, consiste en recoger todas las fuentes de generación de olor y vapor fluente y utilizarlo como aire de alimentación en una caldera de combustión de gasoil y/o gas. Las elevadas temperaturas alcanzadas en la cámara de combustión (750-950 °C) destruyen los compuestos orgánicos causantes del olor. Los problemas medioambientales de estos sistemas de termodestrucción son muy similares a los de cualquier caldera de producción de vapor ya que los gases de emisión están mayoritariamente compuestos por CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. La eficiencia de eliminación de olores de este sistema es muy elevada (a menudo superior al 99%) y se hace innecesaria la fase de depuración de los vertidos derivados de la condensación.

El calor generado durante la combustión debe recuperarse mediante intercambiadores de calor, produciendo el vapor de agua necesario para el proceso productivo.

El coste de estos sistemas es muy elevado (> de 100 millones de pesetas), sin embargo, para estudiar la viabilidad económica del sistema hay que tener los costes de un sistema

alternativo tradicional, que deben incluir la recuperación de condensados, la eliminación de olores y la depuración de las aguas de vertido.



**Figura 12.- Sistema de depuración por oxidación térmica con recuperación de calor**

## H.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO

### H.2.1. Cerramiento y aspiración del aire interior de la planta

Los equipos e instalaciones de producción deben situarse en locales cerrados y con posibilidad de realizar la aspiración del aire contenido dentro de la planta. La aspiración del aire puede realizarse de forma conjunta, o en separadamente en cada uno de los principales puntos de emisión de vapores y/o olores.

Los vapores recogidos de los equipos de cocción, concentración de las aguas de cola y desecación de harinas, así como el aire aspirado de la planta deben ser tratados adecuadamente para recuperar los condensados y eliminar los olores molestos de la fracción incondensable.

### H.2.2. Sistema de tratamiento de las emisiones

Los diferentes flujos de vertido de agua residual dentro de la planta (condensados del agua de formación de la materia prima, aguas de limpieza de la instalación, aguas de limpieza de los camiones de transporte) deben recibir un pre-tratamiento de depuración para reducir el efecto medioambiental. En todos los casos las empresas vierten al mar, al estar situados cerca de la costa, por lo que los límites de emisión están condicionados por este hecho.

En este sentido se va a exponer lo que consideramos como un sistema básico de control y pretratamiento que deberían tener, por las características generales de sus aguas residuales, todas las empresas de este sector. En algunas ocasiones, se deberá complementar con sistemas de depuración y tratamiento más específicos como pueden ser sistemas biológicos de fangos activos, filtros percoladores, etc. Este sistema de pretratamiento debe tener las siguientes etapas:

- Eliminación de sólidos (tamices, rejillas, tanques de sedimentación).
- Sistema físico-químico de separación de grasas y sólidos por coagulación-floculación y posterior flotación.
- Balsa de homogeneización (aireada).

**Sistema de desbaste** para la retención de los sólidos en suspensión. En primer lugar se instalará una reja de gruesos para retener los sólidos de mayor tamaño y posteriormente se debe colocar un sistema de separación de finos para los sólidos en suspensión de pequeña granulometría.

El paso de la reja de gruesos dependerá del tipo de residuos sólidos groseros que se presente en los vertidos de cada empresa.

### **Sistema físico-químico**

Debe existir un tratamiento físico-químico de eliminación de las grasas y sólidos en suspensión. Habitualmente se utilizan para ello flotadores y balsas de decantación, respectivamente.

En cada caso habría que estudiar la posibilidad de la adición de coagulantes y floculantes en la operación de separación.

**Sistema de homogeneización** que lamine, desde el punto de vista de volumen y de carga orgánica, los vertidos generados en las empresas.

Esta necesidad surge de la heterogeneidad de productos tratados por las empresas a lo largo de una jornada y de la variabilidad de las características analíticas de los vertidos que surgen de esta heterogeneidad de productos y de los distintos acabados de los mismos.

