

# Guía de autodiagnóstico y autoevaluación en la gestión del agua en el sector agroalimentario



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural  
*Europa invierte en las zonas rurales*



**MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO**









**Edita:**

CONSEBRO.

Asociación de Industrias Agroalimentarias.

C/ Santa Gema, 56 - 31570 San Adrián, Navarra.

Tf. 948 672 030 - consebro@consebro.com

**Colaboradores:**

Agradecemos la colaboración expresa de la Federación de Empresarios de La Rioja y la Asociación de Industrias de la Alimentación de Aragón, así como del resto de miembros de la Comisión Técnica creada en el proyecto, por el apoyo en la revisión y validación de la presente guía.

**Contenidos:**

Martín Beorlegui Zozaya

**Patrocina:**



**Diseño y maquetación:**

AVANCE PUBLICIDAD. Agencia de Publicidad

publicidad@avancepublicidad.es

**Depósito Legal:**

NA 2542/2011

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, por cualquier medio o procedimiento, sin para ello contar con la autorización previa, expresa y por escrito del editor.

# prólogo

La transformación agroalimentaria es, sin duda alguna, uno de los sectores industriales más dependientes del agua. Esta dependencia viene dada por dos hechos fundamentales: la necesidad de agua como elemento integrante de su proceso productivo (tanto si se trata de un constituyente del producto final como por resultar imprescindible para procesos secundarios –generación de vapor, limpieza, refrigeración...-) y la necesaria disponibilidad de una red hidrológica o una red de colectores públicos capaces de recibir en condiciones adecuadas los vertidos que genera el sector. Por lo tanto, la cercanía a fuentes de agua y a cauces públicos han sido históricamente dos factores determinantes a la hora de elegir la ubicación de las instalaciones industriales del sector, tanto o más importantes que la cercanía a la materia prima.

Según algunos estudios publicados<sup>1</sup>, referentes a la inversión y la gestión del agua en el sector agroalimentario en España, podrían señalarse algunos hechos determinantes:

- La escasa, aún, inversión por parte de las empresas en equipos medioambientales.
- Las inversiones realizadas en el total de España se dedican en mayor medida a los equipos destinados a la recuperación y tratamiento de las aguas residuales que a instalaciones que lleven a un ahorro y reutilización del agua.
- Las variaciones de los crecimientos interanuales de las inversiones no muestran una tendencia de comportamiento equilibrado a lo largo del tiempo.
- Los resultados obtenidos en el estudio permiten confirmar que no existen relaciones entre los incrementos de los ingresos o de las cifras de negocio de las empresas y el aumento de las inversiones medioambientales.

Todos los hechos anteriormente mencionados pueden ser extrapolables, en general, al caso español. Es importante recalcar que el problema de la gestión del agua no es tan sólo una cuestión de disponibilidad del recurso o de impacto ambiental, sino que se trata también de un importante asunto económico, tanto en lo que se refiere al coste del agua consumida como, sobre todo, a los costes de depuración o de canon abonado a las correspondientes confederaciones hidrográficas o administraciones municipales por cada metro cúbico vertido a redes o colectores públicos. Teniendo en cuenta todo lo anterior sería interesante contar con un método que permitiera realizar análisis integrales del comportamiento de cada industria en lo referente al consumo, uso, aprovechamiento y vertido de aguas, para poder establecer un plan de mejoras que optimizaran esa relación y llevara a la empresa a una minimización de costes al respecto. Con ese objetivo se ha elaborado la presente guía de auto-diagnóstico.

Este documento pretende ser una herramienta de trabajo para aquellos profesionales que no son expertos ni están especializados en la gestión del agua, y servir para que técnicos y directivos obtengan un mayor conocimiento del tema. Se trata de un documento de manejo sencillo que pretende ayudar a conocer qué problemas y qué posibilidades de mejora existen en materia de gestión del agua en las empresas del sector agroalimentario.

1. INVERSIÓN Y GESTIÓN DE AGUAS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO M.Carmen Barco. Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia Universitat Politècnica de Catalunya

Es importante aclarar que los autores de este documento no han pretendido redactar un tratado completo sobre gestión y buenas prácticas, sino que el objetivo que se ha perseguido ha sido diseñar tan sólo una herramienta o método. Desde luego, como todas las herramientas, esta guía habrá de experimentar mejoras en futuras revisiones, fruto de opiniones contrastadas y, sobre todo, de los resultados de su aplicación en las empresas interesadas.

En cualquier caso ha de aclararse que este trabajo no ha de interpretarse como un método teórico lanzado a la valoración del sector desde una visión “de gabinete”, alejada de la realidad y sin una aplicación clara. Más bien se trata de todo lo contrario. El proceso de redacción de esta guía ha ido acompañada de un pilotaje, una puesta en funcionamiento de cada una de las herramientas propuestas en una serie de empresas que han sido seleccionadas para realizar los correspondientes proyectos piloto. Este trabajo ha sido desarrollado por técnicos de CONSEBRO a la par que el equipo redactor recogía sus apreciaciones, sugerencias y, muchas veces, valiosas correcciones. En ese sentido hemos de agradecer muy especialmente la laboración a Maite Alonso Iglesias, Gabriela Jiménez Muro y David Martínez Martínez, sin cuya dedicación esta guía habría resultado mucho menos útil y ajustada a la realidad, al igual que a José María Ezcurra Armendáriz y a Maitane Escudero Alquiza, por su apoyo en la recopilación de información técnica y elaboración de esta guía.

# Índice

INTRODUCCIÓN | 9

LA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO A LA EMPRESA | 11

**MÓDULO 1:** La gestión del agua en la empresa. Información general | 13

**MÓDULO 2:** Procesos productivos y gestión del agua | 17

**MÓDULO 3:** La gestión del agua en las empresas. Posibilidades de mejora | 27

CONSIDERACIONES FINALES | 35

BIBLIOGRAFÍA | 37

ANEXOS | 43

*“Pero lo que más me satisfacía de este método era que con él estaba seguro de emplear mi razón en todo, si no perfectamente, al menos de la mejor manera posible”*

*René Descartes  
Discurso del método*

# introducción

El objeto de esta guía es establecer una sistemática para la realización de estudios de situación de las empresas del sector agroalimentario en cuanto su grado de eficiencia sobre la gestión del recurso hídrico, realizando un análisis que recoja toda la información útil al respecto. A su vez tiene como objeto la presentación de un plan de mejoras que proponga eliminar las carencias detectadas en el diagnóstico previo, mejorando la eficiencia en el uso del agua.

Es importante tener en cuenta que se ha desarrollado como guía de autodiagnóstico y que, por lo tanto, no se trata de una metodología que exija conocimientos previos, puesto que se ha adaptado a las necesidades de profesionales no especializados en gestión del agua. Sin embargo, se trata de una herramienta avanzada que ayudará a cualquier técnico a analizar la situación de la empresa objeto del estudio en lo referente al consumo y uso de agua, así como a estudiar las posibilidades de mejora referentes al aprovechamiento, reutilización interna, reutilización externa y depuración del agua en las empresas del sector, con los ahorros económicos y la mejora medioambiental que ello conlleva.

Por otro lado, el hecho de que la guía se plantee como una herramienta de autodiagnóstico impide que pueda ser utilizada por cualquier profesional que tenga que realizar una auditoría de la situación de la gestión del agua en una empresa agroalimentaria o implantar planes de mejora asociados a su sistema de gestión ambiental.

En cualquier caso, independientemente de los conocimientos técnicos con los que cuente el profesional que va a utilizar la guía, el procedimiento de trabajo descrito en ésta, pretende garantizar que el trabajo se desarrolle de forma guiada, apoyándose en tres herramientas:

- La descripción de la forma de realizar el trabajo, que puede consultarse en el texto de los capítulos de la guía, propiamente dicha.
- Los apoyos metodológicos facilitados en los anexos.
- Las fichas de trabajo que se pondrán como herramienta fundamental de trabajo.

La primera de las herramientas, el texto de la guía propiamente dicho, pretende ser un guión comentado del trabajo que ha de realizarse, en el cual se desarrollarán las diferentes fases del método. Sin embargo, las explicaciones tendrán su desarrollo fundamental en los anexos de la guía. El motivo de organizar el procedimiento de esta forma es que un exceso de redacción en desarrollo del método puede conllevar un problema de interpretación: es posible que “los árboles no dejen ver el bosque” y que se pierda la visión general del proceso. Por ese motivo las explicaciones serán suficientes pero sin un desarrollo excesivo, y se dejará el detalle, en muchos casos, para los anexos.

La segunda de las herramientas, los apoyos metodológicos, se facilitarán en los anexos de la guía y consisten en una serie de documentos que pueden resultar de gran ayuda a la hora de ejecutar las diferentes fases del proceso. Se trata de herramientas como; fichas descriptivas de procesos productivos, de sistemas de depuración y de maquinaria, fichas de buenas prácticas referentes a reutilización de aguas, optimización de consumos o cambios de proceso y fichas para la evaluación de la rentabilidad de las acciones propuestas.



La tercera de las herramientas son las fichas de trabajo que el analista utilizará para recopilar información y para plasmar resultados. Se trata de documentos como: ficha de recopilación de datos sobre la empresa, fichas de recopilación de información sobre el proceso (incluyendo un esquema-plano), sistemas de depuración y maquinaria, ficha-plano de monitorización/ubicación de contadores, ficha de actuación o el formato-esquema de informe final. Todas estas herramientas se facilitarán también en los anexos de la guía y las particularidades sobre su uso serán explicadas en el texto de la misma en forma de fichas sintéticas, siempre que ello resulte necesario.

El método de trabajo ha de ser ejecutado de forma secuencial, es decir, organizando todo el diagnóstico en tres grandes fases que coinciden con tres niveles de análisis. Por ello, el método está organizando en tres grandes módulos:

- **Módulo 1: La gestión del agua en la empresa: información general.**

Recopilación de información general referente a emplazamiento, líneas de producción, existencia de cultivos propios, captaciones de agua, puntos de vertido, autorizaciones de captación y vertido, m<sup>3</sup> consumidos y vertidos, costes de captación y vertido, planos de las líneas de captación y saneamiento, cálculo del coste de agua por unidad producida...

- **Módulo 2. Procesos productivos y gestión del agua.**

Determinación de elementos productivos, líneas de proceso, instalaciones vinculadas al uso y gestión del agua, potabilización, depuración, pre-tratamientos, etc.

- **Módulo 3. La gestión del agua en la empresa: posibilidades de mejora.**

Posibilidades de aplicación de nuevas tecnologías en el proceso o en depuración y pre-tratamientos. Posibilidades de minimización de consumos. Reutilización y recirculación.

El esquema general de todo el proceso se ha desarrollado en el esquema siguiente:

# La presentación del proyecto a la empresa

Como se ha adelantado en la introducción de la guía, ésta ha sido diseñada como una herramienta de autodiagnóstico, pero no podemos dejar de tener en cuenta que en muchas ocasiones no será utilizada así. La disponibilidad de tiempo por parte del personal de la propia empresa no es siempre la deseable para realizar “trabajos extra” y es muy probable que se cuente con ayuda exterior para desarrollar lo descrito en este método. Por otro lado, es muy probable (y deseable también) que sean en el futuro organizaciones empresariales o profesionales las que ofrezcan la realización de este tipo de diagnósticos a las empresas del sector agroalimentario y que, por lo tanto, se trate de proyectos ofrecidos “desde fuera”, que tengan que salvar las lógicas reticencias ante cuestiones nuevas o poco habituales, fuera de la rutina de trabajo diario.

Por lo tanto, este tipo de trabajos en los que se requiere una participación activa y completa por parte de los representantes de las empresas analizadas, pero que versan sobre cuestiones que tradicionalmente se han considerado secundarias o auxiliares, han de ser expuestos de forma clara, completa y convincente si queremos que el proyecto llegue a buen puerto. Aquí se ratifica la importancia de disponer de un método.

Un aspecto especialmente importante que hay que cuidar en el momento del primer contacto, es el de transmitir claramente la idea de que la información que facilite la empresa será tratada con absoluta confidencialidad. Es muy habitual que se generen reticencias por parte de las empresas a la hora de mostrar datos sobre vertidos o consumos.

Desde luego, es importante transmitir desde el primer momento la utilidad del proyecto: perseguir una gestión eficiente del agua que comprenda la optimización de su consumo y la utilización de calidades adecuadas en cada operación. Ha de explicarse que este logro contribuye a:

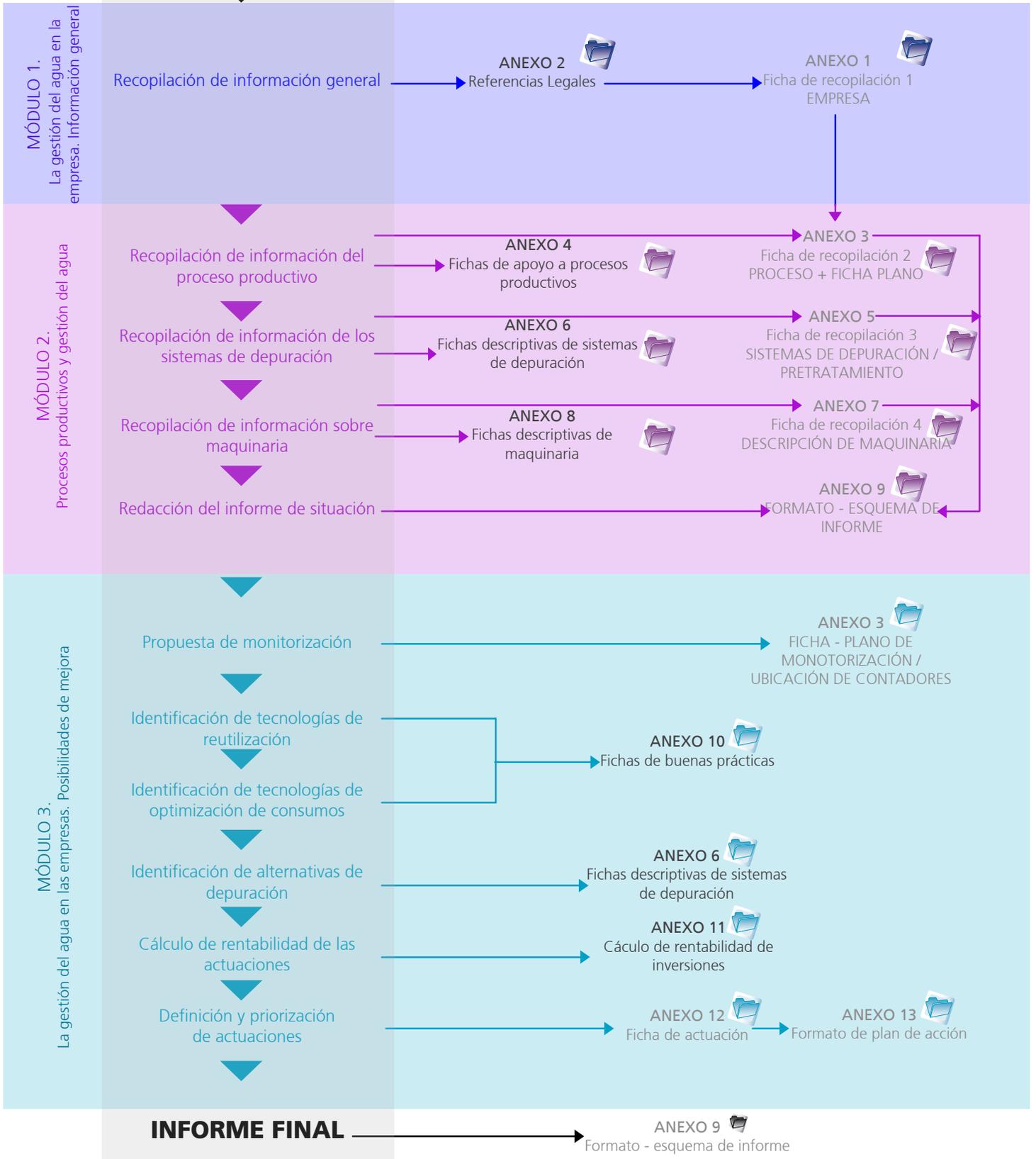
- Reducir el consumo de agua, que es un recurso escaso especialmente en muchas de las zonas rurales donde se localizan las industrias.
- Reducir la dependencia de la empresa del suministro de agua en las épocas de mayor consumo y menor disponibilidad (finales de verano).
- Reducir el coste del correspondiente canon de vertido o saneamiento de aguas residuales.
- Reducir los costes derivados del tratamiento al que ha de someterse a los vertidos para que éstos cumplan con los requisitos legales aplicables.
- Facilitar la implantación de sistemas de depuración en la empresa.

Sentar estas premisas desde el primer momento facilitará las cosas a la hora de contar con la aprobación, la colaboración y el entusiasmo de los responsables de la empresa en cuestión. Una vez conseguido el compromiso de colaboración y el interés de la empresa, nos iremos acercando progresivamente al caso, ejecutando tres grandes fases en el proyecto: la obtención de **información general** sobre la gestión del agua en la empresa, el análisis de los **procesos productivos** y la gestión del agua en los mismos y, por último, el estudio de las **posibilidades de mejora**. Comenzaremos por el principio.

A continuación se expone un esquema en el que se relaciona cada fase del procedimiento así como sus herramientas asociadas.

# Presentación del proyecto a la empresa

- Proceso General
- Herramienta de apoyo
- Herramienta de trabajo





# **MÓDULO 1:**

La gestión del agua en la empresa.  
Información general

La primera fase del trabajo ha de entenderse como una aproximación a la situación de la empresa en lo referente a los factores que más adelante nos llevarán a detectar puntos débiles y posibilidades de mejora. En muchos casos resultará sorprendente el gran grado de desconocimiento que existe en el seno de la propia organización en lo referente a las cuestiones tratadas en este punto. En otras ocasiones, no se tratará tanto de desconocimiento como de falta de tiempo y desinterés: el día a día pesa demasiado como para pararse a analizar cuestiones auxiliares, consideradas tradicionalmente, a priori, no productivas.

En el caso de que el proyecto esté siendo realizado por terceros independientes, es evidente que antes de la realización de las visitas, el equipo asesor deberá ponerse en contacto con la empresa para concretar fechas y horarios. Una vez comience la primera visita ha de tenerse siempre en cuenta que puede darse el caso de que el responsable de la empresa muestre las ya mencionadas reticencias en lo referente a facilitar información que puede considerar comprometida, en caso de no haberse gestionado la cuestión del agua de forma correcta, o estratégica, en caso de haberse hecho. Es importante insistir siempre en que la confidencialidad está garantizada. Lógicamente, si se está realizando un autodiagnóstico, éste problema no se suscitará.

La información que habrá que recabar en esta fase del proyecto versará sobre

- Emplazamiento,
- Líneas de producción,
- Existencia de cultivos propios y zonas ajardinadas,
- Distancia a superficies de cultivo,
- Captaciones de agua,
- Puntos de vertido,
- Autorizaciones de captación y vertido y características de las mismas,
- M<sup>3</sup> consumidos y vertidos,
- Distribución anual del vertido,
- Parámetros de vertido,
- Costes de captación y vertido,
- Planos de las líneas de captación y saneamiento,
- Dispositivos de control del vertido,
- Dispositivos de depuración de aguas,
- Cálculo del coste de agua por unidad producida, (canon de vertido o saneamiento, coste de depuración, coste de mantenimiento de la depuradora, coste de analíticas e informes coste de la gestión de fangos, lodos, aceites y grasas),
- Características del medio receptor,
- Objetivos de calidad en el mismo, y
- Cualquier otro dato que el asesor considere relevante.