Este sistema también sirve de depósito de seguridad ante vertidos accidentales ocurridos en las industrias, ya que evita la llegada de los mismos al punto final de vertido.

El sistema de homogeneización ha de constar de una balsa con capacidad para acoger, como mínimo, el volumen de vertido producido en un turno de trabajo así como las puntas de caudal derivadas del proceso.

Para homogeneizar el vertido se puede utilizar un sistema de agitación o incorporar unos aireadores que a la vez que sirven de sistema de homogeneización del medio pueden contribuir a que disminuya la carga orgánica del vertido al proporcionar una elevada cantidad de oxígeno para el desarrollo de poblaciones de microorganismos aerobios. Son también recomendables los sistemas previos de decantación.

### **H.2.3. Eliminación de olores**

La mayor parte de las factorías realizan un lavado de los vapores con duchas de agua de mar a la salida de las chimeneas. Este método no tiene una eficiencia de eliminación de olores muy elevada y por tanto solo llega a atenuar la intensidad final del olor.

#### **H.2.3.1. Quemadores con recuperación de energía**

Los quemadores de gases situados en la chimenea son mejor técnica de depuración de gases, siempre y cuando dispongan de recuperadores de calor tras el quemador, que permitan optimizar los consumos energéticos de la operación.

La temperatura alcanzada en la combustión ( $>800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) permite una gran eficiencia en la oxidación de las sustancias causantes del mal olor. Existen también sistemas catalíticos que permiten realizar la combustión a menores temperaturas ( $<300^{\circ}$ ) y

Los sistemas descritos en algunos casos pueden ser suficientes para disminuir de forma considerable la contaminación asociada a las aguas residuales y los olores generados, pero en todo caso, en este apartado solo se ha descrito un sistema de control y pretratamiento que debe ser modificado o ampliado en función de la especificidad del vertido de cada empresa y de la fragilidad del medio receptor.

Es importante considerar la conveniencia de que las empresas dispongan de los medios y sistemas adecuados que permitan conocer los caudales de agua consumidos y los caudales vertidos, así como el poseer equipos propios de toma de muestras capaces de obtener de forma periódica muestras integradas de una jornada laboral.

La utilización de estos equipos junto con una serie de métodos analíticos semicuantitativos que permitan determinar los principales parámetros de un vertido (pH, DQO y SS) ofrecerán una valiosa información relativa a las características analíticas del vertido, su evolución temporal, los caudales vertidos, la efectividad de sus sistemas de tratamiento y, finalmente, si la empresa ha adoptado medidas de minimización podrá conocer los avances realizados en este sentido.

## **I. TÉCNICAS EMERGENTES**

Las estrictas condiciones de producción aplicables a este sector y la evolución tecnológica de algunas empresas del sector hace que existan pocas técnicas emergentes en el mercado que permitan una disminución global del impacto ambiental y que no hayan sido citadas ya en el apartado anterior de Mejores Técnicas Disponibles.

En este caso, las técnicas emergentes dentro del sector se basan fundamentalmente en la mejora de la eficiencia energética derivada de la automatización del control de los parámetros del proceso.

### **I.1. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO**

La automatización de los parámetros de proceso y de la producción se presenta como una de las innovaciones tecnológicas que permiten optimizar el rendimiento energético global de la actividad en comparación con el control manual o semiautomático que se produce en muchas industrias del sector. La automatización permite disminuir los fallos humanos en el control del cumplimiento de los requisitos legislativos respecto a las condiciones de presión y temperatura necesarios durante el proceso.

## **J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este tipo de industrias, la consideración del olor como uno de los principales efectos medioambientales de las industrias que se estudian en este documento depende en gran medida del grado de cercanía a zonas habitadas. De esta manera, una industria situada en una zona aislada, a pesar de que debe tener los correspondientes sistemas de reducción de olores, tiene unos niveles de exigencia con respecto a este parámetro menores de los que tendría una empresa situada cerca de un núcleo urbano, que requeriría sistemas con mayor eficiencia.

En cuanto a los parámetros de vertido de aguas residuales, la determinación exacta de los límites de emisión para cada operación o en el mejor de los casos los límites de emisión finales del proceso en su conjunto, es un tema de gran complejidad dado que:

- Para algunas operaciones, existe una dependencia inversa entre el volumen de agua consumida y la concentración de los parámetros de vertido de las aguas residuales resultantes.
- Las características del vertido dependen en gran medida del tipo de materia prima procesada.
- Incluso dos industrias que utilicen las mismas materias primas y elaboren los mismos productos tendrán aguas residuales con distintas características debido a la versatilidad de los procesos y a los distintos manejos y modos de operación.
- Los límites de vertido de las aguas residuales de un establecimiento dependen de las características del medio receptor considerando que en algunas ocasiones,
  - las empresas pueden verter sus aguas residuales tras un pretratamiento adecuado a colectores municipales que dispongan de una EDAR
  - las empresas deben depurar sus aguas hasta niveles mucho más restrictivos cuando vierten a cauce público.

Por estas razones, en este documento no se fijan límites de emisión, sino que se toma como referencia lo establecido en la normativa vigente.

### Coste de adaptación tecnológica

A continuación se determina el coste de adaptación tecnológica del sector a aquellas Mejores Técnicas Disponibles identificadas en el presente documento y cuyas actuaciones puedan ser cuantificables.

#### Fabricantes de grasas y harinas animales

##### *Cerramiento de las zonas en las que se generan olores y aspiración del aire interior*

Para asegurar un buen control de las emisiones de olores, es preciso que las plantas dispongan de un cerramiento que minimice los escapes de olores y permita realizar una aspiración eficaz del aire de la planta. Este tipo de actuación es difícilmente valorable, pues depende en gran medida del tamaño, tipo y distribución de la instalación.

Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)	Nº de empresas	Total (mill. de ptas.)
20 <sup>(*)</sup>	80	<b>1.600</b>

(\*) valor aproximado ya que es muy dependiente del tamaño y tipo de construcción de la planta

##### *Sistema de pretratamiento de vertidos aguas residuales y emisiones a la atmósfera*

Como se describe en el apartado de técnicas de depuración disponibles, se establecen varios sistemas para el tratamiento de las aguas residuales y los olores. Existen sistemas que permiten una solución integrada de ambos factores (oxidación térmica con recuperación de calor) y sistemas para el tratamiento específico de cada uno de ellos. Dado que la idoneidad de un sistema u otro de depuración es muy dependiente de las características de la planta se calculará el coste de adaptación tecnológica para el caso de un sistema integral de oxidación térmica con recuperación de calor.



<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
70	90	<b>6300</b>

*Sistemas de autocontrol medioambiental*

Como se ha comentado en el apartado anterior, las empresas deben disponer de los equipos necesarios para poder efectuar la vigilancia y control de los parámetros más problemáticos de sus vertidos y emisiones, así como para cuantificar los consumos de agua y energía.

<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
4	96	<b>384</b>

### **Fabricante de harina y aceite de pescado**

*Cerramiento de las zonas en las que se generan olores y aspiración del aire interior*

Para asegurar un buen control de las emisiones de olores, es preciso que las plantas dispongan de un cerramiento que minimice los escapes de olores y permita realizar una aspiración eficaz del aire de la planta. Este tipo de actuación es difícilmente valorable, pues depende en gran medida del tamaño, tipo y distribución de la construcción.

<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
20 <sup>(*)</sup>	15	<b>300</b>

*(\*) valor aproximado ya que es muy dependiente del tamaño y tipo de construcción de la planta*

*Sistemas de eliminación de olores.*

Solo lo tienen 2-3 empresas a nivel nacional disponen de sistemas de eliminación de olores adecuados. El resto de establecimientos solo disponen de duchas con agua de mar como todo sistema de depuración de olores. Aunque la oxidación térmica de gases con recuperación de calor no tiene por qué ser la solución más adecuada para todos los empresas del subsector, el coste de adaptación tecnológica se calculará para este sistema.