Las visitas resultan, en la mayor parte de los casos, un pequeño desajuste en el funcionamiento cotidiano de una empresa; por este motivo es muy recomendable que el tiempo de permanencia del analista (sea interno o externo) en las instalaciones se aproveche al máximo. Para facilitar este hecho, en el **ANEXO 1**  de este procedimiento se facilita una ficha descriptiva para la recopilación de información general de la empresa. A su vez, resultaría muy recomendable que los datos recopilados se gestionasen mediante una herramienta Excel, elaborada por el propio técnico, que posibilite la realización de cálculos, así como la obtención de indicadores generales.

| <b>ACLARACIONES SOBRE LA FICHA DE RECOPILOCIÓN 1<br/>"EMPRESA"</b> |  |
|--|--|
| <b>Objeto y alcance:</b>   | Recopilación de información general de la empresa. Sólo se utilizará para recabar aquella información que tenga que ver, directa o indirectamente, con el consumo y uso del agua.  |
| <b>Detalles de uso <sup>1</sup></b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general del proceso productivo: Se trata de indicar si se trata de un proceso estándar o si cuenta con particularidades especiales (materias primas, proceso, duración...)</li> <li>• Diagrama del proceso productivo: todo lo que pueda avanzarse en esta fase, será trabajo adelantado a la hora de rellenar las fichas de proceso. Es importante tener en cuenta que una misma empresa suele acometer diferentes procesos, puesto que elabora distintos productos. Existen multitud de casos en los que una empresa está produciendo diferentes productos al mismo tiempo y, por lo tanto, se solapan los consumos y se complica la interpretación de éstos...</li> <li>• Distribución temporal de la producción: en el sector se da una gran irregularidad en la producción a lo largo de los diferentes meses del año y, a su vez, en los diferentes tipos de producto elaborado. En varios subsectores se trabaja por "campanas", para las cuales la meteorología y el estado del fruto tienen una importancia crucial.</li> <li>• Relación de maquinaria y equipos principales y auxiliares: es posible que no se cuente, en un primer momento, con especificaciones de consumo de agua por marca y modelo. Es muy probable que dependa totalmente del rendimiento que se le quiera exigir a la máquina. Puede apuntarse el caudal máximo admitido. En muchos casos, se trata de equipos fabricados a medida para la empresa en cuestión.</li> <li>• Relación de productos químicos utilizados en la empresa. Esta información está vinculada estrechamente con la carga contaminante referente a algunos parámetros (DQO, pH, conductividad, presencia de organoclorados, espumas y tensoactivos, etc...) Por otro lado es un elemento fundamental en la identificación de posibles puntos de riesgo en lo referente a vertidos químicos accidentales. Se recopilará información general, indicando las frases de riesgo (frase R) y de seguridad (frase S) de la ficha de seguridad de los productos en cuestión.</li> <li>• Información sobre el entorno: ha de centrarse en los lugares, empresas y explotaciones que puedan padecer problemas que la empresa genere (siempre sobre el medio hídrico) o que –esto es importante– puedan ser futuros destinos alternativos de aguas (tratadas o no) de la empresa analizada.</li> <li>• Resumen de procesos con consumo de agua. Comenzaremos con un listado de los subprocesos consumidores de agua dentro de la instalación</li> <li>• Información sobre el consumo de agua. Se recopilará información sobre la distribución anual del consumo, los costes asociados a dicho consumo (es muy probable que la empresa no cuente con toda esa información y que sea necesario recabarla más adelante de otras fuentes), herramientas de control y reducción del consumo (es posible que estas últimas no existan).</li> <li>• Información sobre captaciones. Fundamental de cara a la futura legalización de captaciones irregulares y a poder cuantificar los consumos correctamente.</li> </ul> |

1. Se trata tan sólo de aclaraciones respecto al uso de la ficha en cuestión en aquellos puntos en los que pudiera existir alguna duda al respecto. Aquellos epígrafes de la ficha que no exigen explicación no se mencionan en este punto

### Detalles de uso <sup>2</sup>



- Información sobre vertidos. Descripción de la red existente, de los costes derivados del vertido (información tremendamente importante para poder calcular más adelante la conveniencia económica de las buenas prácticas estudiadas), clasificación y control de los vertidos (incluyendo una breve descripción del sistema de depuración existente, que será analizado con detalle más adelante), distribución anual de los vertidos (es de esperar un paralelismo con la distribución anual de la producción, pero ofrecerá información sobre procesos o productos más contaminantes) y, por supuesto, parámetros de contaminación en los diferentes puntos de vertido.

Es muy probable que parte de la información que se solicita en esta ficha no esté disponible en un primer momento. Habrá tiempo de recopilarla. Si algo falta siga adelante.

La recopilación de toda la información mencionada, resulta imprescindible de cara a poder acometer las fases siguientes y poder plantear líneas de actuación. En cualquier caso ya podremos establecer algunas de ellas teniendo en cuenta que muchas de las necesidades (habitualmente las referentes a legalización de captaciones y vertidos, a cálculo de costes o incluso a cantidades captadas) ya habrán surgido.

Antes de proseguir, es muy importante que nos detengamos un momento a analizar la importancia de la fase del trabajo que acaba de plantearse. Podría decirse que, en muchos casos, la mera labor de recopilación de información que se ha realizado en ella ya supondría una importantísima mejora para la mayor parte de las empresas. Esto es así porque, como ya se ha apuntado anteriormente, el desconocimiento de algunas organizaciones de todo lo relacionado con el agua es alarmante. Esto es más claro en aquellas empresas pertenecientes a sub-sectores que no tienen una gran dependencia de la misma, ya que no la utilizan como materia prima y no generan grandes vertidos al tratarse de sub-sectores "limpios". Sin embargo, aún en esos casos, los consumos, aunque sólo sean de limpieza o refrigeración, suelen ser bastante importantes (rara es la actividad en el mundo agroalimentario en que no sea así).

Es muy probable que el propio proceso de recopilación de toda la información mencionada en la ficha de recopilación del [ANEXO 1](#)  haya despertado el interés de los responsables de la empresa y les haya abierto los ojos a una situación que desconocían. Los aspectos económicos asociados al consumo y eliminación del vertido serán, probablemente, los que más les habrán llamado la atención, aunque la situación de las captaciones, la garantía de suministro y los puntos de vertido tienen importantísimas connotaciones legales que no podrán dejar de tener en cuenta. Sin lugar a dudas la descripción de la normativa aplicable a la gestión del agua, que puede consultarse en el [ANEXO 2](#)  de esta guía, resultará de gran utilidad para el analista y para la dirección de la empresa. Más adelante, cuando deban definirse posibles actuaciones y tengamos que plantearnos su viabilidad legal, volveremos a encontrar utilidad al mencionado anexo.

Una vez recabada toda la información anterior, se procederá a la redacción de los capítulos 1 y 2 del informe de conclusiones, siguiendo las pautas y el formato que pueden consultarse en el [ANEXO 9](#)  de esta guía.



## **MÓDULO 2:** Procesos productivos y gestión del agua

Una vez recopilada y analizada toda la información disponible sobre la instalación y su entorno, deberemos adentrarnos en el estudio de lo que está ocurriendo dentro de ella, es decir, de la producción desde todos los puntos de vista. Este análisis se realizará en tres fases generales:

- El análisis de los procesos propiamente dichos,
- La descripción de los sistemas de tratamiento de aguas identificados y
- La descripción de los equipos consumidores de agua o contaminadores de ella.

## 2.1 Análisis de los procesos

El primer acercamiento al caso concreto de la industria que nos ocupe, será el análisis de su proceso productivo y de las necesidades de agua en cada una de sus fases (tanto en lo referente a cantidad como a calidad de la misma). En dicho análisis se llegará a la determinación de elementos productivos, líneas de proceso, instalaciones vinculadas al uso y gestión del agua, etc.

Para la realización de este trabajo, la Guía de Autodiagnóstico ofrece dos herramientas:

- [Ficha de recopilación 2 "Proceso" + Ficha Plano. \(ANEXO 3\)](#) 
- [Fichas de apoyo a procesos productivos. \(ANEXO 4\)](#) 

### Ficha de recopilación 2 "Proceso" + Ficha Plano.

Se trata de una ficha en la que el analista podrá realizar la recopilación de información sobre el proceso productivo, esquematizando dicho proceso e indicando las características exigidas para el agua utilizada en cada una de las fases y tareas auxiliares y los parámetros que definen la calidad del agua que proviene de cada una de ellas. Así mismo, se recogerá la información sobre las cantidades de agua necesarias en cada proceso (siempre que se disponga de esa información). Esta ficha se acompañará de una [Ficha Plano \(ANEXO 3\)](#)  que servirá para dibujar -utilizando símbolos normalizados- los diferentes elementos de la instalación que tengan que ver con la gestión del agua.

Esta ficha ha de ser, posiblemente, la más importante y útil en el trabajo de campo del analista. [La ficha de recopilación 1 \(ANEXO 1\)](#)  es una herramienta diseñada para el trabajo de oficina, es una guía que garantiza que el técnico no olvide nada en el proceso de análisis, y podría perfectamente ser utilizada en formato Excel o Word sin salir del despacho. Sin embargo, esta [ficha de recopilación 2 \(ANEXO 3\)](#)  está pensada para el trabajo en la planta productiva, y se utilizará en la mayor parte de los casos en papel, tomando notas a mano sobre la marcha.

A continuación se facilitan algunas consideraciones útiles sobre su uso.

| <b>ACLARACIONES SOBRE LA FICHA DE RECOPIACIÓN 2<br/>"PROCESO" + FICHA PLANO</b> |   |
|---|---|
| <b>Objeto y alcance:</b>  | Recopilación de información específica por cada proceso productivo que se desarrolla en la empresa. Sólo se utilizará para recabar aquella información que tenga que ver, directa o indirectamente, con el consumo y uso del agua.  |
| <b>Detalles de uso:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es importante tener en cuenta el tipo de proyecto en el que estamos involucrados: no se trata de realizar una recopilación de información técnicamente compleja sobre el proceso productivo, sino de enfocar siempre el análisis hacia la temática del agua en la empresa, evitando referencias que no sirvan a dicho propósito. Se trata de evitar un exceso de información, que no resultaría recomendable.</li> <li>• En primer lugar, el diagrama de flujo del proceso podrá extraerse, en buena medida, de la información gráfica recogida en la ficha de <b>ANEXO 1</b> . Dicho diagrama esquematizará cada uno de los procesos productivos sin tener en cuenta su representación espacial sino su orden de ejecución. Las diferentes fases se enumerarán, se asociarán con conectores y se anotarán en la tabla correspondiente. Si se considera necesario realizar alguna explicación respecto a la misma se incluirá una nota explicativa en la tabla destinada a tal efecto. Se indicarán los puntos de acometida y vertido final y algunos elementos auxiliares como bombas y depósitos.</li> <li>• La mayor parte de las fases del proceso productivo utilizan agua como materia secundaria o auxiliar<sup>1</sup>. Esta agua se codificará como agua entrante (AE 1, 2, 3...n) indicando la calidad necesaria para la misma (calidad que variará significativamente de unos usos a otros). Esta calidad se anotará en la tabla destinada a la "descriptiva de aguas". A su vez, se anotará en esta tabla la cantidad necesaria (indicando la cantidad media diaria, el momento anual de máxima necesidad –pico-, su volumen en m<sup>3</sup>, la duración de dicho pico en horas y la hora del mismo. A su vez anotaremos los posibles orígenes de dicho agua (red, pozo, cauce, agua de lluvia, agua reutilizada, recuperada, regenerada<sup>2</sup> ...)</li> <li>• De igual manera las diferentes fases pueden generar agua saliente (AS 1, 2, 3,...n) con una calidad y cantidad determinada. Se utilizará la misma tabla para recopilar la información</li> <li>• A su vez, las diferentes fases del proceso productivo pueden ir asociadas a máquinas y a sistemas de pretratamiento del agua. Por otro lado encontraremos sistemas de depuración previos al vertido a colector o a cauce al final de la línea de agua. Estas máquinas, sistemas de pretratamiento y sistemas de tratamiento se codificarán y se anotarán en las tablas destinadas a tal efecto. A su vez se hará referencia a la ficha que las describirá (Ficha de recopilación 3 "Sistemas de depuración / pretratamiento" -ANEXO 5 -o Ficha de recopilación 4 "descripción de maquinaria"-ANEXO 7 ).</li> <li>• Los circuitos de agua limpia, agua gris (agua con elementos contaminantes pero susceptible de determinados usos) y agua residual se marcarán por separado en el diagrama.</li> <li>• Para plasmar la ubicación espacial de las diferentes máquinas y elementos físicos del proceso productivo se utilizará la <b>ficha-plano (ANEXO 3)</b>  que se adjunta a la ficha en cuestión.</li> </ul> |

1. Consideraremos materia secundaria al agua cuando ésta forme parte del producto final puesto en el mercado (líquido de gobierno) y materia auxiliar cuando se utilice para desarrollar procesos asociados a la producción (refrigeración, desinfección, escaldado, cocción, limpieza...) pero no forme parte del producto final.

2. Hablaremos de agua reutilizada en aquellos casos en los que un proceso permita volver a utilizar el agua con las mismas características con las que sale de él o mediante el uso de pequeñas modificaciones (decantaciones sencillas, separación de partículas por hidrociclón, enfriado natural...). Nos referiremos a agua recuperada fundamentalmente en aquellos casos en los que un equipo utilice agua como materia auxiliar y pueda ser recuperada dándole un nuevo uso (agua proveniente de la condensación de vapor, agua de refrigeración no contaminada, aguas con pequeños pretratamientos que se vuelven aptas para otros usos –clorados-). Hablemos de agua regenerada al referirnos a aguas que se someten a procesos de depuración y, gracias a ello, son destinadas a usos distintos al vertido final.

Esta ficha es, como el resto de ellas, un esquema ordenado que ha de apoyar al analista a recopilar la información necesaria, pero sólo eso. Ha de entenderse que los resultados del proyecto que el técnico está ejecutando, se presentarán en el formato de informe que se facilitará más adelante, pero que las fichas de recopilación no son modelos de cómo ofrecer los resultados, sino mero papel de trabajo. Su función es la de ser utilizadas escribiendo sobre ellas en la visita a la instalación objeto de análisis y, por lo tanto, pueden ser tan modificadas como el analista considere oportuno. Dependiendo de la disponibilidad de recursos informáticos portátiles (note book, tablet PC, lápiz digital...) las fichas en papel podrán ser sustituidas por los formatos digitales en los que han sido diseñadas.

### Fichas de apoyo de procesos productivos

En el sector agroalimentario existen una gran cantidad de procesos diferentes dependiendo del producto elaborado. De hecho, muchas empresas acometen varios procesos diferentes dependiendo de la temporada, demanda o disponibilidad de materia prima, de forma que se trata de un sector complejo. Es muy probable que para facilitar el trabajo de análisis resulte útil una herramienta de apoyo: la colección de "fichas de apoyo de procesos productivos" (facilitadas en el ANEXO 4 de este procedimiento). En ellas se esquematiza cada uno de los procesos generales –incluyendo los procesos auxiliares necesarios que pueden encontrarse en el sector-, con los tipos de agua necesarios, según las calidades especificadas en los APPCC (Sistema de análisis de peligros y puntos críticos), de cada proceso productivo (p.ej., un autoclave es el mismo para muchos productos, pero sus necesidades de agua y energía para cada producto son diferentes). Además, se facilita una breve descripción de cada una de las fases indicadas en una tabla que acompaña y complementa a cada diagrama.

Es importante aclarar que las descripciones facilitadas en estas guías pueden no coincidir exactamente con el desarrollado en la instalación analizada y que ha de primar la realidad frente a la teoría. Puede considerarse que las fichas facilitadas en el ANEXO 4 son una "aproximación" a la realidad que el analista va a encontrar, pero no ha de sorprenderse si detecta diferencias de mayor o menor relevancia. Esta información tiene, por lo tanto, una utilidad "didáctica" y han de ser utilizadas, sobre todo, si el técnico no está habituado al proceso concreto que ha de describir, hecho que es de suponer que no se dará si se está utilizando esta guía para la realización de un autodiagnóstico.

Además ha de tenerse en cuenta que el consumo de agua puede ser muy variable en función del tipo de materia prima procesada, la antigüedad y el tipo de las instalaciones, sistema de refrigeración, implantación de buenas prácticas, etc.

Desde luego, una descripción de todos los procesos y sub-procesos asociados al sector de la industria agroalimentaria sería una labor que excede totalmente el objeto de este manual. Por ello se han seleccionando los más habituales, dejando para futuras ampliaciones de este trabajo otras menos numerosas. En cualquier caso ha de tenerse en cuenta que, en lo referente al consumo y uso de agua, podemos considerar que entre algunos subsectores no haya grandes diferencias, y las indicaciones extraídas de algunas fichas pueden tenerse en cuenta para evaluar otros procesos. Algunos ejemplos claros son los mataderos (las pautas generales para mataderos polivalentes y de aves pueden servir, grosso modo, para conejos u otros animales), la fabricación de yogur (puede servir para otros derivados lácteos como cuajadas o batidos, con pocos cambios) o la fabricación de pan y pasta (que podría utilizarse como referencia para bollería, pastelería...)

Los sectores y subsectores elegidos han sido los siguientes:

- **Sector cárnico**

- Mataderos polivalentes
- Mataderos avícolas
- Productos cocidos
- Productos curados

- **Bebidas**

- Bodegas
- Fabricación de cerveza
- Zumos de frutas

- **Sector lácteo**

- Leche UTH
- Fabricación de yogur
- Fabricación de queso

- **Molinería y derivados**

- Molinería
- Fabricación de pan
- Fabricación de pasta

- **Conservas vegetales**

- Primera gama (productos frescos enteros)
- Segunda gama (conservas)
  - Pimiento
  - Tomate
  - Espárrago
  - Legumbres
- Tercera gama (congelados)
- Cuarta gama (productos seleccionados, cortados, lavados y envasados)
- Quinta gama (productos aliñados o precocinados)

- **Aceites**

- Aceite de oliva
- Otros aceites

- **Pescado**

- Pescados en conserva
- Pescados en salazón
- Pescado congelado

- **Fabricación de piensos**

- **Fabricación de grasas**

- Alto contenido en grasas
- Bajo contenido en grasas

Estas 29 fichas de sub sectores se complementan con una trigésima ficha que, con una estructura totalmente diferente, describe algunas consideraciones para el uso de agua en calderas y sistemas de refrigeración. Se ha considerado necesario hacerlo dado que se trata de dos usos de agua comunes a la práctica totalidad de los subsectores que se describen con anterioridad y, además, de dos “procesos” que, dependiendo de la alternativa elegida por la empresa, pueden generar importantes consumos y, a su vez, oportunidades de reutilización.

## 2.2 Análisis de los procesos de pretratamiento y depuración identificados

Evidentemente la relación de la industria agroalimentaria con el agua no se reduce a su consumo, sino que resulta mucho más compleja. Para algunos usos, y en función de la calidad del suministro, será necesario tratar el agua a fin de adecuarla a las necesidades de uso específico (circuito de refrigeración, limpieza de circuitos, pasteurización, lavado de envases, etc.). Este tratamiento puede consistir en una o varias de las siguientes operaciones: filtración, descalcificación, desionización, desinfección, cloración o desodorización. En otras ocasiones el uso del agua no potable estará estrictamente prohibido y las opciones de reutilización del agua utilizada serán muy limitadas. Esto es aplicable, especialmente, a toda el agua que está en contacto con el producto directamente.

Por su parte, el agua sobrante de procesos será parcialmente reutilizable o tendrá que ser destinada a vertido final; en este último caso nos preocupará especialmente el cumplimiento de la legislación de aguas, en general, y de los condicionantes expresados en el permiso de vertido, en particular. Por ello deberemos detenernos en el análisis de los sistemas de depuración instalados en la empresa, verificando las autorizaciones de vertido, ya que estas suelen ser condicionadas en función de la carga y el caudal vertidos.

Tanto en el primer caso (aguas tratadas para su reutilización) como en el segundo (aguas tratadas para su vertido), el técnico recopilará información de los procesos de depuración instalados en la empresa. Para ello utilizará dos herramientas: la “Ficha de recopilación 3. Sistemas de depuración / pretratamiento” (facilitada en el ANEXO 5 de este procedimiento) y la colección de “Fichas descriptivas de sistemas de depuración” (que pueden encontrarse en el ANEXO 6 de este documento).