<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
20	13	<b>260</b>

Los quemadores tienen una eficiencia de eliminación de olores superior al 95%.

*Concentración de las aguas de cola*

La recuperación y concentración de las aguas de cola se plantean como la mejor medida para reducir al máximo el volumen de aguas residuales y para maximizar el aprovechamiento de la materia prima y la calidad alimenticia de las harinas obtenidas. Un tercio de las empresas existentes no disponen de sistemas de concentración de las aguas de cola. Esta actuación consiste en la instalación de un sistema colector de las aguas de cola y la instalación de un sistema de concentración por evaporación de múltiples efectos.

<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
75	5	<b>375</b>

*Sistema de pretratamiento de aguas residuales*

Ninguna empresa dispone de un sistema adecuado de pretratamiento de sus aguas residuales (aunque algunas están en fase de estudio para su implantación). El volumen y la composición de las aguas residuales varía considerablemente en función de que se reaprovechen o no las aguas de cola. La recuperación de las aguas de cola, que es Mejor Técnica Disponible, hace que la dimensión y componentes del sistema de pretratamiento de agua necesario sea mucho menor que en el caso de que no se recuperaran.

<b>Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Total (mill. de ptas.)</b>
30	15	<b>450</b>

*Sistemas de autocontrol medioambiental*

Como se ha comentado en el apartado anterior, las empresas deben disponer de los equipos necesarios para poder efectuar la vigilancia y control de los parámetros más problemáticos de sus vertidos y emisiones, así como para cuantificar los consumos de agua y energía.

Coste unitario de la actuación (mill. de ptas.)	Nº de empresas	Total (mill. de ptas.)
4	15	60



**ANEXO I.- Legislación aplicable al sector**

**Normas generales en materia medioambiental****1. Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.**

La presente Directiva dispone, a nivel comunitario, las medidas necesarias para reducir y prevenir los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (atmósfera, agua y suelo). Este control global se realiza evitando la contaminación mediante un sistema de autorización previa, que sólo se concederá cuando se hayan tenido en cuenta criterios de protección integral del medio ambiente al realizar el proyecto de instalación de la industria.

**2. Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre. Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.**

Reglamento de intervención, regula, con el carácter de mínimo, las actividades molestas, insalubres, nocivas, y peligrosas. Tiene por objeto evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenes, produzcan incomodidades, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del medio ambiente y ocasionen daños a las riquezas pública o privada o impliquen riesgos graves para las personas o los bienes; de ahí su calificación como Reglamento de intervención administrativa.

Contenido. Regula el procedimiento para la concesión de licencias para todas aquellas actividades comprendidas en el “*Nomenclátor*” adjunto (anexo I), determinándose, en base a su calificación como molestas, insalubres, nocivas o peligrosas, exigencias adicionales contempladas en el Reglamento.

**3. Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establece normas para la aplicación del Reglamento (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales.**

Incorporando al ordenamiento interno español el Reglamento comunitario citado, la auditoría medioambiental se concibe como un instrumento de gestión, de carácter voluntario para la empresa, dirigido fundamentalmente hacia la actividad de la misma (procesos productivos), evaluando ésta, con la finalidad de proteger el medio ambiente.

#### **4. Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia medioambiental.**

La presente Ley proclama y reconoce el derecho (por otra parte, ya indirectamente contemplado en los artículos 35 y 37 de la Ley 30/1992) de acceso a la información ambiental que esté en poder de las administraciones competentes, trasponiendo la normativa comunitaria en la materia; este derecho se reviste de dos caracteres que lo distinguen:

- La no necesidad de acreditar un interés determinado.
- La garantía de confidencialidad sobre la persona que lo ejerza.

## I. AIRE.

### **1. Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.**

Norma que inició, en la práctica, el desarrollo consciente de la ordenación jurídica española en materia de medio ambiente, determinando (entonces inicialmente) su carácter sectorial, se redacta en respuesta a la contaminación/saturación del medio atmosférico provocada, ya entonces, fundamentalmente por la emisión descontrolada de agentes contaminantes. Por ello, tiene como objeto “prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que las produzcan”, que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes.

### **2. Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.**

En virtud de lo dispuesto en la Ley de Protección del ambiente atmosférico, su Reglamento incide en los aspectos prácticos de la misma, desarrollando, en esencia, las dos cuestiones básicas en materia de contaminación atmosférica:

- Calidad del aire:
- Normas de inmisión.
- Red Nacional de vigilancia y prevención.
- Zonas de atmósfera contaminada.
- Emisiones contaminantes:
- Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.
- Límites (provisionales) de emisión autorizados.
  - Normas de instalación, ampliación, modificación, localización, autorización, funcionamiento y control de las actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

## II. AGUA.

### **1. Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

La presente Ley pretende, acorde con los principios constitucionales inspiradores, orientar la concepción "pública" del agua como recurso (tanto la superficial como la subterránea), armonizando la legislación civil en la materia con la administrativa, y adecuándola a la nueva organización territorial del Estado. Cita, asimismo, los ámbitos de actuación relacionados con el agua: Política Hidráulica -planificación hidrológica y dominio público hidráulico-, Protección del Medio Ambiente, así como Ordenación del Territorio, a los que parece que habría que añadir, debido al carácter "económico" del agua (recurso natural escaso, indispensable..., irremplazable..., vulnerable...) su genérica planificación dentro de la actividad económica. Todo ello provoca una muy fina delimitación de las competencias que nuestro Ordenamiento Jurídico reserva a cada una de las Administraciones Públicas, materia merecedora de un profundo tratamiento, pero ajeno a los propósitos de esta recopilación.

### **2. Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

Reglamento de desarrollo de La Ley 29/85, de Aguas, en lo referente a la utilización del Dominio Público Hidráulico, delimitando las figuras en que se concreta la misma, su régimen fiscal, así como el régimen de infracciones y sanciones.

A destacar el tratamiento realizado sobre los vertidos. Toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico y, en particular, el vertido de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales, requiere autorización administrativa. Se establecen relaciones de sustancias contaminantes, para eliminar (o cuanto menos reducir, según la categoría) los efectos nocivos de las mismas en su medio receptor, protegiéndose especialmente los acuíferos subterráneos, autorizándose, caso puedan afectar a los mismos, sólo aquellos vertidos que, mediante estudio hidrogeológico, aseguren su inocuidad en la graduación establecida. Se

condiciona asimismo el establecimiento de instalaciones industriales a la obtención de la preceptiva autorización de vertido, en su caso.

Régimen Económico del Vertido. Sigue el principio "*quien contamina, paga*", que implica que los costes (económicos, sociales, ambientales...) que provoca el vertido sean pagados por el causante de la actividad. En función de lo anterior, el Reglamento desarrolla el denominado "Canon de Vertido", exacción periódica percibida por los Organismos de Cuenca, configurando su régimen y, particularmente, el método para su cálculo.

### **3. Real Decreto 484/1995, de 7 de abril. Medidas de regularización y control de vertidos**

Este Real Decreto pretende fundamentalmente dos objetivos. En primer lugar, alcanzar el ordenamiento definitivo de los vertidos existentes a través de "planes concretos de regularización" llamados a conseguir, mediante una serie de actuaciones programadas en el tiempo, el adecuado tratamiento de todo vertido. Las correspondientes autorizaciones definitivas tendrán, lógicamente, carácter temporal y renovable, previas las comprobaciones necesarias que aseguren en todo caso el cumplimiento por sus titulares de las obligaciones que les imponen. En coherencia con las medidas de regularización que se establecen, la inviabilidad de un vertido, ya sea debida a las características del mismo, a su defectuoso tratamiento o al incumplimiento de las previsiones correctoras, motivará su suspensión o clausura sin perjuicio de la adopción de las demás medidas contenidas en la norma.