- La ficha de recopilación 3, que se describe a continuación estará vinculada a la “Ficha de recopilación 2. Proceso + Ficha Plano” (ANEXO 3) y será utilizada como anexo de ésta siempre que sea necesario.

| <b>ACLARACIONES SOBRE LA FICHA DE RECOPIACIÓN 3<br/>“SISTEMAS DE DEPURACIÓN / PRETRATAMIENTO”</b> |   |
|---|---|
| <b>Objeto y alcance:</b>  | El objeto de esta ficha es la recopilación de información específica por cada sistema de depuración o pretratamiento. Se referirá tanto a procesos de depuración final (previa a su vertido a cauce o colector) como a procesos de pretratamiento (cribado con rejillas, decantación, clorado...) que permitan dar al agua otros usos internos alternativos.  |
| <b>Detalles de uso:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El esquema de distribución espacial en los equipos de depuración sólo tendrá sentido si existen trenes de depuración complejos (asociados a depuración final previa al vertido a cauce o colector). De igual forma, la segunda columna (“equipo”) de la tabla descriptiva sólo se utilizará en ese caso.</li> <li>• Los detalles asociados a calidades y cantidades de agua en cada una de las fases del proceso de depuración se consideran interesantes (aunque no siempre estarán disponibles) para compararlos con las calidades exigidas para usos alternativos. Con ello, podrían detectarse casos en los que pudiera no ser necesario que el agua completase todo el ciclo de depuración, al ir destinada a esos futuros usos.</li> </ul> |

**Fichas descriptivas de sistemas de depuración**, facilitadas en el **ANEXO 6**.

Resulta fácil suponer que las personas que van a utilizar una guía de autodiagnóstico serán profesionales experimentados en el sector en el que están trabajando (el agroalimentario en este caso), pero es muy probable que no cuenten con grandes conocimientos sobre cuestiones auxiliares a la producción, como es el caso del tratamiento de aguas. Por lo tanto, puede darse el caso de que cuando un técnico deba cumplimentar la **ficha de recopilación 3 “Sistemas de depuración / pretratamiento” (ANEXO 5)** recopilando con ello la información disponible sobre los equipos de depuración, tenga alguna dificultad de interpretación. En muchas ocasiones las depuradoras son instaladas por empresas externas sin que los responsables de la industria en cuestión tengan muy claro cuál es su funcionamiento: siguiendo unas instrucciones sencillas “la depuradora, depura eso es todo”.

Para facilitar el trabajo de analistas sin conocimientos previos sobre sistemas de depuración se ha facilitado un catálogo de los más habituales en el **ANEXO 6** de esta guía. Se trata de una colección de dieciocho fichas, con un diseño un tanto variable (que depende del interés de la información facilitada<sup>1</sup>), en las que se aportan descripciones de diferentes sistemas de depuración. Algunas de ellas tratan un solo proceso y otras varios (esto ocurre en aquellos casos en los que los sistemas descritos compartan principios de depuración básicos) En algunas de ellas será el aporte gráfico lo que resulte más útil, mientras que en otras serán los datos sobre rendimiento o dimensionamiento lo que será más interesante.

Las fichas facilitadas son las siguientes:

- Pretratamientos:
  - Desbaste con rejas
  - Desbaste con tamiz estático
  - Desbaste con rototamiz
  - Separación de grasas
  - Desarenadores
  - Homogeneización
  - Tratamientos primarios
  - Decantación
  - Coagulación-floculación-decantación
  - Flotación
- Tratamientos secundarios biológicos.
  - Fangos activos. Incluye los siguientes sistemas:
    - Flujo en pistón
    - Aireación prolongada
    - Contacto-estabilización
    - Doble etapa
  - Reactor biológico secuencial (SBR)
  - Adheridos a lecho. Incluye los siguientes sistemas:
    - Filtros percoladores
    - Lecho móvil

1. En algunas ocasiones los datos facilitados hacen referencia al rendimiento de diferentes variantes dentro de una categoría de equipos de depuración. En otros casos, no existen dichas variantes y la información que puede resultar de más utilidad son datos para el dimensionamiento de equipos, tiempos de retención del agua, tipos de agua admitidas... Por otro lado, cuando se ha dispuesto de información fidedigna, se han facilitado datos sobre los rendimientos de algunos equipos descritos al ser utilizados en casos reales documentados

- Biodiscos
- Lagunaje
- Filtros verdes.
- Tratamientos secundarios biológicos anaerobios. Incluye los siguientes sistemas:
  - De contacto
  - UASB
  - UASB EGSB
  - Filtro anaerobio
  - DSFFR
  - RALF
- Tratamiento terciario
  - Filtros. Incluye:
    - De arena
    - De carbón activo
  - Tratamientos con membrana. Incluye:
    - Reactor biológico con membrana MBR
    - Ósmosis inversa.

Es importante aclarar que en la descripción de equipos de depuración, no se han incluido sistemas de tratamiento de fangos. Esto se debe a que los fangos o lodos son un resultado del proceso de depuración que la empresa deberá tratar posteriormente y ceder a gestores de residuos si procede, pero que suponen una línea independiente de la del agua tratada. Con ello queremos decir que, independientemente del tratamiento que se de a los lodos generados, la calidad del agua obtenida con la depuradora será la misma y, por lo tanto, no se trata de sistemas que le aporten capacidad de ser reutilizada, recirculada o vertida con menor carga contaminante. Sin embargo, la gestión de los fangos sí se tiene en cuenta a la hora de controlar y calcular los costes asociados al vertido.

### 2.3 Análisis de los equipos productivos

Hasta ahora el equipo técnico ha analizado, además de los datos generales sobre la empresa, los procesos productivos y los equipos de depuración presentes. Como última fase del diagnóstico, antes de comenzar el estudio de las posibilidades de mejora, deberá acometer el estudio de los equipos de trabajo.

Hemos de tener en cuenta que de todos los factores que forman parte de la relación de la empresa con el agua, el caso de la maquinaria es, posiblemente, la que ofrece menos posibilidades de actuación y de análisis real. El rendimiento exigido a los equipos, los productos tratados en los mismos, las exigencias de calidad, el volumen general de producción, el mantenimiento y antigüedad de los equipos, la formación de los trabajadores que los utilizan y el grado de preocupación por la eficiencia en el uso del agua van a ser factores que determinen el consumo de agua de la maquinaria y es probable que no resulte sencillo recabar información totalmente fidedigna. En cualquier caso, es un elemento del análisis que no puede dejar de ser tenido en cuenta. De nuevo, el técnico contará con dos herramientas de trabajo, una de ellas dedicada a la recopilación de información [ficha de recopilación 4 "Descripción de maquinaria"](#) (facilitada en el [ANEXO 7](#) de la guía), y una colección de fichas de apoyo [fichas descriptivas de maquinaria](#), que se facilitan en el [ANEXO 8](#) de esta guía.

La Ficha de recopilación 4 Descripción de maquinaria (ANEXO 7) se podrá utilizar para recabar la información específica sobre máquinas concretas que sean de especial interés en relación al uso de agua. Al igual que en el caso anterior, esta ficha estará vinculada a la Ficha de recopilación 2 "Proceso" + Ficha Plano (ANEXO 3) y será utilizada como anexo de ésta siempre que sea necesario.

Las particularidades sobre el uso de esta herramienta pueden consultarse en la ficha siguiente:

| <b>ACLARACIONES SOBRE LA FICHA DE RECOPIACIÓN 3<br/>"SISTEMAS DEPURACIÓN / PRETRATAMIENTO"</b> |  |
|--|--|
| <b>Objeto y alcance:</b>   | El objeto de esta ficha es la recopilación de información específica por cada máquina identificada en la ficha de descripción del proceso (Ficha de recopilación 2 -ANEXO 3-). Teniendo siempre en cuenta el ámbito del proyecto, el alcance de la descripción se limitará a aquellas características del equipo que tengan que ver con el consumo de agua del mismo.  |
| <b>Detalles de uso:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La función de la máquina o equipo es una información meramente descriptiva que ayudará a entender la relación del equipo con el agua</li> <li>• El caudal de trabajo será un parámetro fácil de recoger, pero el consumo de agua en el equipo por unidad producida resultará, probablemente, menos sencillo de obtener.</li> <li>• El epígrafe que recoge las posibilidades de recuperación del agua utilizada puede que sea el más interesante de la ficha, y será determinante para la obtención de posibles alternativas al vertido.</li> <li>• Muchas veces las posibilidades de recirculación sí vendrán dadas por la máquina, hecho que será menos habitual si hablamos de la reutilización o de la regeneración.</li> <li>• El croquis de la instalación y el reportaje fotográfico tendrán sentido cuando se trate de equipos complejos o poco habituales, cuya descripción se salga de lo habitual.</li> </ul> |

De nuevo, la guía de autodiagnóstico ofrece una herramienta de apoyo para personas que no estén especialmente versadas en el sector (en este caso puede ser especialmente útil para personal externo a la empresa, que pueda encontrarse con equipos de producción que no conozca). Se trata de una colección de fichas descriptivas de maquinaria que puede consultarse en el ANEXO 8 de este procedimiento

Es evidente que un catálogo exhaustivo de maquinaria y equipos pertenecientes a un sector tan amplio como el agroalimentario resultaría casi inabarcable. En este punto es importante que recordemos que el ámbito del diagnóstico es el consumo y el uso del agua y que, por lo tanto, debemos ceñirnos a aquellos equipos que utilicen agua para su funcionamiento. Por otro lado, podemos suponer que en futuras ampliaciones de esta guía de autodiagnóstico el catálogo de fichas de maquinaria y equipos se ampliará, al añadir otros subsectores y, sobre todo, al aparecer mejoras sobre equipos existentes o incluso equipos nuevos.

Por el momento, y siempre abierta como se ha dicho a futuras ampliaciones, el listado de equipos que se ofrece en el ANEXO 8 es el siguiente:

- Equipos de uso general:
  - Calderas
  - Sistema CIP
  - Cocción por cargas
  - Cocción por sistemas continuos
  - Pasteurizador por inmersión

- Pasterizador por lluvia de agua para producto envasado
- Pasterizador por lluvia de agua para producto envasado
- Pasterizador de producto líquido no envasado
- Pasterizador por lluvia de agua para producto no envasado
- Autoclave. Esterilizador discontinuo
- Esterilizador continuo
- Esterilizador de productos sin envasar
- Transformados vegetales
  - Peladora termofísica
  - Vacuum
  - Escaldador por vapor
  - Escaldador por inmersión
  - Limpieza por flotación
  - Limpieza por inmersión
  - Limpieza por aspersión
- Sector cárnico
  - Peladora de pollos
  - Lavadora de jamones
- Transformados de pescado
  - Tambor rotatorio de lavado.

Hasta este punto, el analista habrá recopilado toda la información referente a la empresa y a sus procesos productivos (incluyendo equipos de depuración y de producción) y su relación con el agua. Una vez recabada toda la información anterior, se procederá a la redacción del capítulo 3 del informe de conclusiones, siguiendo las pautas y el formato que pueden consultarse en el [ANEXO 9](#) de esta guía. Este informe será posteriormente completado, una vez que se ejecute la tercera fase del proyecto.



## **MÓDULO 3:**

La gestión del agua en las empresas.  
Posibilidades de mejora

Con el trabajo realizado hasta el momento, el analista contará con una imagen real y completa sobre el uso y la gestión del agua en la empresa y sobre su problemática. Una vez conseguido esto, se podrá acometer la tercera fase del proyecto, consistente en la identificación de posibilidades de mejora. Ello abarca posibilidades de aplicación de nuevas tecnologías o prácticas en el proceso o en depuración y pre-tratamientos, así como posibilidades de minimización de consumos, reutilización y recirculación.

### 3.1. Realización de una propuesta de monitorización

El objetivo de esta fase es conocer con exactitud dónde se están dando cada uno de los consumos de agua en la empresa, es decir, qué entradas y salidas de agua se producen en las diferentes fases del proceso productivo y en las máquinas o equipos de trabajo que están asociadas a ellos. Para realizar este trabajo se propondrá la ubicación de contadores que permitan la utilización futura de un software de gestión del agua en tiempo real. Para ello se utilizará la [Ficha plano](#) que acompaña a la [Ficha de recopilación 2](#) que puede consultarse en el [ANEXO 3](#) de este procedimiento. Esta propuesta de monitorización figurará también en el informe de situación presentado como resultado del proyecto completo.

### 3.2. Análisis de las posibilidades de mejora

El análisis de las posibilidades de mejora se realizará ejecutando una serie de fases que se apoyarán en las correspondientes herramientas de apoyo y herramientas de trabajo.

Conforme el técnico vaya avanzando en el proceso de estudio de las posibilidades de mejora, identificará actuaciones que podrían agruparse en tres tipos generales:

- **Tecnologías de reutilización, recuperación o regeneración de aguas<sup>1</sup>**, tanto en las propias instalaciones de la empresa como en el exterior de ellas. En las anteriormente mencionadas [Fichas de apoyo de procesos productivos \(ANEXO 4\)](#) ya se facilita un primer avance de las posibilidades de reutilización interna, ya que se aporta información sobre las características exigidas para el agua en cada uno de los procesos principales y auxiliares de la actividad. Sin embargo, es ahora el momento de analizar otras posibilidades asociadas a usos secundarios y, desde luego, a la utilización del agua excedente en actividades externas a la empresa. Para ello, el técnico contará con una herramienta de apoyo: las [fichas de buenas prácticas](#), que se facilitan en el [ANEXO 10](#) de este procedimiento, en las que se recogerán tecnologías de reutilización.

De forma paralela y complementaria a la fase anterior, el analista debe identificar posibles tecnologías de optimización de consumos y gestión del agua (teniendo en cuenta las mejores tecnologías disponibles como base de información y referencia) que resulten aplicables a la empresa estudiada. Evidentemente estos cambios tecnológicos resultarán en muchos casos complejos o excesivamente costosos y no pasarán de ser una sugerencia por parte del técnico. Sin embargo, en otras ocasiones resultarán viables económicamente y podrán ser tenidas en cuenta por los responsables de la instalación.

1. Hablaremos de agua reutilizada en aquellos casos en los que un proceso permita volver a utilizar el agua con las mismas características con las que sale de él o mediante el uso de pequeñas modificaciones (decantaciones sencillas, separación de partículas por hidrociclón, enfriado natural...). Nos referiremos a agua recuperada fundamentalmente en aquellos casos en los que un equipo utilice agua como materia auxiliar y pueda ser recuperada dándole un nuevo uso (agua proveniente de la condensación de vapor, agua de refrigeración no contaminada, aguas con pequeños pretratamientos que se vuelven aptas para otros usos –clorados-). Hablemos de agua regenerada al referirnos a aguas que se someten a procesos de depuración y, gracias a ello, son destinadas a usos distintos al vertido final

Es muy importante tener en cuenta que las buenas prácticas asociadas a la gestión general de cada proceso y a tareas generales del sector (limpieza, desinfección) pueden resultar tanto o más eficaces que tecnologías complejas que exijan grandes inversiones o paradas prolongadas del proceso productivo.

El asesor encargado del proyecto podrá basarse de nuevo en las fichas de apoyo, facilitadas en el **ANEXO 10** de este procedimiento (las ya mencionadas **fichas de buenas prácticas**, que recogerán pautas de optimización de consumos por cambios en proceso). En este punto resulta fundamental hacer una aclaración respecto al uso y utilidad de las mencionadas **fichas de buenas prácticas**: en general, los resultados esperables de la aplicación de una buena práctica resultan muy complicados de cuantificar. Esto es así, porque dichos resultados dependen del volumen de trabajo, del grado de éxito de la implantación de la buena práctica y, en el caso de las buenas prácticas generales, del sector o sub sector en concreto. Por ello, resulta tan complejo aventurar datos concretos sobre cantidades ahorradas o mejora en los parámetros de contaminación.

Las fichas de buenas prácticas facilitadas en el **ANEXO 10** son las siguientes:

#### **Buenas prácticas comunes a todo el sector agroalimentario**

1. Buenas prácticas generales de gestión
2. Buenas prácticas en limpieza CIP
3. Buenas prácticas en la limpieza de superficies
4. Recirculación, reutilización y regeneración de agua

#### **Sector lácteo**

##### **Buenas prácticas generales**

5. Buenas prácticas de gestión en el sector lácteo.

##### **Buenas prácticas específicas**

6. Gestión de salmueras
7. Gestión del lactosuero
8. Tratamiento UTH indirecto

#### **Transformados vegetales**

##### **Buenas prácticas generales:**

9. Buenas prácticas de gestión en el sector de transformados vegetales.
10. Lavado de materia prima
11. Buenas prácticas de escaldado de vegetales y recirculación/reutilización del agua del enfriado
12. Buenas prácticas en pelado-asado
13. Reutilización/recirculación del agua de enfriamiento proveniente de los procesos térmicos
14. Transformados vegetales. II Gama congelados. Mejores prácticas en equipos de frío/compresores

##### **Buenas prácticas específicas**

15. Recirculación del agua de enfriado de las pinzas del horno Emerito

#### **Pescados**

##### **Buenas prácticas generales**

16. Buenas prácticas de limpieza en el sector de los transformados de pescado.

**Buenas prácticas específicas**

- 17. Evitación del escamado y/o reutilización del agua empleada
- 18. Descongelado

**Sector cárnico****Buenas prácticas generales**

- 19. Gestión del agua
- 20. Limpieza de instalaciones y equipos
- 21. Minimización del agua en el transporte de supproductos
- 22. Recuperación del agua de los sistemas de refrigeración

**Buenas prácticas específicas del sub-sector de sacrificio de ganado**

- 23. Optimización del agua en depilado/flagelado
- 24. Optimización del agua en los escaldados
- 25. Optimización del agua en la estabulación.

**Buena práctica específica del sub-sector de productos curados**

- 26. Eliminación de la sal en seco.

**Bodegas****Buenas prácticas generales**

- 27. Limpieza de instalaciones
- 28. Reutilización del agua de lavado de botellas.
- 29. Sustitución de filtros rotativos

**Fabricación de cerveza**

- 30. Recirculación del agua en los túneles de pasteurización
- 31. Minimización del agua en la cocción

**Fabricación de zumos**

- 32. Recuperación de agua de tratamiento térmico y condensados.

**Aceites**

- 33. Sustitución de la molienda de tres fases por la de dos fases.

**Equipos específicos**

- 34. Reutilización del agua de las bombas de vacío
- 35. Recirculación del agua en sistemas de frío.
- 36. Buenas prácticas asociadas al uso de esterilizadores.

Aunque sería muy deseable, no toda el agua utilizada en un proceso industrial puede reutilizarse. El objetivo final de “vertido cero” ha de ser una meta a la que tender, pero será muy raro el caso en el que se consiga. De esta forma, una parte del agua utilizada será vertida a cauces o colectores, teniendo que considerar tres condiciones fundamentales para ello: el volumen máximo expresado en m<sup>3</sup>, los límites de carga contaminante para diferentes parámetros (ambos indicados en la autorización de vertido) y, desde luego, el coste económico asociado al vertido (vía canon de vertido o canon de saneamiento si se vierte a Dominio Público Hidráulico o a colector municipal respectivamente).

Son las dos últimas cuestiones (la carga contaminante y el coste por m<sup>3</sup> vertido) los que deberán animar a la empresa a cuestionarse los sistemas de depuración final de los que se haya dotado a la instalación y a plantearse la posibilidad de sustituirlos o mejorarlos. La identificación de alternativas de depuración será otro de los objetivos de esta parte del proyecto. Para ello, el técnico contará con la ayuda de una herramienta de apoyo ya mencionada con anterioridad: las “[fichas descriptivas de siste-](#)

mas de depuración” (que pueden encontrarse en el [ANEXO 6](#) de este documento)

### 3.3. Cálculo de la rentabilidad de las actuaciones

Desde luego, tanto las tecnologías de reutilización como las de reducción y reutilización tienen un coste económico, y de nada sirve proponer actuaciones que no van a resultar viables desde ese punto de vista. Por ello, será necesario que el técnico analice la rentabilidad de la inversión mediante el recálculo de condiciones y características del vertido con las posibles nuevas condiciones, aportando el dato de coste de agua por unidad producida. Para ello, podrá basarse en la descripción metodológica facilitada en el [ANEXO 11](#) de este procedimiento. En cualquier caso, ha de aclararse que dicho anexo es tan sólo una herramienta sencilla. Para profundizar en la evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión en el sector agroalimentario, recomendamos la obra de Antonio Colom Gorgues “Evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión. Aplicación a los sectores agrario y agroalimentario” (COLOM GORGUES, A, 2009). Algunas aclaraciones sobre el uso de la metodología facilitada en el [ANEXO 9](#) de la guía pueden consultarse en la ficha siguiente:

| ACLARACIONES SOBRE LA FICHA DE RECOPIACIÓN 3<br>“DEPURACIÓN / PRETRATAMIENTO” |  |
|---|--|
| <b>Objeto y alcance:</b>  | El objeto de este anexo es facilitar una herramienta sencilla para el análisis de la rentabilidad de una inversión mediante el cálculo de los indicadores más habituales: el Periodo de Retorno (PR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).  |
| <b>Detalles de uso:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ha de tenerse en cuenta que la herramienta facilitada en el <a href="#">ANEXO 11</a> está diseñada para ser utilizada por técnicos no especializados en análisis de tipo económico y que, por lo tanto, se trata de una guía sencilla.</li> <li>• Por ello, el anexo facilita, en primer lugar, una breve descripción del significado y el método de cálculo del Periodo de Retorno (PR), del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Es imprescindible que los neófitos en cuestiones económicas lean con detenimiento esas páginas para entender posteriormente la utilidad de la hoja de cálculo facilitada.</li> <li>• En segundo lugar el anexo ofrece, un modelo de hoja de cálculo que podría ser reproducida en cualquier programa comercial o utilizarse directamente con el apoyo de una calculadora. Si el analista ha leído las explicaciones previas no deberá tener problemas a la hora de la realización de los cálculos.</li> <li>• En tercer lugar el anexo facilita un ejemplo de uso de la hoja de cálculo para que su interpretación resulte más sencilla</li> <li>• Es importante aclarar que en el cálculo de los ahorros brutos asociados a la actuación elegida se han incluido todas las posibles fuentes de ahorro asociadas al agua que acarree la opción implantada. Ha de entenderse que el coste real del metro cúbico del agua vendrá dado del canon de saneamiento –o de vertido, según se vierta a colector o a cauce- (índice corrector –IC- x precio unitario x volumen en m<sup>3</sup>), el coste de personal (para el uso de la depuradora), coste de mantenimiento de la misma, consumo energético, gestión de lodos y residuos producidos por la misma y consumibles. Por lo tanto, el coste real del agua no es tan sólo el dinero que se paga por ella y por su vertido y muchas veces todo ello no se cuantifica correctamente.</li> </ul> <p>Las fórmulas de cálculo de los índices correctores en las comunidades autónomas de Navarra, La Rioja y Aragón, se facilitan como ejemplo en el compendio de normativa aplicable que se facilita en el <a href="#">ANEXO 2</a> de esta guía.</p> <p>A modo de ejemplo tras una simulación con una empresa real con unas cargas elevadas situada en Navarra, se alcanzó un valor de 2,511 Euros/m<sup>3</sup>.</p> |

### 3.4. Propuesta definitiva de acciones, plan de acción y redacción final del informe

Una vez ejecutadas las fases anteriores, el equipo analista ya estará en condiciones para presentar una propuesta definitiva de actuaciones. En primer lugar, se procederá a la redacción del capítulo 4 del informe de conclusiones, siguiendo las pautas y el formato que pueden consultarse en el [ANEXO 9](#) de esta guía. De este modo se organizará la información en los siguientes epígrafes:

- Propuesta de monitorización, incluyendo la "Ficha plano de monitorización/ubicación de contadores".
- Propuesta de tecnologías de reutilización<sup>1</sup>.
- Propuesta de tecnologías de recuperación<sup>2</sup>.
- Propuesta de alternativas de depuración y posibilidades de regeneración<sup>3</sup>. Aplicación de nuevas tecnologías.
- Posibilidades de regeneración, en las propias instalaciones y en zonas y actividades colindantes. Se tendrá en cuenta la aparición de las nuevas figuras administrativas, según los condicionados del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Alternativas de vertido final. Necesidades de adaptación en cuanto a las calidades y cantidades de los vertidos según el medio receptor, teniendo en cuenta las variables que marca la Directiva Marco del Agua y el resto de textos articulados. Primera aproximación a las soluciones, desde un prisma económico y técnico.
- Mejoras de gestión. Asociadas a cambios en el proceso productivo desde el punto de vista organizativo, cronológico o sobre el enfoque de mercado que pudieran redundar en un mejor comportamiento respecto al medio hídrico o en un mejor aprovechamiento del recurso.
- Por último, y a modo de resumen, se facilitará un listado definitivo de actuaciones organizadas según su rentabilidad en el epígrafe 4.7. del informe de conclusiones [ANEXO 9](#) de esta guía, facilitando como anexo del mismo, la colección de fichas de actuación propuestas, siguiendo el modelo que puede consultarse en el [ANEXO 12](#) de este procedimiento, para cada una de las actuaciones.

La ficha de actuación es un esquema sencillo que permite presentar, de forma ordenada y fácil de interpretar, las características más relevantes de la actuación que se quiere describir.

En ellas se informa sobre:

- Nombre y descripción de la actuación
- Objetivos que se persiguen con su implantación
- Cuantificación de la mejora esperada, si es posible.
- Desglose de las fases de ejecución (nombre de la fase, responsable, plazo y coste de la misma)
- Coste total de la actuación
- Periodo de amortización (periodo de retorno de la inversión, calculado según lo descrito en el [ANEXO 11](#) de la guía)
- Observaciones finales.

1. A partir de la comparación de las "fichas de buenas prácticas", que se facilitan en el [ANEXO 10](#) de este procedimiento con la información recopilada en las fichas de proceso (anexo III de este procedimiento)

2. Posibilidad de recuperación de aguas en ciclos semiabiertos o cerrados a partir de la información extraída de las fichas descriptivas de maquinaria y su comparación con las "fichas de buenas prácticas". Se tendrá en cuenta el recálculo de condiciones y características del vertido con las posibles nuevas condiciones.

3. Analizando las fichas descriptivas de sistemas de depuración, las fichas de recopilación de información sobre sistemas de depuración o pretratamiento utilizadas en la empresa y deduciendo posibles destinos alternativos de las aguas tratadas con los nuevos sistemas propuestos.

En principio, todas las actuaciones descritas en las fichas se consideran positivas para la empresa y, a su vez, viables técnica y económicamente: como se ha visto, el estudio de rentabilidad económica de la actuación tiene en esta guía una importancia considerable.

Sin embargo, es evidente que no todas las actuaciones propuestas van a suscitar el mismo interés a los responsables de la empresa y en el caso de haberse propuesto varias, es muy poco probable que puedan acometerse al mismo tiempo. Será, por lo tanto, imprescindible proponer un plan de acción que ordene cronológicamente las actuaciones que van a llevarse a cabo.

A la hora de organizar las actuaciones, el equipo habrá de basarse en diferentes criterios:

- Evidentemente, aquellas actuaciones que resulten más viables y de menor coste, podrán ser las primeras en ponerse en funcionamiento. Recordando el principio de Pareto, habitualmente un veinte por ciento de las causas son culpables de un ochenta por ciento de los problemas: es muy probable que ejecutando algunas acciones viables y sencillas comencemos a generar mejoras claras que animen a los responsables de la ejecución del plan a continuar con el trabajo, además de conseguir dar visibilidad al proyecto en un plazo corto de tiempo. Respecto a la viabilidad económica, habrá que tener en cuenta no sólo el coste total de la acción, sino su rentabilidad como inversión. El uso de la herramienta facilitada en el [ANEXO 11](#) resulta muy recomendable para desestimar, a priori, aquellas acciones que no generen un beneficio económico para la empresa.
- Desde luego, a la hora de plantear el cronograma para el plan de actuación, es evidente que muchas actuaciones se solaparán en el tiempo. Lógicamente, las duraciones de ejecución de cada una de ellas es diferente y habrá muchas que necesitarán de un periodo prolongado para ser llevadas a cabo y que tendrán que comenzar al mismo tiempo que otras que serán de consecución casi instantánea.
- Otra cuestión importante que se tendrá en cuenta a la hora de establecer el orden de ejecución de las acciones, es la pura lógica: es muy probable, que algunas actuaciones sean imprescindibles para poder acometer posteriormente otras. Un ejemplo muy claro son los planes de medición o formación antes de poner en funcionamiento mejoras en sistemas de depuración o reutilización del agua.
- Al margen de todo lo anterior, ha de recomendarse que se tengan en cuenta otros criterios lógicos para priorizar una actuaciones respecto a otras:
  - Los posibles riesgos legales. Puede darse el caso de haber descrito actuaciones que resulten económicamente interesantes y técnicamente viables pero que, aún siendo legales, generen cierta situación de “riesgo legal”. Nos referimos a la posibilidad de incurrir en ilegalidad a la hora de utilizar aguas regeneradas o reutilizadas si se producen errores en el tratamiento o si la normativa se vuelve más restrictiva.
  - La disponibilidad de medios materiales necesarios para ejecutar la acción propuesta que se encuentren ya disponibles en la empresa.
  - La viabilidad técnica de la actuación. Dependerá de potencias energéticas instaladas, existencia de instalaciones adecuadas, espacio físico, etc...
  - La formación o aptitud, es decir, la presencia de personas con la formación o cualificación profesional adecuada para ejecutar la acción propuesta.
  - La polivalencia de la acción, es decir, la posibilidad de que una actuación incida positivamente en más de un aspecto ambiental (no sólo en la cantidad de agua consumida o la calidad del vertido), como podría ser el descenso del consumo energético, la reducción de la producción de lodos o la minimización de olores.

En cada caso, tendrá que ser el equipo directivo de la empresa quien sopesa los diferentes criterios a la hora de decidir las prioridades de actuación y plantee, si lo considera necesario, un sistema de puntuación para valorarlos. Como sugerencia, se facilita una propuesta en la primera parte del [ANEXO 13](#) de esta guía.

Realizado este análisis, el equipo deberá proponer un plan de acción definitivo (puede utilizarse el facilitado en el mencionado [ANEXO 13](#)) en forma de “Plan global de acción”, indicando:

- Nombre de la acción
- Problemas relacionados
- Responsable de su ejecución
- Plazo
- Efectos previsibles
- Acciones relacionadas
- Efectos generados

Por lo tanto, el “Plan global de acción” será el cronograma general de actuaciones, que serán ejecutadas según lo descrito en cada una de las “Fichas de actuación”, cuyo modelo puede consultarse en el [ANEXO 12](#) de esta guía.



# CONSIDERACIONES FINALES

Como se indica en la introducción de este documento, “el objeto de esta guía es establecer una sistemática para la realización de diagnósticos de situación de las empresas del sector agroalimentario en cuanto su grado de eficiencia sobre la gestión del recurso hídrico, realizando un análisis que recoja toda la información útil al respecto. A su vez, tiene como objeto la presentación de un plan de mejoras que venga a eliminar las carencias detectadas en el diagnóstico previo”.

Sin embargo, la utilidad de este manual de trabajo no es sólo esa. Es muy probable que, aunque su finalidad básica sea la descrita en el párrafo anterior, puedan encontrarse otros usos secundarios, puesto que:

- La guía facilita una descripción de los principales procesos productivos y su relación con el agua.
- También describe los sistemas de depuración más utilizados en el sector.
- Ofrece un catálogo de equipos productivos y su relación con el agua.
- Aporta una colección de fichas descriptivas de buenas prácticas ambientales relacionadas con el agua y su uso en el sector agroalimentario.
- Describe un método de cálculo de la rentabilidad de proyectos de inversión.

Todo ello nos lleva a considerar que la guía puede ser para algunos profesionales (sobre todo aquellos que cuentan con menor experiencia y que se están introduciendo en el sector) una herramienta útil de consulta, al margen de la realización de diagnósticos y planes de mejora.

En este punto final del documento, los autores quisieran hacer una breve reflexión sobre la frase del “Discurso del método”, de René Descartes, elegida para ilustrar la primera página de la guía. No se trata, con un método como este, de realizar diagnósticos perfectos. Eso sería, además de imposible, absolutamente inalcanzable para cualquier técnico común (casi todos lo somos) y francamente inoperativo. Suele decirse que “lo mejor es enemigo de lo bueno”... “emplear mi razón en todo, si no perfectamente, al menos de la mejor manera posible”, dice Descartes... No podemos esperar a contar con un método perfecto de trabajo para emprender la acción y, la mayor parte de las veces, hemos de conformarnos con poder hacer el trabajo “de la mejor manera posible”. Pero esto no es malo, ni mucho menos; más bien al contrario: un método imperfecto puesto en funcionamiento podrá ir enriqueciéndose y perfeccionándose con las aportaciones de los profesionales que lo utilicen y mejorará en cada revisión y versión del mismo.

Por lo tanto, y para terminar, los autores de la guía quisiéramos que ésta no sea un documento estático sino una herramienta viva que vaya mejorando con el tiempo gracias a las aportaciones de sus lectores y usuarios.



# BIBLIOGRAFÍA

# a

**AGUILAR, M.,- 2002.-** Tratamiento físico-químico de aguas residuales. Coagulación-floculación. Universidad de Murcia, ISBN: 84-8371-308-X

**AINIA, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO.** Mejores técnicas disponibles en el sector cervecero. 119 p.

**AINIA, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO.** Mejores técnicas disponibles en la industria láctea. 109 p.

**AINIA, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO.** Mejores técnicas disponibles en la industria de elaborados vegetales. 135 p.

**AINIA, INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO.** Mejores técnicas disponibles en la industria cárnica. 128 p.

**AZNAR JIMÉNEZ, D.** Tratamientos secundarios de una EDARU. Dpto. C. e I. Materiales e I. Química universidad Carlos III de Madrid

# b

**BELLO GUTIÉRREZ, J, 2008.** Jamón curado: aspectos científicos y tecnológicos; perspectiva desde la Unión Europea. Ed. Díaz de Santos. ISBN 978-84-7978-884-1

**BLUME, 1988.** El agua. Ed. Blume (colección Blume Ecología), 173 p. ISBN: 84-7031-610-9

**BRENNAN , JC, et al, 1980.** Las operaciones de ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia. ISBN: 84-200-0456-1

**BUENO, JL, SASTRE, H y LAVIN, A.G., 1997.** Contaminación e ingeniería ambiental. Ed. F.I.C.Y.T. e Universidad de Oviedo. Colección de 5 tomos. ISBN 84-923131-5-3

**BURGESS, G.H.O., 1979.** El pescado y las industrias derivadas de la pesca. ISBN: 84-200-0269-0

# c

**CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID, 1998.** El agua: una fuente de ahorro en el sector cárnico. Principios generales de buenas prácticas para el ahorro de agua en la industria cárnica. 55 p. DL: M-56318-1998.

**CASP VANACLOCHA, A, 1999.** Procesos de conservación de alimentos. Ed. Mundi Prensa. ISBN: 85-7114-810-2

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS AGRÓNOMOS DE CENTRO Y CANARIAS, 1999.** Aprovechamiento de las aguas residuales del sector agrario (V Premio Eladio Aranda) 384 páginas. ISBN. 978-84-85441-50-1

**COLOM GORGUES, A, 2009.** Evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión. Aplicación a los sectores agrario y agroalimentario. Ed. Universidad de Lleida. ISBN: 978-84-8409-304-6

**CONSEBRO.** Guía básica de gestión de trazabilidad en el sector alimentario de Navarra. 2006

**CORDERO, M.C., et al., 2003.** Swine waste tertiary treatment for nitrogen removal by a constructed wetland 1st International Seminar on The Use of Aquatic Macrophytes for Wastewater Treatment in Constructed Wetlands. Ed. Verissimo Dias e Jan Vymazal. 1ª ed. may 2003.

**CORREA GUIMARES, A et PEREDA CISNEROS, V et al., 2007.** Metodología de gestión de aguas residuales en la industria agroalimentaria: aplicación al sector quesero. En Evaluación de impacto ambiental en España: nuevas perspectivas: (Actas del IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, IV CONEIA) : [Madrid, abril 2007]

## d

**DEGREMONT, 1979.** Manual técnico del agua. Ed. Degrèmont, Bilbao, 1989, 1216 p. ISBN: 84-300-1651-1.

**DE LAS FUENTES, L et al, 1999.** Nuevas perspectivas en la depuración de aguas residuales: reactor biológico de membrana. En "Química e industria", nº junio 1999, págs. 36 y 37. (ISSN: 0033-6521)

## e

**EUROPEAN COMMISSION, 2002.** Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. 375 p.

**EUROPEAN COMMISSION, 2002.** Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry. 543 p.

## f

**RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ-ALBA, A. et al., 2006.** Tratamientos avanzados de aguas residuales. Ed. CITME, CEIM y Comunidad de Madrid. DL: M-30985-2006.

**FUNDACIÓN MAPFRE, 1994.** Manual de Contaminación Ambiental. Ed Mapfre S.A.-ITSEMAP Ambiental, 578 p. ISBN: 84-7100-957-9

# g

**GARCÍA, J, RUIZ, A y JUNQUERAS, X, 1997.** Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales construidos. En "Tecnología del agua", nº 155.

**GARCÍA-VAQUERO VAQUERO, E & AYUGA TELLEZ, F.** Diseño y construcción de industrias agroalimentarias. Ed. Mundi Prensa, 438 p., ISBN: 84-7114-336-4

**GIL JORDANO, D, 2010.** Tecnologías para tratamiento y depuración de aguas residuales.

# h

**HERMOSILLA, D. et al, 2008.** Gestión integral de residuos líquidos: estudio de caso de una planta refinadora de aceite de pescado. Theoria, Vol. 17 (1): 41-50, 2008. ISSN 0717-196X

# l

**LARREA URCOLA, A, et al, 2004.** Ventajas y aplicaciones de la tecnología de lecho móvil en aguas residuales urbanas e industriales. En "Tecnología del Agua" nº 255

**LÓPEZ LÓPEZ, A.- 2008.** Comparative study between physicochemical and biological processes to treat slaughterhouse wastewater. En Interciencia, VOL. 33 N° 7 Méjico

# m

**MADRID VICENTE, A, 1986.** Manual de industrias alimentarias. Ed. A Madrid. ISBN: 84-398-7303-4

**MAFART, P, 1994.** Ingeniería industrial alimentaria. Ed Acribia. ISBN: 84-200-0749-8

**MANEM, J., SANDERSON, R. Biorreactores de Membrana.** Tratamiento del Agua por procesos de membrana. Principios, procesos y aplicaciones. American Water Works Association Research Foundation. Madrid. McGrawHill, 1998, p.757-787

**MORENO GRAU, MD & LUQUE MORENO, J, 1991.** "Depuración por lagunaje de aguas residuales. Manual de operadores". MOPT. ISBN: 84-7433-724-0

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE MEDIO RURAL Y MARINO.** Buenas Prácticas en la gestión del agua en el sector agroalimentario.

# n

**NEMEROV, N. & DASGUPTA, A, 1998.** Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Ed. Díaz de Santos, 822 p. ISBN: 84-7978-337-0

**REVENTÓS SANTAMARÍA, M, 2005.** Industria alimentaria, tecnologías emergentes. Ed. UPC. ISBN: 84-8301-790-3

# S

**SPREER, E, 1991.** Lactología industrial: leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos. Ed. Acribia, ISBN: 84-200-0715-3

**RONZANO, E & DAPENA, JL, 1995.** Tratamiento biológico de las aguas residuales. Ed. Díaz de Santos, 511 p

**SABASTANO MARIEL, C & IRABIEN GULÍAS, J.A., 2002.** Aspectos básicos de los procesos con membranas: innovación tecnológica en separación / concentración. En "Química e industria", nº febrero 2002, págs.. 13 a 24 (ISSN: 0033-6521)

**SEAT Servicio de Formación Profesional, 1973.** Generadores de vapor: elementos e instalaciones hidroneumáticas

**SEGURA COBO, J.C., 2009.** Maquinaria para tratamiento y depuración de aguas. Ed. Bellisco Ediciones. ISBN:978-84-96486-79-9, 801 P.