### **4. Orden de 23 de Diciembre de 1986 por la que se dictan normas complementarias en relación con las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.**

Disposición promulgada para regularizar la situación legal y administrativa de determinados sujetos pasivos causantes de vertidos directos a cauces públicos, o que eliminan sus aguas residuales mediante su extensión por el suelo o inyección en el subsuelo.

**5. Orden de 12 de noviembre de 1987 sobre Normas de Emisión, Objetivos de Calidad y Métodos de Medición de Referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.**

En desarrollo de lo dispuesto en el artículo 254 del Real Decreto 849/1986 que aprueba el Reglamento para el Dominio Público Hidráulico, e incorporando la Normativa Comunitaria al Derecho Interno Español, determina (en sus anexos), y para cada sustancia considerada:

- Normas de Emisión.
- Objetivos de Calidad.
- Método de medición de Referencia.
- Procedimientos de control para objetivos de calidad.

**6. Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.**

La presente Ley modifica la Ley de Aguas de 1985, a fin de adecuarla a las actuales necesidades y lograr una plena integración en la Unión Europea. Esta Ley otorga la máxima protección a este recurso natural considerado como un bien medioambiental.

En el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de la presente Ley, el Gobierno dictará un Real Decreto legislativo en el que se refunda y adapte la normativa legal existente en materia de aguas.

### **III. RESIDUOS**

#### **1. Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.**

Norma básica en materia de residuos, tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización.

En particular, establece:

Obligaciones relativas ala puesta en el mercado de productos generadores de residuos.

Determinaciones en cuanto a la producción, posesión y gestión de los residuos (incluidos los residuos urbanos y los peligrosos)

Normas específicas sobre la producción y gestión de los residuos peligrosos

Instrumentos económicos en la producción y gestión de residuos

Regulación de los suelos contaminados. Declaración y reparación.

Actuaciones de inspección y vigilancia.

Responsabilidad administrativa. Régimen sancionador.

#### **2. Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos**

Reglamento en ejecución de la ya derogada Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos, subsiste en cuanto no se oponga a lo dispuesto por la Ley 10/1998, de residuos (artículos 21 a 24 de la Ley), que regula, particularmente:

- Producción de registros peligrosos
- Gestión de residuos peligrosos
- Registro y medidas de seguridad
- Situaciones de emergencia

### **3. Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.**

La presente Ley, incorporando al efecto lo dispuesto por la normativa comunitaria, tiene por objeto establecer un marco general de control de los residuos de envases, para lo cual regula, a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, el impacto ambiental que puedan presentar los envases, al tiempo que gestiona los residuos que sobre estos se generan. La Ley presenta como doble objetivo la prevención de la producción de residuos de envases, así como la valorización de los residuos de envases, con la finalidad de evitar o reducir su eliminación.

### **4. Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.**

Norma de desarrollo de la Ley 11/1997, posibilita la adecuada aplicación de ésta, y, en particular, la participación e implicación empresarial en la consecución de los fines y objetivos que la Ley establece.

En particular, la norma establece:

Desarrolla el concepto de envase establecido por la Ley, determinando, especialmente, productos excluidos e incluidos en la consideración de envases.

Identifica y determina diferentes obligaciones empresariales para el cumplimiento de dichos objetivos, y, en particular,

- Establece para los envasadores la obligación de elaborar Planes empresariales de Prevención (en función de cantidades fijadas de residuos de envases)
- Individualiza el deber de comunicar a la administración información sobre envases y residuos de envases.

Establece, voluntariamente, un sistema de marcado e identificación, en el envase, de los materiales que lo conforman.

Requisitos técnicos básicos sobre la composición y naturaleza de los envases

Sistemas integrados de Gestión (SIG). Desarrolla su régimen de funcionamiento y financiación, articulando mecanismos que posibiliten el seguimiento de su actuación.

Sistemas de depósito, Devolución y Retorno (DDR). Desarrolla su utilización, sujetándola a una previa comunicación.

## ANEXO II.- Bibliografía

- H.W Ockerman; C.I. Hansen. **“Industrialización de subproductos de origen animal”**. ACRIBIA, S.A. 1994
- J.M. Dalzell **“Food Industry and the Environment”** Blackie Academic & Professional. 1994.
- A.M. Pearson y T.R. Dutson. **“Edible Meat By-products Advances in meat research”** volumen 5 y 8, Elsevier Applied Science (1988).
- En el subsector de fabricación de aceites y harinas de pescado: Información suministrada por el profesor Dr. Francisco López Capont en representación de la Asociación Española de Fabricantes de Harina de Pescado (Madrid) conjuntamente con INFOMA y la Corporación CORPESCA de Santiago de Chile.
- En el subsector de fabricación de harinas y grasas de carne se ha contado con la participación de la asociación ANAGRASA. Han participado activamente en el suministro de información y seguimiento de los documentos: D. Enrique Chinillach de la empresa CHINILLACH BALLESTER y J. CANET, y D. Salvador Domingo de la empresa SEBOS LEVANTINOS. Otras empresas participantes CAMPOFRIO, S.A., HIJOS DE CANUTO VILA.
- Artículos publicados en las revistas:
  - **Alimentación, equipos y Tecnología**
  - **Eurocarne.**
  - **Cárnia 2000.**

## INDICE

<b>A. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>B. EL SECTOR DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTO DE ORIGEN ANIMAL EN ESPAÑA.....</b>	<b>4</b>
B.1. INDUSTRIAS DE FUSIÓN DE SUBPRODUCTOS ANIMALES.....	4
B.2. INDUSTRIAS REDUCTORAS DE PESCADO.....	7
<b>C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE PROCESOS INDUSTRIALES .....</b>	<b>11</b>
C.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL .....	11
C.1.1. <i>Almacenamiento</i> .....	13
C.1.2. <i>Picado de materia prima</i> .....	13
C.1.3. <i>Cocción</i> .....	13
C.1.4. <i>Prensado</i> .....	14
C.1.5. <i>Esterilización del chicharro</i> .....	14
C.1.6. <i>Enfriamiento del chicharro</i> .....	14
C.1.7. <i>Molturación</i> .....	14
C.1.8. <i>Purificación de la grasa</i> .....	14
C.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.....	15
C.2.1. <i>Almacenamiento</i> .....	17
C.2.2. <i>Trituración</i> .....	17
C.2.3. <i>Cocción-prensado</i> .....	17
C.2.4. <i>Clarificación y purificación del aceite</i> .....	18
C.2.5. <i>Concentración de las aguas de cola</i> .....	18
C.2.6. <i>Secado de la torta</i> .....	19
C.2.7. <i>Molienda</i> .....	19
C.2.8. <i>Curado y Transporte final</i> .....	19
<b>D. ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA. OPERACIONES CON IMPACTO MEDIOAMBIENTAL SIGNIFICATIVO.....</b>	<b>20</b>
D.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL.....	20
D.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO.....	22
<b>E. TECNOLOGÍAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES.....</b>	<b>24</b>
E.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL.....	24
E.1.1. <i>Recepción de la materia prima</i> .....	25
E.1.2. <i>Cocción-prensado</i> .....	25
E.1.2.1. <i>Fusión húmeda</i> .....	26
E.1.2.2. <i>Fusión discontinua en seco</i> .....	28
E.1.2.3. <i>Fusión continua en seco</i> .....	30
E.1.2.4. <i>Sistema continuo a baja temperatura</i> .....	32
E.2. HARINAS Y ACEITES DE PESCADO.....	34
E.2.1. <i>Recepción de la materia prima</i> .....	35
E.2.2. <i>Cocción-prensado</i> .....	35
E.2.3. <i>Separación aceite-solución acuosa</i> .....	35
E.2.4. <i>Concentración de las aguas de cola (stickwaters)</i> .....	36
E.2.5. <i>Secado de la torta</i> .....	39
E.2.6. <i>Curado y Transporte final</i> .....	39
<b>F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTDS. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>40</b>
F.1. METODOLOGÍA .....	40