**SEOANEZ CALVO, M., 1997 (b).** Ingeniería Medioambiental Aplicada -Casos prácticos-. Ed. Mundi Prensa, 528 p. ISBN: 84-714-706-8

**SEOANEZ CALVO, M. 1997 (a).** Ecología Industrial. Ed. Mundi Prensa, 522 P. ISBN: 84-7114-714-9

**SERCOMETAL, 1983.** Operadores industriales de calderas: conocimientos básicos para la obtención del carné de operadores de calderas. Ed: Subdirección General de Seguridad Industrial.

**SOLANA PITA, M & AZNAR JIMÉNEZ, A, 2002.** Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales en una industria de conservas de pescado y marisco. Revista Gestión Ambiental, vol. 4(48) pag. 12-21

# t

**TERÁN DÍEZ, CARLOS, 2006.** Vertidos industriales: los reactores biológicos de membranas (RBM) y la industria de alimentación y bebidas. En "2º diálogo internacional sobre la crisis mundial del agua" Sevilla, 2006.

**TRAGSATEC, 1993.** Tratamiento de aguas residuales, basuras y escombros en el ámbito rural. Ed. Editorial Agrícola Española S.A.. ISBN: 84-85441-25-7

## V

**VIRTO, I. et al., 2007.** Riego con aguas residuales de la industria agroalimentaria y calidad del suelo en el Valle del Ebro en Navarra, España. En Terra Latinoamericana, vol 25, nº3 pág 239-250. Universidad Autónoma Chapingo, Méjico.



**ANEXOS**



# índice ANEXOS

**ANEXO 1. FICHA DE RECOPIACIÓN 1 "EMPRESA"**

**ANEXO 2. REFERENCIAS LEGALES**

**ANEXO 3. FICHA RECOPIACIÓN 2. "PROCESO" + FICHA PLANO**

**ANEXO 4. FICHA DE APOYO A LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

**ANEXO 5. FICHA DE RECOPIACIÓN 3. SISTEMAS DE DEPURACIÓN / PRETRATAMIENTOS**

**ANEXO 6. FICHAS DESCRIPTIVAS DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN**

**ANEXO 7. FICHA DE RECOPIACIÓN 4 "DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA"**

**ANEXO 8. FICHAS DESCRIPTIVAS DE MAQUINARIA**

**ANEXO 9. FORMATO - ESQUEMA DE INFORME**

**ANEXO 10. FICHAS DE BUENAS PRÁCTICAS**

**ANEXO 11. CÁLCULO DE RENTABILIDAD DE INVERSIONES**

**ANEXO 12. FICHA DE ACTUACIÓN**

**ANEXO 13. FORMATO DE PLAN DE ACCIÓN**

### DATOS GENERALES EMPRESA

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Denominación:           |  |
| Dirección:              |  |
| C.P.:                   |  |
| Municipio:              |  |
| Concejo:                |  |
| Telf.:                  |  |
| Fax:                    |  |
| e-mail:                 |  |
| Actividad desarrollada: |  |
| CNAE                    |  |
| Persona de contacto:    |  |
| Personal auditor:       |  |

### DESCRIPCIÓN GENERAL ACTIVIDAD E INSTALACIONES

|  |
|--|
|  |
|--|

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

|  |
|--|
|  |
|--|

**DIAGRAMA/S PROCESO PRODUCTIVO**

Empty space for the production process diagram.

SE ADJUNTAN PLANOS

|                          |         |                          |                         |                          |                                     |
|--------------------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | General | <input type="checkbox"/> | Distribución maquinaria | <input type="checkbox"/> | Red de abastecimiento y saneamiento |
|--------------------------|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|

| DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA PRODUCCIÓN |                 |                 |                 |                 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Nombre del producto                    | PRODUCTO 1 (Ud) | PRODUCTO 2 (Ud) | PRODUCTO 3 (Ud) | PRODUCTO 4 (Ud) |
| Enero                                  |                 |                 |                 |                 |
| Febrero                                |                 |                 |                 |                 |
| Marzo                                  |                 |                 |                 |                 |
| Abril                                  |                 |                 |                 |                 |
| Mayo                                   |                 |                 |                 |                 |
| Junio                                  |                 |                 |                 |                 |
| Julio                                  |                 |                 |                 |                 |
| Agosto                                 |                 |                 |                 |                 |
| Septiembre                             |                 |                 |                 |                 |
| Octubre                                |                 |                 |                 |                 |
| Noviembre                              |                 |                 |                 |                 |
| Diciembre                              |                 |                 |                 |                 |
| TOTAL AÑO                              |                 |                 |                 |                 |





| INFORMACIÓN DEL ENTORNO   |                          |    |                          |                                     |
|---|--------------------------|----|--------------------------|-------------------------------------|
| URBANIZACIÓN DE LA EMPRESA  |                          |    |                          |                                     |
| Existencia de zonas ajardinada  | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Superficie (m <sup>2</sup> ):    |
| Breve descripción   |                          |    |                          |                                     |
|   |                          |    |                          |                                     |
| Existencia de sistemas de riego   | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Consumo anual (m <sup>3</sup> ): |
| Descripción sistema riego   |                          |    |                          |                                     |
|   |                          |    |                          |                                     |
| ENTORNO CERCANO   |                          |    |                          |                                     |
| Existencia de actividades y/o infraestructuras con importantes consumos de agua |                          |    |                          |                                     |
| Cultivos en regadío:  | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Distancia (m):                   |
| Comunidad de regantes:  | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Nombre:                          |
| Cultivos secano (potencialmente regables):                                      | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Distancia (m):                   |
| Canales o infraestructuras de riego:  | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Distancia (m):                   |
| Instalaciones hidroeléctricas:  | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Distancia (m):                   |
| Piscifactorías:   | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no Distancia (m):                   |
| Otros (industriales, ganaderos, etc.) Especificar                               |                          |    |                          | Distancia (m):                      |
| Descripción de las actividades y/o infraestructuras cercanas que utilizan agua  |                          |    |                          |                                     |
|   |                          |    |                          |                                     |

### RESUMEN PROCESOS CON CONSUMO DE AGUA

(Listar los procesos principales y auxiliares detectados que consumen agua, incluyendo limpieza, riego, refrigeración, etc.)

| <b>CONSUMO DE AGUA</b>                       |                 |                 |                 |                 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| DISTRIBUCIÓN ANUAL CONSUMO (M <sup>3</sup> ) |                 |                 |                 |                 |
| Nombre del producto                          | PRODUCTO 1 (Ud) | PRODUCTO 2 (Ud) | PRODUCTO 3 (Ud) | PRODUCTO 4 (Ud) |
| Enero  |                 |                 |                 |                 |
| Febrero                                      |                 |                 |                 |                 |
| Marzo  |                 |                 |                 |                 |
| Abril  |                 |                 |                 |                 |
| Mayo   |                 |                 |                 |                 |
| Junio  |                 |                 |                 |                 |
| Julio  |                 |                 |                 |                 |
| Agosto                                       |                 |                 |                 |                 |
| Septiembre                                   |                 |                 |                 |                 |
| Octubre                                      |                 |                 |                 |                 |
| Noviembre                                    |                 |                 |                 |                 |
| Diciembre                                    |                 |                 |                 |                 |
| TOTAL AÑO                                    |                 |                 |                 |                 |

| COSTES ANUALES ASOCIADOS AL CONSUMO DE AGUA  |      |               |                                      |                               |
|--|------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------|
|  | €/Ud | Ud            | €                                    |                               |
| Coste M <sup>3</sup> agua<br>(Canon suministrador)   |      |               |                                      |                               |
| Cuotas fijas (normalmente de la mancomunidad)  |      |               |                                      |                               |
| Coste analíticas   |      |               |                                      |                               |
| Coste consumibles tratamiento<br>(filtros, potabilizadoras..)  |      |               |                                      |                               |
| Coste energético<br>( h fto bombas, tipos..)   |      |               |                                      |                               |
| Coste gestión residuos y fangos<br>(pretratamiento)  |      |               |                                      |                               |
| Otros (limpiezas depósitos y mts.<br>regulares y derivados de proble-<br>mas caudales bajos, producción<br>temporal, mto acequias) |      |               |                                      |                               |
| <b>TOTAL</b>   |      |               |                                      |                               |
| INVERSIONES  |      |               |                                      |                               |
| Inversión instalaciones tratamiento y suministro (depuradoras previas,<br>descalcificadoras, acequias...)                          | Año  | Inversión (€) | Período de<br>amortización<br>(años) | Amortización<br>anual (€/año) |
|  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |
| <b>TOTAL INVERSIONES</b>   |      |               |                                      |                               |
| <b>TOTAL</b>   |      |               |                                      |                               |
| <b>Observaciones:</b>  |      |               |                                      |                               |
|  |      |               |                                      |                               |

**CONTROL DEL CONSUMO**

Existencia de dispositivos internos para controlar y monitorizar el consumo de agua asociado a diferentes procesos:

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | si |
| <input type="checkbox"/> | no |

Descripción y localización (en plano de red interna)

**REDUCCIÓN DEL CONSUMO**

Existencia de dispositivos internos para controlar y monitorizar el consumo de agua asociado a diferentes procesos:

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <input type="checkbox"/> | si |
| <input type="checkbox"/> | no |

Ahorro anual de agua conseguido:

Coste implantación:

**DESCRIPCIÓN**

| CAPTACIONES   |    |    |                                  |  |
|---|----|----|----------------------------------|--|
| Nº de captaciones existentes:   |    |    |                                  |  |
| Rellenar una ficha por cada captación existente   |    |    |                                  |  |
| CAPTACIÓN Nº  |    |    |                                  |  |
| Agua de red:  | SI | NO | Suministrador:                   |  |
| Agua superficial:   | SI | NO | Confederación Hidrográfica:      |  |
| Agua subterránea:   | SI | NO | Tipo contador (totalizador, etc) |  |
| Existencia equipo contador:   | SI | NO |                                  |  |
| Observaciones (Existencia de autorización, fecha, vigencia, caudal, principales condiciones). |    |    |                                  |  |
|   |    |    |                                  |  |
| Breve descripción instalaciones captación.  |    |    |                                  |  |
|   |    |    |                                  |  |

| VERTIDOS                             |      |               |                                |                            |
|--------------------------------------|------|---------------|--------------------------------|----------------------------|
| RED SANEAMIENTO                      |      |               |                                |                            |
| Red separativa:                      | SI   | NO            | Observaciones:                 |                            |
| Red unitaria:                        | SI   | NO            |                                |                            |
| Únicamente fecales                   | SI   | NO            |                                |                            |
| Incluir las de refrigeración.        |      |               |                                |                            |
| COSTES ANUALES ASOCIADOS AL VERTIDO  |      |               |                                |                            |
|                                      | €/Ud | Ud            | €                              |                            |
| Coste M <sup>3</sup> vertido (Canon) |      |               |                                |                            |
| Cuota fija                           |      |               |                                |                            |
| Coste analíticas                     |      |               |                                |                            |
| Coste consumibles tratamiento        |      |               |                                |                            |
| Coste energético                     |      |               |                                |                            |
| Coste gestión residuos y fangos      |      |               |                                |                            |
| Otros (mantenimientos)               |      |               |                                |                            |
| TOTAL                                |      |               |                                |                            |
| INVERSIONES                          |      |               |                                |                            |
| Inversión instalaciones depuración   | Año  | Inversión (€) | Período de amortización (años) | Amortización anual (€/año) |
|                                      |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |
| TOTAL INVERSIONES                    |      |               |                                |                            |
| TOTAL                                |      |               |                                |                            |
| Observaciones:                       |      |               |                                |                            |
|                                      |      |               |                                |                            |

| CLASIFICACIÓN VERTIDO (adjuntar analíticas realizadas)  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|---|--------------------------|----|--------------------------|----|-----------------------------|---|--------------------------|----|--------------------------|----|
| Nº de puntos de vertido existentes:   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Rellenar una ficha por cada punto de vertido existente  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| VERTIDO Nº  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Vertido indirecto   | <input type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO | Entidad de gestión local    |   |                          |    |                          |    |
| Directo superficial:  | <input type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO | Confederación Hidrográfica: |   |                          |    |                          |    |
| Directo subterránea:  | <input type="checkbox"/> | SI | <input type="checkbox"/> | NO |                             |   |                          |    |                          |    |
| CONTROL DEL VERTIDO   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Existencia de dispositivos para controlar cantidad y/o calidad del vertido:   |                          |    |                          |    |                             | <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>si</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>no</td> </tr> </table> | <input type="checkbox"/> | si | <input type="checkbox"/> | no |
| <input type="checkbox"/>  | si                       |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| <input type="checkbox"/>  | no                       |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Descripción y localización (en plano de red interna)  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Descripción elementos del punto de vertido (bombas, etc.) Croquis.  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Condiciones impuestas al vertido en autorización o licencia: (límites de contaminantes, caudal, volumen, flujo, etc)        |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Principales características ambientales del medio receptor / Principales características técnicas de la estación depuradora |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
| Breve descripción de los dispositivos de depuración instalados  |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |
|   |                          |    |                          |    |                             |   |                          |    |                          |    |

| VERTIDOS                                     |                |                |                |       |
|--|----------------|----------------|----------------|-------|
| DISTRIBUCIÓN ANUAL CONSUMO (m <sup>3</sup> ) |                |                |                |       |
|  | PTO. VERTIDO 1 | PTO. VERTIDO 2 | PTO. VERTIDO 3 | TOTAL |
| Enero  |                |                |                |       |
| Febrero                                      |                |                |                |       |
| Marzo  |                |                |                |       |
| Abril  |                |                |                |       |
| Mayo   |                |                |                |       |
| Junio  |                |                |                |       |
| Julio  |                |                |                |       |
| Agosto                                       |                |                |                |       |
| Septiembre                                   |                |                |                |       |
| Octubre                                      |                |                |                |       |
| Noviembre                                    |                |                |                |       |
| Diciembre                                    |                |                |                |       |
| TOTAL AÑO                                    |                |                |                |       |



## COMPENDIO DE NORMATIVA APLICABLE EN EL USO Y LA GESTIÓN DEL AGUA

### Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| LEGISLACIÓN GENERAL                              | 2  |
| LEY DE AGUAS                                     | 2  |
| AGUAS POTABLES                                   | 6  |
| NORMATIVA DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO | 12 |
| AGUAS SUPERFICIALES                              | 12 |
| VERTIDOS   | 13 |
| LEGISLACIÓN COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA       | 14 |
| LEGISLACIÓN COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA           | 18 |
| COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN                     | 25 |
| REUTILIZACIÓN DE AGUA                            | 30 |
| LEGIONELOSIS                                     | 34 |

## LEGISLACIÓN GENERAL

### LEY DE AGUAS

- Ley de Aguas 1/2.001: Texto refundido de la Ley de Aguas.
- Reglamento 849/1.986 de Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 606/2.003 por el que se modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

Regula el dominio público hidráulico, el uso del agua y el ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio.

| ACERCA DE LAS CONCESIONES DE AGUA   |
|---|
| Toda concesión se otorgará según las previsiones de los Planes Hidrológicos, con carácter temporal y plazo no superior a 75 años.   |
| En toda concesión de aguas públicas se fijará la finalidad de ésta, su plazo, el caudal máximo cuyo aprovechamiento se concede, indicando el período de utilización cuando ésta se haga en jornadas restringidas, el caudal medio continuo equivalente y el término municipal y provincia donde esté ubicada la toma.   |
| <b>Procedimiento:</b><br><br>Se presentará una instancia al Organismo de cuenca correspondiente, haciendo constar los siguientes extremos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Peticionario (persona física o jurídica).</li><li>• Destino del aprovechamiento.</li><li>• Caudal de agua solicitado.</li><li>• Corriente de donde se han de derivar las aguas.</li><li>• Términos municipales donde radican las obras.</li></ul> La instancia se acompañará de un proyecto en el que se determinarán las obras e instalaciones necesarias así como otros datos requeridos.<br>El Organismo de cuenca examinará el documento técnico y la petición de concesión presentados para apreciar su previa compatibilidad o incompatibilidad con el Plan Hidrológico de cuenca. |

| ACERCA DE LAS AUTORIZACIONES DE VERTIDO A CAUCE PÚBLICO  |
|--|
| <p>Las autorizaciones de vertido tendrán un plazo máximo de vigencia de 5 años, entendiéndose renovadas por plazos sucesivos de igual duración al autorizado, siempre que el vertido no sea causa de incumplimiento de las normas de calidad ambiental exigibles en cada momento.</p>  |
| <p>En toda concesión de aguas públicas se fijará la finalidad de ésta, su plazo, el caudal máximo cuyo aprovechamiento se concede, indicando el período de utilización cuando ésta se haga en jornadas restringidas, el caudal medio continuo equivalente y el término municipal y provincia donde esté ubicada la toma.</p>   |
| <p><b>Procedimiento:</b><br/>El procedimiento para obtener la autorización de vertido se iniciará mediante solicitud del titular de la actividad, con los datos requeridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de la actividad causante del vertido.</li> <li>• Localización del punto de vertido.</li> <li>• Características cualitativas, cuantitativas y temporales del vertido.</li> <li>• Descripción de las instalaciones de depuración y evacuación del vertido.</li> <li>• Proyecto, suscrito por técnico competente, de las obras e instalaciones de depuración o eliminación que, en su caso, fueran necesarias.</li> </ul> <p>Cuando el vertido pueda dar lugar a la infiltración o almacenamiento de sustancias susceptibles de contaminar los acuíferos o las aguas subterráneas, sólo podrá autorizarse si el estudio hidrogeológico previo demostrase su inocuidad.</p>   |
| <p><b>En la autorizaciones de vertido se concretará especialmente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Origen de las aguas residuales y localización geográfica del punto de vertido.</li> <li>• El caudal y los valores límite de emisión del efluente.</li> <li>• Las instalaciones de depuración y evacuación que el Organismo de cuenca considere suficientes para cumplir la normativa sobre la calidad del agua del medio receptor.</li> <li>• Las fechas de iniciación y terminación de las obras e instalaciones, fases parciales previstas y entrada en servicio de aquéllas, así como las medidas que, en caso necesario, se deban adoptar para reducir la contaminación durante el plazo de ejecución de aquéllas.</li> <li>• Los elementos de control de las instalaciones de depuración y los sistemas de medición del caudal y de la toma de muestras, así como la periodicidad en la que es obligatorio analizar y acreditar los parámetros y condiciones del vertido, así como cualesquiera otras declaraciones y acreditaciones a que venga obligado ante el Organismo de cuenca.</li> <li>• El plazo de vigencia de la autorización.</li> <li>• El importe del canon de control de vertidos.</li> <li>• Las causas de modificación y revocación de la autorización.</li> <li>• Las actuaciones y medidas que, en casos de emergencia, deban ser puestas en práctica por el titular de la autorización.</li> </ul> |
| <p>Las autorizaciones de vertido corresponderán a la Administración hidráulica competente, salvo en los casos de vertidos efectuados en cualquier punto de la red de alcantarillado o de colectores gestionados por las Administraciones autonómicas o locales o por entidades dependientes de las mismas, en los que la autorización corresponderá al órgano autonómico o local competente.</p> <p>Los vertidos indirectos a aguas superficiales con especial incidencia para la calidad del medio receptor han de ser informados favorablemente por el Organismo de cuenca previamente al otorgamiento de la preceptiva autorización.</p>  |
| <p><b>Canon de vertido:</b><br/>El importe del canon de control de vertidos (C) será el resultado de multiplicar el volumen de vertido autorizado (V) por el precio unitario de control de vertido (Pu).</p> $C = V \times Pu$ <p>Dicho precio unitario se calculará multiplicando el precio básico (Pb) por m<sup>3</sup>, 0,01202 euros para agua residual urbana, y 0,03005 euros para agua residual industrial, por un coeficiente de mayoración o minoración (K) determinado con arreglo a la escala del Anexo IV. El coeficiente de mayoración del precio básico no podrá ser superior a 4.</p> $C = V \times Pb \times K$   |

### Cálculo del coeficiente de mayoración o minoración del canon de control de vertidos

El cálculo del coeficiente de mayoración o minoración se obtiene, para cada uno de los dos tipos de vertido indicados en el apartado 1, Naturaleza del vertido, del resultado de multiplicar los factores correspondientes a cada clase de los apartados 2, 3 y 4 siguientes.

$$K = K1 \times K2 \times K3$$

#### 1) Naturaleza del vertido

- Agua residual urbana o asimilable.
- Agua residual industrial.

#### 2) Características del vertido (K1)

- Urbanos hasta 1.999 habitantes-equivalentes = 1.
- Urbanos entre 2.000 y 9.999 habitantes-equivalentes = 1,14.
- Urbanos a partir de 10.000 habitantes-equivalentes = 1,28.
- Industrial clase 1 = 1.
- Industrial clase 2 = 1,09.
- Industrial clase 3 = 1,18.
- Clase 1, 2 o 3 con sustancias peligrosas = 1,28.

En el caso de las industrias conserveras, las características de sus vertidos pertenecen a la Clase 1, es decir,  $K1 = 1$ .

#### 3) Grado de contaminación del vertido (K2)

- Urbanos con tratamiento adecuado = 0,5.
- Urbanos sin tratamiento adecuado = 2,5.
- Industrial con tratamiento adecuado = 0,5.
- Industrial sin tratamiento adecuado = 2,5.

#### 4) Calidad ambiental del medio receptor (K3)

- Vertido en zona de categoría I = 1,25.
- Vertido en zona de categoría II = 1,12.
- Vertido en zona de categoría III = 1.

**Límites de vertido:**

Tablas de los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en la estima del tratamiento del vertido.

| Parámetro/Unidad              | Valores límites<br>Tabla 1                              | Valores límites<br>Tabla 2 | Valores límites<br>Tabla 3 |
|-------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| P.H.                          | Comprendido entre 5,5 y 9,5                             |                            |                            |
| Sólidos en suspensión (mg/l)  | 300   | 150                        | 80                         |
| Materias sedimentables (ml/l) | 2   | 1                          | 0,5                        |
| Sólidos gruesos               | Ausentes  | Ausentes                   | Ausentes                   |
| D.B.O.5 (mg/l)                | 300   | 60                         | 40                         |
| D.Q.O. (mg/l)                 | 500   | 200                        | 160                        |
| Temperatura (° C)             | 3   | 3                          | 3                          |
| Color                         | Inapreciable en disolución:<br>1/40      1/30      1/20 |                            |                            |
| Aluminio (mg/l)               | 2   | 1                          | 1                          |
| Arsénico (mg/l)               | 1,0   | 0,5                        | 0,5                        |
| Bario (mg/l)                  | 20  | 20                         | 20                         |
| Boro (mg/l)                   | 10  | 5                          | 2                          |
| Cadmio (mg/l)                 | 0,5   | 0,2                        | 0,1                        |
| Cromo III (mg/l)              | 4   | 3                          | 2                          |
| Cromo VI (mg/l)               | 0,5   | 0,2                        | 0,2                        |
| Hierro (mg/l)                 | 10  | 3                          | 2                          |
| Manganeso (mg/l)              | 10  | 3                          | 2                          |
| Níquel (mg/l)                 | 10  | 3                          | 2                          |
| Mercurio (mg/l)               | 0,1   | 0,05                       | 0,05                       |
| Plomo (mg/l)                  | 0,5   | 0,2                        | 0,2                        |
| Selenio (mg/l)                | 0,1   | 0,03                       | 0,03                       |
| Estaño (mg/l)                 | 10  | 10                         | 10                         |
| Cobre (mg/l)                  | 10  | 0,5                        | 0,2                        |
| Cinc (mg/l)                   | 20  | 10                         | 3                          |
| Tóxicos metálicos             | 3   | 3                          | 3                          |
| Cianuros (mg/l)               | 1   | 0,5                        | 0,5                        |
| Cloruros (mg/l)               | 2000  | 2000                       | 2000                       |
| Sulfuros (mg/l)               | 2   | 1                          | 1                          |
| Sulfitos (mg/l)               | 2   | 1                          | 1                          |
| Sulfatos (mg/l)               | 2000  | 2000                       | 2000                       |
| Fluoruros (mg/l)              | 12  | 8                          | 6                          |
| Fósforo total (mg/l)          | 20  | 20                         | 10                         |
| Idem                          | 0,5   | 0,5                        | 0,5                        |
| Amoníaco (mg/l)               | 50  | 50                         | 15                         |
| Nitrógeno nítrico (mg/l)      | 20  | 12                         | 10                         |
| Aceites y grasas (mg/l)       | 40  | 25                         | 20                         |
| Fenoles (mg/l)                | 1   | 0,5                        | 0,5                        |
| Aldehídos (mg/l)              | 2   | 1                          | 1                          |
| Detergentes (mg/l)            | 6   | 3                          | 2                          |
| Pesticidas (mg/l)             | 0,05  | 0,05                       | 0,05                       |

Los límites absolutos son los expresados en la tabla I.

**Sin embargo es imprescindible tener en cuenta las dos notas finales del RD 849/1986, o Reglamento del Dominio Público Hidráulico:**

Cuando el caudal vertido sea superior a la décima parte del caudal mínimo circulante por el cauce receptor, las cifras de la Tabla 1 podrán reducirse en lo necesario, en cada caso concreto, para adecuar la calidad de las aguas a los usos reales o previsibles de la corriente en la zona afectada por el vertido.

Si un determinado parámetro tuviese definidos sus objetivos de calidad en el medio receptor, se admitirá que en el condicionado de las autorizaciones de vertido pueda superarse el límite fijado en la Tabla 1 para tal parámetro, siempre que la dilución normal del efluente permita el cumplimiento de dichos objetivos de calidad.

## AGUAS POTABLES

- Real Decreto 140/2.003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Establece los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro con el fin de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas.

| ACERCA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO   |
|---|
| <p><b>Criterios de calidad:</b><br/>El agua de consumo humano deberá ser salubre y limpia. No debe contener ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y cumpla con los requisitos especificados en las partes A y B del Anexo I</p>   |
| <p><b>Captación:</b><br/>El agua destinada a la producción de agua de consumo humano podrá proceder de cualquier origen, siempre que no entrañe un riesgo para la salud de la población abastecida.<br/>La dotación de agua deberá ser suficiente para las necesidades higiénico-sanitarias de la población y el desarrollo de la actividad de la zona de abastecimiento, como objetivo mínimo debería tener 100 litros por habitante y día.</p>  |
| <p><b>Sustancias para tratamiento del agua:</b><br/>Cualquier sustancia o preparado que se añada al agua de consumo humano deberá cumplir con la norma UNE-EN correspondiente para cada producto y vigente en cada momento.<br/>Las sustancias o preparados comercializados tendrán un plazo de 1 año para cumplir con cada una de las normas UNE-EN que le afecten.<br/>El gestor del tratamiento deberá contar con una fotocopia del certificado o autorización sanitaria correspondiente a cada sustancia utilizada.</p> |
| <p><b>Tratamiento de potabilización:</b><br/>Cuando la calidad del agua captada tenga una turbidez mayor de 1 Unidad Nefelométrica de Formacina (UNF) como media anual, deberá someterse como mínimo a una filtración por arena u otro medio apropiado antes de desinfectarla y distribuirla a la población.</p>  |

| ACERCA DEL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO  |
|---|
| <p><b>Engloba los siguientes apartados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autocontrol del agua de consumo humano.</li> <li>• Vigilancia sanitaria.</li> <li>• Control del agua en grifo del consumidor.</li> </ul> <p>Los resultados derivados del control de la calidad deberán estar recogidos en un sistema de registro en concordancia con el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC).<br/>El agua se podrá calificar como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apta para el consumo: cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia que pueda suponer un peligro para la salud humana, y cumpla con los valores paramétricos especificados en las partes A, B y D del Anexo I.</li> <li>• No apta para el consumo: cuando no cumpla con los requisitos del párrafo anterior.</li> </ul>   |
| <p><b>Autocontrol:</b></p> <p>Es responsabilidad del gestor de cada una de las partes del abastecimiento y velará para que uno o varios laboratorios realicen los análisis oportunos.<br/>Los puntos de muestreo para el autocontrol de la industria alimentaria serán determinados por ella con la supervisión de la autoridad sanitaria.<br/>La autoridad sanitaria podrá requerir el cambio de la localización de los puntos de muestreo o aumentar su número si no responden a la representatividad necesaria.</p> <p>4. Los tipos de análisis para el autocontrol son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen organoléptico.</li> <li>• Análisis de control: facilita información sobre la calidad organoléptica y microbiológica del agua de consumo humano, así como información sobre la eficacia del tratamiento de potabilización.</li> <li>• Análisis completo: facilita información para determinar si el agua de consumo humano distribuida respeta o no los valores paramétricos definidos.</li> </ul> <p>En el caso de los parámetros del análisis completo y tras 2 años como mínimo de autocontrol, el gestor podrá presentar una solicitud a la autoridad sanitaria para reducir la frecuencia de análisis que señala esta disposición hasta un 50 %, para determinados parámetros, por no ser probable la presencia de ese parámetro en el agua de consumo humano en concentraciones que pudieran implicar un riesgo de incumplimiento con el valor paramétrico.</p> |
| <p><b>Vigilancia sanitaria:</b></p> <p>Es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento.</p>   |
| <p><b>Control en el grifo del consumidor:</b></p> <p>En caso de incumplimiento de los valores paramétricos, se tomará una muestra en el punto de entrega al consumidor.</p> <p>Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Olor.</li> <li>• Sabor.</li> <li>• Color.</li> <li>• Turbidez.</li> <li>• Conductividad.</li> <li>• pH.</li> <li>• Amonio.</li> <li>• Bacterias coliformes.</li> <li>• Escherichia coli.</li> <li>• Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo.</li> <li>• Cloro libre residual y/o cloro combinado residual: cuando se utilice cloro o sus derivados para el tratamiento de potabilización del agua.</li> </ul>  |
| <p><b>Frecuencia de muestreo:</b></p> <p>El número mínimo de muestras en el autocontrol deberá ser representativo del abastecimiento y de la industria alimentaria, distribuidos uniformemente a lo largo de todo el año.<br/>La frecuencia mínima de muestreo para el análisis de control y el análisis completo se llevarán a cabo según lo especificado en el Anexo V.<br/>El examen organoléptico se realizará al menos 2 veces por semana y siempre y cuando no se realice otro tipo de análisis en ese período.<br/>El número de muestras anuales recogidas en el grifo del consumidor será, al menos, la que señala el Anexo V.</p>  |

Parámetros y valores paramétricos:

A. Parámetros microbiológicos

| Parámetro  | Valor paramétrico |
|--|-------------------|
| 1. Escherichia coli                                | 0 UFC en 100 ml   |
| 2. Enterococo                                      | 0 UFC en 100 ml   |
| 3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas) | 0 UFC en 100 ml   |

B.1 Parámetros químicos

| Parámetro  | Valor paramétrico |
|--|-------------------|
| 4. Antimonio   | 5,0 µg/l          |
| 5. Arsénico  | 10 µg/l           |
| 6. Benceno   | 1,0 µg/l          |
| 7. Benzo(a)pireno  | 0,010 µg/l        |
| 8. Boro  | 1,0 mg/l          |
| 9. Bromato:  | 10 µg/l           |
| 10. Cadmio   | 5,0 µg/l          |
| 11. Cianuro  | 50 µg/l           |
| 12. Cobre  | 2,0 mg/l          |
| 13. Cromo  | 50 µg/l           |
| 14. 1,2-Dicloroetano   | 3,0 µg/l          |
| 15. Fluoruro   | 1,5 mg/l          |
| 16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA)  | 0,10 µg/l         |
| 17. Mercurio   | 1,0 µg/l          |
| 18. Microcistina   | 1 µg/l            |
| 19. Níquel   | 20 µg/l           |
| 20. Nitrato  | 50 mg/l           |
| 21. Nitritos:<br>Red de distribución = 0,5 mg/l<br>En la salida de la ETAP/depósito = 0,1 mg/l |                   |
| 22. Total de plaguicidas   | 0,50 µg/l         |
| 23. Plaguicida individual  | 0,10 µg/l         |
| Excepto para los casos de:   |                   |
| Aldrán   | 0,03 µg/l         |
| Dieldrín   | 0,03 µg/l         |
| Heptacloro   | 0,03 µg/l         |
| Heptacloro epóxido   | 0,03 µg/l         |
| 24. Plomo:   | 25 µg/l           |
| 25. Selenio  | 10 µg/l           |
| 26. Trihalometanos (THMs):   | 100 µg/l          |
| 27. Tricloroetano + Tetracloroetano  | 10 µg/l           |

### B.2 Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto

| Parámetro             | Valor paramétrico |
|-----------------------|-------------------|
| 28. Acrilamida.       | 0,10 µg/l         |
| 29. Epiclorhidrina    | 0,10 µg/l         |
| 30. Cloruro de vinilo | 0,50 µg/l         |

### C. Parámetros indicadores

| Parámetro                        | Valor paramétrico            |
|----------------------------------|------------------------------|
| 31. Bacterias coliformes         | 0 UFC en 100 ml              |
| 32. Recuento de colonias a 22 °C |                              |
| A la salida de ETAP              | 100 UFC en 1 ml              |
| En red de distribución           | Sin cambios anómalos         |
| 33. Aluminio                     | 200 µg/l                     |
| 34. Amonio                       | 0,50 mg/l                    |
| 35. Carbono orgánico total       | Sin cambios anómalos mg/l    |
| 36. Cloro combinado residual     | 2,0 mg/l                     |
| 37. Cloro libre residual         | 1,0 mg/l                     |
| 38. Cloruro                      | 250 mg/l                     |
| 39. Color                        | 15 mg/l Pt/Co                |
| 40. Conductividad                | 2.500 µS/cm-1 a 20C          |
| 41. Hierro                       | 200 µg/l                     |
| 42. Manganeso                    | 50 µg/l                      |
| 43. Olor                         | 3 a 25 °C Índice de dilución |
| 44. Oxidabilidad                 | 5,0 mg O2/l                  |
| 45, pH:                          |                              |
| Valor paramétrico mínimo         | 6,5 Unidades de pH           |
| Valor paramétrico máximo         | 9,5 Unidades de pH           |
| 46. Sabor                        | 3 a 25 °C índice de dilución |
| 47. Sodio                        | 200 mg/l                     |
| 48. Sulfato                      | 250 mg/l                     |
| 49. Turbidez:                    |                              |
| A la salida de ETAP y/o depósito | 1 UNF                        |
| En red de distribución           | 5 UNF                        |

### D. Radiactividad

| Parámetro                  | Valor paramétrico |
|----------------------------|-------------------|
| 50. Dosis indicativa total | 0,10 mSv/año      |
| 51. Tritio                 | 100 Bq/l          |
| 52. Actividad total        | 0,1 Bq/l          |
| 53. Actividad β resto      | 1 Bq/l            |

## Número mínimo de muestras para las aguas de consumo humano suministradas a través de una red de distribución o utilizadas en la industria alimentaria

Para el cálculo de la frecuencia en el caso de aguas suministradas a través de una red de distribución, se puede utilizar el número de personas abastecidas, considerando una dotación media de 200 litros por habitante y día.

### A. Autocontrol:

#### 1. Análisis de control:

- A la salida de los depósitos de regulación y/o de distribución (incluido el de la industria alimentaria):

| Capacidad del depósito en m <sup>3</sup> | Número mínimo de muestras al año     |
|--|--------------------------------------|
| < 100                                    | A criterio de la autoridad sanitaria |
| > 100 - < 1.000                          | 1                                    |
| > 1.000 - < 10.000                       | 6                                    |
| > 10.000 - < 100.000                     | 12                                   |
| > 100.000                                | 24                                   |

- A la salida de los depósitos de regulación y/o de distribución (incluido el de la industria alimentaria):

| Volumen de agua distribuido por día en m <sup>3</sup> | Número mínimo de muestras al año                                      |
|---|---|
| < 100   | 1   |
| > 100 - < 1.000                                       | 2   |
| > 1.000   | 1 + 1 por cada 1.000 m <sup>3</sup> /día y fracción del volumen total |

#### 2. Análisis completo:

- A la salida de los depósitos de regulación y/o de distribución (incluido el de la industria alimentaria):

| Capacidad del depósito en m <sup>3</sup> | Número mínimo de muestras al año     |
|--|--------------------------------------|
| < 1.000                                  | A criterio de la autoridad sanitaria |
| > 1.000 - < 10.000                       | 1                                    |
| > 10.000 - < 100.000                     | 2                                    |
| > 100.000                                | 6                                    |

- En la red de distribución o industria alimentaria:

| Volumen de agua distribuido por día en m <sup>3</sup> | Número mínimo de muestras al año                                       |
|---|--|
| < 100   | A criterio de la autoridad sanitaria                                   |
| > 100 - < 1.000                                       | 1  |
| > 1.000 - < 10.000                                    | 1 por cada 5.000 m <sup>3</sup> /día y fracción del volumen total      |
| > 10.000 - < 100.000                                  | 2 + 1 por cada 20.000 m <sup>3</sup> /día y fracción del volumen total |
| > 100.000   | 5 + 1 por cada 50.000 m <sup>3</sup> /día y fracción del volumen total |

**B. Control en grifo del consumidor:**

| Número de habitantes suministrados | Número mínimo de muestras al año    |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| <500                               | 4                                   |
| > 500 - <5.000                     | 6                                   |
| > 5.000                            | 6 + 2 por cada 5.000 hb. y fracción |
|                                    |                                     |

## NORMATIVA DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

### AGUAS SUPERFICIALES

Solicitud de concesión de aguas superficiales para usos industriales o acuícolas. Siguiendo el Real Decreto 849/1986 debe constar:

- a. Peticionario (persona física o jurídica)
- b. Destino del aprovechamiento
- c. Caudal de agua solicitado
- d. Corriente de dónde se han de derivar las aguas, y términos municipales donde radican las obras.

#### Documentación a aportar:

En todos los casos y siempre que el solicitante sea una persona jurídica:

- Escritura de constitución de la entidad
- Poder del firmante de la solicitud

#### A. Caudales $< 2$ l/s para usos industriales:

- Croquis detallado y acotado de las obras de toma y del resto de instalaciones, justificando el uso del caudal solicitado, y un ejemplar de la hoja correspondiente al plano del Instituto Geográfico Nacional donde se indiquen las tomas y el resto de instalaciones si la escala lo permite. Deberá incluir los sistemas de control de caudal solicitado previstos.
- Relación completa e individualizada de los bienes o derechos afectados por la concesión, en caso de que se haya solicitado la declaración de utilidad pública o de interesar que se pongan servidumbres.
- Estudio de Seguridad y Salud, si las inversiones superan los 100 millones de pesetas (600.000 €) o la actividad generadora ocupa más de 50 operarios.