<b>G. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES.....</b>	<b>46</b>
G.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL.....	46
<i>G.1.1. Transporte y almacenamiento .....</i>	46
<i>G.1.2. Fusión.....</i>	47
<i>G.1.3. Limpieza.....</i>	47
G.2. HARINAS Y ACEITES DE PESCADO .....	49
<i>G.2.1. Transporte y recepción de la materia prima .....</i>	49
<i>G.2.2. Trituración.....</i>	50
<i>G.2.3. Cocción-prensado.....</i>	50
<i>G.2.4. Concentración de las aguas de cola.....</i>	50
<i>G.2.5. Limpieza de equipos e instalaciones .....</i>	50
<b>H. TECNICAS DE DEPURACIÓN DISPONIBLES.....</b>	<b>51</b>
H.1. PRODUCCIÓN DE HARINA Y GRASA ANIMAL.....	51
<i>H.1.1. Cerramiento de la planta de producción y sistemas de aspiración del aire interior.....</i>	51
<i>H.1.2. Sistema de tratamiento de las emisiones .....</i>	52
H.1.2.1. Sistemas modulares .....	52
H.1.2.2. Sistema integrado (oxidación térmica con recuperación de calor).....	56
H.2. PRODUCCIÓN DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO .....	58
<i>H.2.1. Cerramiento y aspiración del aire interior de la planta.....</i>	58
<i>H.2.2. Sistema de tratamiento de las emisiones .....</i>	58
<i>H.2.3. Eliminación de olores .....</i>	60
H.2.3.1. Quemadores con recuperación de energía .....	60
<b>I. TÉCNICAS EMERGENTES .....</b>	<b>61</b>
I.1. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	61
<b>J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO I.- LEGISLACIÓN APlicable AL SECTOR.....</b>	<b>1</b>
<b>ANEXO II.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>1</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- PROCESOS ESTUDIADOS DENTRO DEL SECTOR DE APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL .....	11
FIGURA 2.- DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OBTENCIÓN DE HARINAS Y GRASAS ANIMALES. ....	12
FIGURA 3.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DE ACEITES Y HARINAS DE PESCADO.....	16
FIGURA 4.- SISTEMA DE FUSIÓN HÚMEDA.....	27
FIGURA 5.- SISTEMA DE FUSIÓN DISCONTINUO EN SECO.....	29
FIGURA 6.- FUSIÓN SECA EN CONTINUO.....	31
FIGURA 7.- FUSIÓN A BAJA TEMPERATURA.....	33
FIGURA 8.- DECANTER DE DOS FASES .....	36
FIGURA 9.- EVAPORADOR A VACÍO.....	37
FIGURA 10.- EVAPORADOR DE MÚLTIPLES EFECTOS .....	38
FIGURA 11.- FASES PRINCIPALES DE UN SISTEMA MODULAR COMPLETO DE ELIMINACIÓN DE OLORES .....	52
FIGURA 12.- SISTEMA DE DEPURACIÓN POR OXIDACIÓN TÉRMICA CON RECUPERACIÓN DE CALOR.....	57



## **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1. N° INDUSTRIAS DEL SUBSECTOR DE HARINAS Y GRASAS DE CARNE AFECTADAS EN ESPAÑA EN 1997 .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA 2. N° DE INDUSTRIAS REDUCTORAS DE PESCADO AFECTADAS POR LA DIRECTIVA.....</b>	<b>7</b>
<b>TABLA 3. COMPOSICIÓN DEL PESCADO Y PRODUCTOS INTERMEDIOS DE LA FABRICACIÓN DE HARINAS DE PESCADO .....</b>	<b>9</b>