#### B. Caudales (Q): $2 \text{ l/s} \leq Q < 5 \text{ l/s}$ para usos industriales; $Q < 100 \text{ l/s}$ para aprovechamientos acuícolas

- Proyecto donde se definan todas las obras a ejecutar (4 copias suscritas por el técnico y visadas por su Colegio Profesional, y en los términos definidos en los apartados del artículo 106 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico de 11 de abril de 1986), incluyendo la hoja del mapa topográfico del Instituto Geográfico Nacional, donde se indique el punto de toma y el resto de instalaciones. Relación completa e individualizada de los bienes o derechos afectados por la concesión, en caso de que se haya solicitado la declaración de utilidad pública o de interesar que se pongan servidumbres. Deberá incluir los sistemas previstos de control de caudal solicitado.
- Una fianza del 3% del presupuesto de ejecución material de las obras a ejecutar en la zona a disposición de la Confederación. Podrá hacerse efectiva en la Caja General de Depósitos o en cualquier Delegación de Hacienda.
- Estudio de Seguridad y Salud, si las inversiones superan los 100 millones de ptas. (600.000 €) o la actividad generadora ocupa más de 50 operarios.

#### C. Caudal $\geq 5 \text{ l/s}$ o aprovechamientos acuícolas con caudal superior a 100 l/s. Competencia de proyectos

Durante el plazo establecido en el Boletín Oficial de la correspondiente provincia o provincias para la presentación de proyectos en competencia tendrá que aportarse:

- Un escrito donde se concrete la petición y si se desea solicitar la declaración de utilidad pública y/o imposición de las servidumbres que se consideren necesarias.

El resto de documentación a presentar será la misma que en el caso de caudales entre 2 y 5 l/s.

#### Presentación de solicitud

- Registro General del Ministerio (Madrid)
- En las Confederaciones Hidrográficas

- En cualquier dependencia contemplada en el artículo 38.4 de la ley 30/1992 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común y con las precisiones establecidas en el Real Decreto 772/1999. Entre otros: en los registros de cualquier Órgano Administrativo que pertenezca a la Administración General del Estado o la Administración de las comunidades Autónomas, o a través del Servicio de Correos.

## VERTIDOS

### Solicitud y declaración de vertidos

Para saber qué documentación hay que aportar en cada caso debemos identificar en las Instrucciones Generales el tipo de vertido en el cuadro "Formularios a cumplimentar en la Solicitud de Autorización de vertidos y en la Declaración de vertido".

En el caso de vertidos no urbanos (industriales) se diferencian cinco tipos:

- Vertido Industrial con presencia de sustancias peligrosas (según el Real Decreto 606/2003 de modificación del Reglamento de Dominio Público Hidráulico)
- Vertido Industrial procedente de piscifactorías
- Vertido Industrial procedente de aguas de refrigeración
- Vertido Industrial procedente de aguas de achique de actividades mineras
- Resto de vertidos industriales (sin presencia de sustancias peligrosas)

| FORMULARIOS A CUMPLIMENTAR EN LA SOLICITUD DE AUTORIZACION Y EN LA DECLARACION DE VERTIDO   |   |  |
|---|---|--|
|   | REFERENCIA LEGISLATIVA                      | FORMULARIO   |
| SOLICITUD DE AUTORIZACION DE VERTIDO  | RDPH art. 246.1                             | Solicitud  |
| DECLARACION DE VERTIDO  |   |  |
| a) Características de la actividad causante del vertido   | RDPH art. 246.2.a)                          | Vertidos Urbanos<br>Formulario 1.1<br>Vertidos no Urbanos<br>Formulario 1.2  |
| b) Localización exacta del punto donde se produce el vertido  | RDPH art. 246.2.b)                          | Formulario 2   |
| c) Características cualitativas, cuantitativas y temporales del vertido   | RDPH art. 246.2.c)                          | Aguas de captación<br>Formulario 3.1<br>Aguas residuales brutas<br>Formulario 3.2<br>Aguas de refrigeración<br>Formulario 3.3<br>Caracterización General<br>Formulario 3.4<br>Caracterización Especial<br>Formulario 3.5 |
| d) Descripción de las instalaciones de depuración y evacuación del vertido  | RDPH art. 246.2.d)                          | Formulario 4   |
| e) Proyecto suscrito por técnico competente de las obras e instalaciones de depuración y eliminación  | RDPH art. 246.2.e)                          | Formulario 5   |
| f) Petición, en su caso, de imposición de servidumbre forzosa de acueducto o declaración de utilidad pública  | RDPH art. 246.2.f)                          | Formulario 6 (en su caso)  |
| g) Inventario de vertidos industriales con sustancias peligrosas recogidos por la red de saneamiento municipal. Plan de saneamiento y control de vertidos a la red de saneamiento municipal | RDPH art. 246.3.a) y 3.b),<br>y art. 250.a) | Formulario 7.1<br>Formulario 7.2   |
| h) si el destino del vertido es a aguas subterráneas  | RDPH art. 258.1 y art. 258.2                | Formulario 8 (en su caso)  |
| i) Si hay más de un titular único   | RDPH art. 253.3 y art. 253.4                | Formulario 9 (en su caso)  |

|              |  |
|--------------|--|
| RDPH         | Reglamento del Dominio Público Hidráulico, modificado por el Real Decreto 606/2003 (BOE viernes 6 de junio de 2003)    |
| (En su caso) | Sólo si se dan las circunstancias previstas en los respectivos artículos del Reglamento del Dominio Público Hidráulico |

## LEGISLACIÓN COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

- Ley 5/2000 de Saneamiento y Depuración de aguas residuales de La Rioja.
- Decreto 55/2.001 por el que se aprueba el Reglamento de Desarrollo de la ley 5/2.000 de Saneamiento y Depuración de las aguas residuales de La Rioja.

Protegen el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas garantizando el saneamiento y depuración de las aguas residuales vertidas.

| ACERCA DE LAS AUTORIZACIONES DE VERTIDO A CAUCE PÚBLICO   |
|---|
| Las autorizaciones de vertido tendrán una duración de 5 años y serán renovables sucesivamente previa la oportuna comprobación del cumplimiento de las condiciones impuestas y de las normas de calidad y objetivos ambientales.   |
| <p><b>Procedimiento:</b><br/>Los titulares de las actividades industriales solicitarán la autorización de vertido al Ayuntamiento correspondiente o al Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja.<br/>La solicitud irá acompañada de un estudio de volumen y características de aguas residuales, acreditación de existencia de arqueta que permita tomar muestras, memoria técnica relativa a instalaciones de tratamiento o a instrumentos de medición y un estudio técnico de aguas a tratar (si se tratan en instalaciones externas).</p>   |
| <p><b>Vigilancia sanitaria:</b><br/>Es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento.</p>  |
| <p><b>En la autorizaciones de vertido se concretará especialmente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores medios permitidos en las concentraciones de contaminantes y características físico - químicas de las aguas residuales vertidas.</li> <li>• Condiciones más rigurosas a las establecidas en el Anexo 2 o en las Ordenanzas municipales, en cuanto a los valores máximos de emisión o en la calidad de la composición del vertido.</li> <li>• Volumen máximo de caudal y horario de las descargas.</li> <li>• Análisis periódicos del caudal y características del vertido.</li> <li>• Declaración anual de las incidencias de la explotación del sistema de tratamiento y resultados obtenidos en la mejora del vertido.</li> <li>• Prescripciones adicionales para los supuestos de vertidos accidentales.</li> </ul>   |
| <p><b>Vertidos prohibidos y tolerados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quedan prohibidos los vertidos a las redes de alcantarillado, sistemas colectores o instalaciones de saneamiento que contengan los compuestos y sustancias recogidos en el Anexo 1.</li> <li>• Se consideran vertidos tolerados todos los que no estén incluidos en el apartado anterior siempre que no sobrepasen los valores límite de emisión establecidos en el Anexo 2 o, en su caso, en la Ordenanza municipal.</li> </ul>  |
| <p><b>Canon de saneamiento:</b><br/>Su recaudación se destina a financiar las actividades de saneamiento y depuración.<br/>Para los vertidos procedentes de usuarios no domésticos, el importe del canon se obtendrá aplicando el coeficiente 0,35 al volumen de agua consumido o vertido, teniendo en cuenta además la carga contaminante:<br/><math display="block">I = 0,35 \cdot Q \cdot T</math></p> <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I = importe del canon en euros.</li> <li>• Q = volumen consumido en el periodo de facturación (m<sup>3</sup>) o el vertido cuando por razón de la actividad y así se acredite sea inferior al consumido.</li> <li>• T = coeficiente de carga contaminante que viene definido tal y como se indica.<br/><math display="block">T = K1 \text{ SS/SSo} + K2 \text{ DQO/DQOo} + K3 \text{ C/Co}</math></li> </ul> <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SS = sólidos en suspensión presentes en el vertido (mg/l)</li> <li>• Sso = sólidos en suspensión estándar de un agua residual doméstica (mg/l). Se empleará un valor de 220 mg/l.</li> <li>• DQO = demanda química de oxígeno del vertido (mg/l)</li> <li>• DQOo = demanda química de oxígeno estándar de un agua residual doméstica (mg/l). Se empleará un valor de 500 mg/l.</li> <li>• C = conductividad del agua residual vertida (IS/cm)</li> <li>• Co = conductividad estándar de un agua residual doméstica local (IS/cm). Se empleará el valor de conductividad medio del agua potable suministrada, incrementado en 300 IS/cm.</li> </ul> |

**-Continuación- Canon de saneamiento:**

K1, K2 y K3 son tres valores que tienen en cuenta la incidencia en los costes de depuración de la eliminación de sustancias sólidas, materias oxidables y resto de componentes respectivamente y que se establecen en 0,276; 0,458 y 0,266 respectivamente.

El coeficiente de carga contaminante T no podrá ser inferior a unos valores que determinan los costes fijos que origina el vertido en función del punto de vertido:

- Vertido a colector de aguas residuales o red unitaria:  $T \geq 0,35$
- Vertido a colector de pluviales:  $T \geq 0,15$
- Vertido a cauce público o al medio ambiente:  $T \geq 0$

Para los vertidos procedentes de usuarios no domésticos con sistemas de depuración por infiltración al terreno debidamente autorizados por el órgano ambiental, la cuota tributaria del canon se determinará de igual forma, si bien se aplicará como

**Relación de sustancias prohibidas en la composición de los vertidos a las redes de alcantarillado, colectores e instalaciones de saneamiento.**

Queda prohibido verter a las instalaciones de saneamiento cualquiera de los siguientes productos:

- a) Sustancias sólidas o viscosas capaces de producir obstrucciones o sedimentos que impidan el correcto funcionamiento de la red de saneamiento o dificulten los trabajos de mantenimiento de las mismas. Los materiales prohibidos son: tripas, tejidos animales, estiércol, huesos, pelos, pieles, carnaza, entrañas, sangre, plumas, cenizas, escorias, arenas, piedras, cascotes, escombros, yeso, mortero, hormigón, cal gastada, trozos de metal, vidrio, paja, virutas, recortes de césped, trapos, granos, lúpulo, desechos de papel, maderas, plásticos, alquitrán, residuos asfálticos, residuos del procesado de combustibles o aceites lubricantes y, en general, sólidos de tamaño superior a 1,5 cm en cualquiera de sus dimensiones.
- b) Sólidos procedentes de trituradores de residuos, tanto domésticos como industriales.
- c) Gasolinas, naftas, petróleo, gasóleos, fuel-oil, aceites volátiles y productos intermedios de destilación; benceno, white-spirit, trementina, tolueno, xileno, tricloroetileno, percloroetileno y cualquier disolvente, diluyente o líquido orgánico inmiscible en agua y/o combustible, inflamable o explosivo.
- d) Aceites y grasas flotantes.
- e) Materiales alquitranados procedentes de refinados y residuos alquitranados procedentes de destilación.
- f) Sustancias sólidas potencialmente peligrosas: carburo cálcico, bromatos, cloratos, hidruros, percloratos, peróxidos, amianto, etc.
- g) Gases procedentes de motores de explosión o componentes que puedan dar lugar a mezclas tóxicas, inflamables o explosivas con el aire.
- h) Desechos, productos radiactivos o isótopos de vida media corta que puedan provocar daños a personas e instalaciones.
- i) Disolventes orgánicos y clorados, pinturas, colorantes, barnices, lacas, tintes y detergentes no biodegradables.
- j) Compuestos orgánicos, halogenados, excluyendo materiales polímeros inertes y sustancias conexas.
- k) Compuestos organofosfóricos y organoestannicos.
- l) Compuestos organosilícicos tóxicos o persistentes y sustancias que puedan originarlos en las aguas, excluidos los biológicamente inofensivos y los que dentro del agua se transforman rápidamente en sustancias inofensivas.
- m) Compuestos aromáticos policíclicos (con efectos cancerígenos).
- n) Biocidas y sustancias fitofarmacéuticas.
- ñ) Fármacos desechables procedentes de industrias farmacéuticas o centros sanitarios.
- o) Material manipulado genéticamente.
- p) Aguas residuales de centros sanitarios que no hayan sufrido un tratamiento de eliminación de microorganismos patógenos.

- q) Aguas residuales con un valor de pH inferior a 5,5 o superior a 9,5 que tengan alguna propiedad corrosiva capaz de causar daño.
- r) Cualesquiera líquidos o vapores a temperatura mayor de 40 °C.
- s) Agua de disolución salvo en situación de emergencia o peligro.
- t) Los que produzcan concentraciones de gases nocivos en la atmósfera de la red de alcantarillado superiores a los límites siguientes:
- Amoníaco: 100 ppm.
  - Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): 5 ppm.
  - Monóxido de carbono (CO): 100 ppm.
  - Sulfhídrico (SH<sub>2</sub>): 20 ppm.
  - Cianhídrico (CnH): 10 ppm.
  - Cloro: 1 ppm.
- u) Los caudales punta vertidos a la red no podrán exceder del quíntuplo en un intervalo de 15 minutos, o de dos veces y media en una hora del valor promedio día.
- v) Los vertidos periódicos o esporádicos cuya concentración exceda durante cualquier período mayor de 15 minutos, en más de cinco veces el valor promedio en 24 horas.
- w) El vertido, sin autorización especial, de aguas limpias (de refrigeración, pluviales, de drenaje, filtraciones, etc.) a los colectores de aguas residuales, cuando pueda adoptarse una solución técnica alternativa.
- x) Residuos industriales o comerciales que requieran un tratamiento específico y/o control periódico de sus efectos nocivos potenciales.
- y) Todos aquellos productos contemplados en la vigente legislación sobre productos tóxicos o peligrosos.

**Valores límites instantáneos de emisión de vertidos a las redes de alcantarillado, colectores e instalaciones de saneamiento**

| Parámetro/Unidad             | Valores límites                                     |
|------------------------------|---|
| Temperatura (°C)             | 40  |
| Sólidos en suspensión (mg/l) | 600   |
| Sólidos sedimentables (mg/l) | 10  |
| Color                        | Inapreciable en solución con agua destilada en 1/40 |
| pH                           | 5,5-9,5   |
| Conductividad (gm S/cm)      | 5.000   |
| DBO5 (mg/l O2)               | 600   |
| DQO (mg/l)                   | 1.000   |
| Aceites y grasas (mg/l)      | 100   |
| Cianuros (mg/l)              | 2   |
| Fenoles (mg/l)               | 2   |
| Aldehídos (mg/l)             | 4   |
| Sulfatos (mg/l)              | 1.000   |
| Sulfuros (mg/l de S)         | 2   |
| Aluminio (mg/l)              | 20  |
| Antimonio (mg/l)             | 1   |
| Arsénico (mg/l)              | 1   |
| Bario (mg/l)                 | 10  |
| Berilio (mg/l)               | 1   |
| Boro (mg/l)                  | 3   |
| Cadmio (mg/l)                | 0,5   |

## ANEXO 2 REFERENCIAS LEGALES

17

| Parámetro/Unidad   | Valores límites |
|--|-----------------|
| Cobalto (mg/l)   | 1               |
| Cobre (mg/l)   | 2               |
| Cromo hexavalente (mg/l)   | 0,5             |
| Cromo total (mg/l)   | 5               |
| Cinc (mg/l)  | 5               |
| Estaño (mg/l)  | 5               |
| Hierro (mg/l)  | 10              |
| Manganeso (mg/l)   | 2               |
| Mercurio (mg/l)  | 0,1             |
| Molibdeno (mg/l)   | 1               |
| Níquel (mg/l)  | 5               |
| Plata (mg/l)   | 1               |
| Plomo (mg/l)   | 1               |
| Selenio (mg/l)   | 1               |
| Talio (mg/l)   | 1               |
| Telurio (mg/l)   | 1               |
| Titanio (mg/l)   | 1               |
| Vanadio (mg/l)   | 1               |
| Cloruros (mg/l)  | 2.000           |
| Sulfitos (mg/l)  | 10              |
| Fluoruros (mg/l)   | 10              |
| Fosfatos (mg/l)  | 60              |
| Nitrógeno amoniacal (mg/l)   | 35              |
| Nitrógeno total kjeldahl (mg/l)                                      | 50              |
| Nitrógeno nítrico (mg/l)   | 20              |
| Detergentes biodegradables (mg/l)                                    | 10              |
| Pesticidas (mg/l)  | 0,2             |
| Total metales (Zn + Cu + Ni + Al + Fe+ Cr + Cd + Pb + Sn +Hg) (mg/l) | < 20            |
| Total metales tóxicos (Zn + Cu + Ni + Cr + Cd + Pb +Hg) (mg/l)       | 5               |
| Ecotoxicidad (equitox/m3)  | 25              |
| Organohalogenados absorbibles (AOX) (mg Cl/l)                        | 3               |
| Trihalometanos total (mg/l)  | 2,5             |
| Benceno (mg/l)   | 0,5             |
| Tolueno (mg/l)   | 0,5             |
| Etilbenceno (mg/l)   | 0,5             |
| Xileno (mg/l)  | 0,5             |
| Total BTEX (Benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) (mg/l)            | 1,5             |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) (mg/l)                   | 0,5             |
| Hidrocarburos totales (mg/l)   | 15              |

## LEGISLACIÓN COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

- Decreto Foral 12/2.006, de 20 de febrero, por el que se establecen las condiciones técnicas aplicables a la implantación y funcionamiento de las actividades susceptibles de realizar vertidos de aguas a colectores públicos de saneamiento.
- Decreto Foral 82/1990 que desarrolla la Ley Foral 10/1988 de Saneamiento de aguas residuales.

Se regula la evacuación, tratamiento y recuperación de las aguas residuales vertidas, estableciéndose las condiciones de vertidos de aguas a colectores públicos.

### DECRETO FORAL 12/2.006, de 20 de febrero

| ACERCA DE LAS AUTORIZACIONES DE VERTIDO A COLECTORES PÚBLICOS   |
|---|
| <p><b>Actividades que deben someterse a este decreto</b><br/>Las industrias del Sector Agroalimentario, como "potencialmente contaminadoras", (según el Anexo 1 Grupo A (empresas con Autorización Ambiental Integrada, IPPC).<br/>Las demás empresas se incluyen dentro del Anexo 1 Grupo B, empresas con una capacidad inferior o igual a 300 Tn por día (valor medio trimestral)</p>   |
| <p><b>Disposiciones Generales:</b><br/>Las instalaciones deben disponer de un sistema de minimización de vertidos, siendo la evacuación a colector prioritaria.<br/><br/>Se debe evitar el vertido de aguas limpias a colector (si existe red de saneamiento separada o cauce público).<br/><br/>Se deben tratar las aguas pluviales susceptibles de contaminación, con un sistema específico para ello, antes de su vertido a la red de pluviales.<br/><br/>Se deberán instalar contadores de agua de abastecimiento independientes en las fuentes de captación:<br/><br/><b>Consumo diario &gt; 5 m<sup>3</sup></b> los contadores deberán registrar cantidad diaria consumida<br/><b>Consumo diario &lt; 5m<sup>3</sup></b>, los contadores deberán registrar la cantidad mensual<br/>(Tomando como referencia el consumo de agua correspondiente a la semana de mayor actividad del año).</p>   |
| <p><b>Niveles de vertido:</b><br/>Los vertidos NO DEBEN superar los valores límites del Anexo 3<br/>Excepto los casos con valores límites de vertido específicos fijados por el Departamento de Medio Ambiente.<br/>Los vertidos de sustancias peligrosas, (muchas de las sustancias incluidas en el anexo 2 de este DF) deberán cumplir lo establecido en el <b>Real Decreto 995/2000</b>.</p>   |
| <p><b>Condiciones de vertido:</b><br/><b>Condiciones generales</b><br/>Los vertidos podrán ser evacuados a una red municipal de saneamiento, siempre y cuando:<br/>a) La actividad aplique las mejores técnicas disponibles enfocadas a reutilizar y minimizar consumos de agua dentro del proceso productivo.<br/>b) La relación de DBO5/DQO, será, como mínimo, de 0.3.<br/>c) El vertido no incremente en una cantidad superior al 20 % las condiciones preexistentes de funcionamiento de la EDAR, ni haga que la EDAR incumpla los límites legales establecidos para su funcionamiento.<br/>d) Cumpla la "norma del doble 20%":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga orgánica diaria vertida será inferior al 20% de la carga urbana.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Carga urbana = nº habitantes (censo) * 60 g de DBO5 / habitante y día</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El caudal diario vertido será inferior al 20% del caudal urbano.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Caudal diario = nº habitantes (censo) * 150 l / habitante y día</b></p> <p>En caso de incumplir lo citado anteriormente, sería imprescindible disponer de informe favorable sobre la compatibilidad del vertido con el funcionamiento de la depuradora, emitido por la empresa gestora (NILSA).</p> |

|   |
|---|
| <b>Condiciones de vertido:</b>  |
| <p><b>Regulación de caudal y vertido</b><br/>El régimen de vertido podrá ser impuesto por la empresa gestora (NILSA) indicando la forma, caudal y horario de vertido al colector.</p>   |
| <p><b>Vertidos prohibidos</b></p> <p>a) Materias sólidas o viscosas que puedan producir obstrucciones o sedimentos que impidan el correcto funcionamiento de los colectores o dificulten los trabajos de mantenimiento de los mismos.<br/>b) Sólidos, líquidos o gases combustibles, inflamables, explosivos, irritantes, corrosivos o tóxicos.</p>   |
| <p><b>Dispositivos para el control</b><br/>Las empresas deberán disponer de un canal normalizado tipo abierto, protegido eficazmente de actos vandálicos y de la climatología exterior en los efluentes procedentes del proceso industrial que cumplan alguna de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caudal &gt; 10 m<sup>3</sup>/día.</li> <li>• Carga orgánica &gt; a 200 habitantes equivalentes (h equivalente= 60-65* g de DBO<sub>5</sub>).</li> <li>• Sometidos a pretratamiento con objeto de cumplir los valores límite o las condiciones exigidas de vertido.</li> <li>• Valores límite de vertido más estrictos que los establecidos en el Anexo 3.</li> </ul> <p>Para otros tipos de residuos será suficiente con dispositivos más sencillos, tipo arqueta o registro.<br/>Las empresas con un vertido superior a 10 m<sup>3</sup>/día, deberán disponer de Medidores continuos de caudal que permitan medir el caudal acumulado, instantáneo y caudal totalizado.<br/>Los instrumentos de medida, así como las arquetas de registro, deberán ubicarse fuera del recinto industrial siendo fácilmente accesibles para el personal inspector y al menos, en los siguientes puntos:</p> <p>a) Previamente al punto final del vertido total antes de la red de saneamiento.<br/>b) A la salida de una instalación de pretratamiento de cualquier tipo de vertido.</p> <p>El titular del vertido deberá disponer de los certificados de calibración y de correcta instalación de estos dispositivos. Se podrán admitir vertidos, que incumplan las condiciones anteriores, cuando se precise de un estudio de caracterización de vertidos o cuando el vertido se plantee a una red de colectores que no disponga de EDAR en funcionamiento, si se prevé que no existirán alteraciones significativas de la calidad de las aguas superficiales</p>  |
| <b>Controles periódicos:</b>  |
| <p><b>Plan/Programa de autocontrol</b><br/>Todas las empresas deberán confeccionar un programa de autocontrol que deberá ser aprobado de acuerdo a la <b>Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo</b>, de intervención para la protección ambiental.</p> <p><b>Criterios para desarrollar el programa de autocontrol</b><br/>Las actividades incluidas en el Anexo 1 el titular de la instalación desarrollará el mismo un programa de autocontrol de sus vertidos, de acuerdo con las condiciones que para cada vertido específico establezca el Departamento de Medio Ambiente.<br/>El Departamento de Medio Ambiente podrá establecer de oficio un programa de autocontrol específico para los vertidos de una determinada instalación.<br/>Las actividades que hayan implantado un Sistema de Gestión Medio Ambiental de acuerdo con el Reglamento CE 761/2001, de 19 de marzo de 2001, podrán proponer un sistema de autocontrol específico, de acuerdo con aquél</p> <p><b>Requisitos del programa de autocontrol (Autocontrol periódico discontinuo)</b><br/>Las actividades que produzcan vertidos de aguas residuales originadas en el proceso productivo y SUPEREN alguno de los valores indicados en el Anexo 4 deberán realizar una analítica diaria al vertido y un control diario de caudales.<br/>Las actividades que produzcan vertidos de aguas residuales originadas en el proceso productivo y NO SUPEREN los valores indicados en el Anexo 4 y:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sean consideradas IPPC (Grupo A Anexo 1) deberán realizar el autocontrol semanal del vertido</li> <li>• no sean consideradas IPPC (Grupo B, Anexo 1) y superen el 65% de los valores indicados en el Anexo 4, deberán realizar el autocontrol semanal del vertido.</li> <li>• no sean consideradas IPPC, (Grupo B Anexo 1), y no superen el 65% de los valores indicados en el Anexo 4, deberán realizar un autocontrol mensual.</li> </ul> <p>El resto de vertidos de aguas derivados de todas las actividades recogidas en el Anexo 1 deberán realizar la toma y análisis de muestras discretas, o el registro de parámetros indicativos de la calidad de aquellos<br/>La toma de muestras será adecuada al régimen de vertido, atendiendo a los cambios en la composición o el caudal de los vertidos que pudieran darse.</p> |

**Condiciones de vertido:**

Si la autorización ambiental impone valores límite para el vertido o para el caudal de vertido éstos serán los que deban tomarse para el cálculo del flujo. Si no, se utilizará el valor medio diario del vertido correspondiente a la semana de mayor actividad del año.

En el caso de incumplimiento de los valores límite o de caudal autorizados, el programa de autocontrol se mantendrá sin cambios. La Administración establecerá un plazo de adecuación a esos límites legales y un programa de autocontrol más estricto mientras dure esa fase de adecuación.

Los análisis de las muestras podrán ser analizadas en las propias instalaciones de la actividad, usando una metodología analítica sencilla, rápida y con calidad suficiente.

Con frecuencia mensual en el caso de los controles diarios y semanales, y con frecuencia semestral en el caso de los controles mensuales, el análisis de una muestra deberá ser realizado en un laboratorio externo acreditado, mediante metodología oficial.

**Autocontrol en continuo**

Actividades que deberán realizar autocontrol en continuo

- Las incluidas en el Anexo 1

- Las que tengan un caudal de vertido superior a 1.000 m<sup>3</sup>/día, y que supongan un porcentaje superior al 30% de la carga o el caudal urbano.

Para saber si se superan esos 1000m<sup>3</sup>/día, se debe considerar el valor autorizado en la autorización ambiental de la actividad. Si no lo hay, se utilizará el valor medio diario del vertido correspondiente a la semana de mayor actividad del año.

El caudal urbano se calculará a partir del censo oficial de la localidad y a un ratio de 150 litros de vertido por habitante censado y día.

La carga urbana se calculará a partir del caudal urbano y de los siguientes niveles de contaminación

| Parámetro                | Nivel (mg/l) |
|--------------------------|--------------|
| Sólidos en suspensión    | 450          |
| DBO5                     | 400          |
| DQO                      | 950          |
| Cromo                    | 0,01         |
| Cromo VI                 | 0            |
| Fósforo total            | 8            |
| Nitrógeno Total Kjeldhal | 60           |

-Las que produzcan vertidos que superen los umbrales indicados en la siguiente tabla

| Parámetro                | Flujo (kg/día) |
|--------------------------|----------------|
| Sólidos en suspensión    | 500            |
| DBO5                     | 500            |
| DQO                      | 1.200          |
| Cromo                    | 0,2            |
| Cromo VI                 | 0,04           |
| Fósforo total            | 60             |
| Nitrógeno Total Kjeldhal | 200            |

**Condiciones de vertido:**

Podrá exigirse la realización de controles en continuo en aquellos puntos de vertido que provoquen afecciones negativas o en los casos que los resultados de los controles periódicos no sean representativos de los niveles de emisión reales.

**Requisitos de los equipos para realizar autocontrol en continuo**

Serán automáticos, estarán en la línea de vertido y conectados al centro de control operativo de la actividad, e integrados en la red de control de la calidad de las aguas del Departamento de Medio Ambiente.

En el caso de que no existan el titular del vertido podrá proponer otra forma de autocontrol que proporcione información lo más similar posible.

Requisitos de los equipos analizadores para realizar autocontrol en continuo

- a) Corresponder a la Mejor Tecnología Disponible, y proporcionar resultados reproducibles y comparables.
- b) Disponer de un certificado oficial de homologación para la medida de concentración del contaminante que analicen.
- c) Estar calibrados y ubicados de acuerdo con lo que prevean las Normas Europeas y específicas del Departamento de Medio Ambiente. Y disponer de la certificación de un Organismo de Control Autorizado.

**Sistema de registro del autocontrol**

Todas las empresas que realicen autocontrol deberán disponer de un sistema de registro del mismo, en el que se plasme los resultados obtenidos de los controles realizados. Este sistema estará a disponibilidad de los agentes inspectores en todo momento. Las empresas IPPC deberán notificar los datos recogidos en el sistema de registro de autocontrol de forma anual al Departamento de Medio Ambiente

**Revisiones periódicas:**

**Informe técnico de los controles periódicos**

Todas las actividades incluidas en el Catálogo del Anexo1 deberán presentar ante el Departamento de Medio Ambiente un informe técnico de un Organismo de Control Autorizado (OCA) o de una Entidad Colaboradora de la Administración Hidráulica.

El informe incluirá datos relativos a mediciones, analíticas a realizar, así como una recopilación de certificados, calibraciones de los equipos de medida. Para actividades no existentes, este informe se presentaría antes de los 4 meses del inicio de la actividad

Las Entidades Colaboradoras de Organismos de Cuenca son entidades acreditadas por ENAC que se inscriben en un Registro que a tal efecto mantienen el Ministerio de Medio Ambiente.

Los organismos de Control Autorizados (OCAs) que pueden actuar en Navarra y en particular aquellos que pueden hacerlo en el campo del Medio Ambiente (campo de actuación 12. MA) se pueden consultar en [http://www.navarra.es/home\\_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Innovacion+Empresa+y+Empleo/Acciones/SegIndust.htm](http://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Innovacion+Empresa+y+Empleo/Acciones/SegIndust.htm).

Para conocer cuáles de estos OCAs ambientales se encuentran acreditados para actuar en materia de vertidos, es preciso consultar la página [www.enac.es](http://www.enac.es). Dentro del área de Entidades Acreditadas, y consultar el alcance de la acreditación de cada organismo.

**Periodicidad de las revisiones**

Todas las actividades incluidas en el Catálogo del Anexo 1 deberán someterse a una revisión periódica por parte de una OCA o de una Entidad Colaboradora de la Administración Hidráulica, con la siguiente frecuencia:

- a) Actividades IPPC (grupo A), con vertidos que superen alguno de los umbrales señalados en el Anexo 4: cada año.
- b) Actividades IPPC (grupo A), con vertidos que no superen ninguno de los umbrales señalados en el Anexo 4: cada dos años.
- c) Actividades no IPPC (grupo B), con vertidos que superen alguno de los umbrales señalados en el Anexo 4: cada año.
- d) Actividades no IPPC (grupo B), con vertidos que no superen ninguno de los umbrales indicados en el Anexo 4 pero que superen el 65% de alguno de los mismos: cada dos años.
- e) Actividades no IPPC (grupo B) con vertidos que no superen el 65% de ninguno de los umbrales señalados en el Anexo 4: cada tres años.

El informe técnico presentado ante el Departamento de Medio Ambiente certificará que la actividad cumple con las condiciones establecidas en materias de vertidos por las autorizaciones condicionadas concedidas. Describirá las deficiencias encontradas

**Informe a presentar por las instalaciones existentes:**

Las instalaciones que desarrollen actividades incluidas el Anexo 1, que superen los umbrales establecidos en el **Anexo 4**, deberán presentar un informe técnico emitido por un OCA o una Entidad Colaboradora, en el plazo de un año, al Ayuntamiento correspondiente y al Departamento de Medio Ambiente.

Dicho informe debe certificar, que la instalación cumple con las condiciones que en materia de vertidos le hubiesen sido establecidas. En caso de que no sea así deberá incluir un diagnóstico de las necesidades para adaptarse a este Decreto Foral.

Dicho informe deberá contener:

- Descripción de las instalaciones existentes
- Relación detallada de las medidas y análisis realizados
- Diagnóstico de las necesidades de adaptación al presente DF

No será necesaria la presentación de dicho informe en:

- Las instalaciones del Grupo A que ya hayan obtenido la AAI.
- Las instalaciones de suministro de carburantes.

**Concentraciones máximas instantáneas de contaminantes. Valores límite**

| Parámetro/Unidad         | Valores límite                                      |
|--------------------------|---|
| Temperatura (°C)         | 40  |
| Sólidos gruesos          | Ausentes  |
| Color                    | Inapreciable en solución con agua                   |
| destilada en 1/40        | Inapreciable en solución con agua destilada en 1/40 |
| pH                       | 5,5-9,5   |
| Conductividad (gm S/cm)  | 5.000   |
| DBO5 (mg/l O2)           | DBO5/DQO = 0,3                                      |
| DQO (mg/l)               |   |
| Aceites y grasas (mg/l)  | 40  |
| Cianuros (mg/l)          | 0,1 si F (1) > 0,5g/día                             |
| Fenoles (mg/l)           | 0,3 si F > 0,5g/día                                 |
| Aldehídos (mg/l)         | 2   |
| Sulfatos (mg/l)          | 500   |
| Sulfuros (mg/l de S)     | 2   |
| Aluminio (mg/l)          | 2 si F > 10g/día                                    |
| Arsénico (mg/l)          | 1   |
| Bario (mg/l)             | 20  |
| Boro (mg/l)              | 5   |
| Cadmio (mg/l)            | 0,2   |
| Circonio (mg/l)          | 1 si F > 0,5g/día                                   |
| Cobre (mg/l)             | 0,5 si F > 0,5g/día                                 |
| Cromo hexavalente (mg/l) | 0,1 si F > 0,5g/día                                 |
| Cromo total (mg/l)       | 0,5 si F > 0,5g/día                                 |
| Cinc (mg/l)              | 2 si F > 20g/día                                    |
| Estaño (mg/l)            | 2 si F > 20g/día                                    |
| Hierro (mg/l)            | 2 si F > 20g/día                                    |
| Manganeso (mg/l)         | 1 si F > 10g/día                                    |
| Mercurio (mg/l)          | 0,05  |
| Níquel (mg/l)            | 0,5 si F > 0,5g/día                                 |
| Plomo (mg/l)             | 0,5 si F > 0,5g/día                                 |

| Parámetro/Unidad                              | Valores límite  |
|---|-----------------|
| Selenio (mg/l)                                | 0,1             |
| Cloruros (mg/l)                               | 2.000           |
| Sulfitos (mg/l)                               | 2               |
| Fluoruros (mg/l)                              | 10 si F >5g/día |
| Fósforo total (mg/l)                          | 20              |
| Nitrógeno amoniacal (mg/l)                    | 35              |
| Nitrógeno total kjeldahl (mg/l)               | 50              |
| Nitrógeno nítrico (mg/l)                      | 20              |
| Detergentes biodegradables (mg/l)             | 6               |
| Pesticidas (mg/l)                             | 0,05            |
| Ecotoxicidad (equitox/m3)                     | 25              |
| Organohalogenados absorbibles (AOX) (mg Cl/l) | 0,05            |
| Hidrocarburos totales (mg/l)                  | 10              |
| Total metales exc. Ba, Fe y Mn                | 3               |

ANEXO 4 Tabla de flujo de contaminantes

| Parámetro flujo a colector público (kg/día) | Umbral     | 65%     |
|---|------------|---------|
| Sólidos en suspensión                       | 100        | 65      |
| DBO5  | 100        | 65      |
| DQO   | 300        | 195     |
| Aluminio                                    | 0,1        | 0.065   |
| Arsénico                                    | 0,05       | 0.0325  |
| Cadmio                                      | 10 Kg/año  | 6.5     |
| Cromo                                       | 0,025      | 0.01625 |
| Cromo VI                                    | 0,005      | 0.00325 |
| Hierro                                      | 1          | 0.65    |
| Manganeso                                   | 0,5        | 0.325   |
| Mercurio                                    | 7,5 Kg/año | 4.875   |
| Níquel                                      | 0,025      | 0.01625 |
| Plomo                                       | 0,025      | 0.01625 |
| Estaño                                      | 0,025      | 0.01625 |
| Cobre                                       | 0,025      | 0.01625 |
| Cinc  | 0,025      | 0.01625 |
| Cianuros                                    | 0,005      | 0.00325 |
| Fluoruros                                   | 1          | 0.65    |
| Fósforo total                               | 15         | 9.75    |
| Nitrógeno Total Kjeldhal                    | 50         | 32.5    |
| Nitrógeno amoniacal                         | 10         | 6.5     |
| Fenoles                                     | 0,005      | 0.00325 |
| AOX   | 0,2        | 0.13    |
| Hidrocarburos                               | 0,1        | 0.065   |

**SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**  
**Decreto Foral 82/1990**

ACERCA DE LOS SERVICIOS DE TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS

**Acerca del Plan Director anual de saneamiento**

Es elaborado por la Administración a través de la Sociedad Pública Navarra de Infraestructuras Locales, S.A (NILSA)

Contenido:

Referencias precisas de tipo técnico, temporal, espacial y financiero, que se pondrán en conocimiento de las Entidades Locales afectadas y de NILSA

Previsiones correspondientes al ejercicio en materia de:

- a) Obras de construcción de instalaciones de depuración de vertido de aguas residuales y de los colectores generales.
- b) Gestión y explotación de los servicios de tratamiento y depuración

**Canon de saneamiento**

Recaudado, administrado, gestionado y distribuido por NILSA

Están sometidos a él todas las personas físicas o jurídicas e instituciones que constituyan una unidad económica o un patrimonio separado y realicen vertidos de aguas residuales al medio ambiente, directamente o a través de las redes de alcantarillado.

No están sometidos a él los abastecimientos a entidades suministradoras de agua, la alimentación de fuentes públicas, bocas de riego e incendios y análogos, siempre que viertan el agua sin contaminar fuera de las redes de aguas residuales. Consumos de aguas para riego si no se vierten contaminadas por abonos, pesticidas o materias orgánicas.

*Base del canon*

El volumen de agua consumida por los usuarios En el caso de que el volumen de vertidos sea diferente al de consumo de agua, se tendrá en cuenta este.

*Determinación de la base*

Cuando los valores obtenidos por aplicación del presente Reglamento sean inferiores a los resultantes por aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se aplicará éste.

Opciones:

- a) Individualmente, por medida directa del consumo o vertido y del nivel de contaminación producida.

En estos casos se aplican los índices correctores.

En empresas será implantado SIEMPRE por NILSA de oficio

*Cálculo del canon de saneamiento*

$$\text{Canon Saneamiento} = \text{Volumen de vertido (decreto 12/2006)} * I_c * \text{Precio Unitario Base}$$

*Cálculo del índice corrector (Ic) Modificación según el DF 191/2000, de 22 de mayo.*

*"Artículo 16.*

*Cálculo del índice corrector.*

*Para el cálculo del índice corrector se define en primer lugar el vertido tipo que servirá de referencia, siendo aquél que tiene las siguientes características:*

*-DQO (d)= 316 mg/l*

*-MES= 286 mg/l*

*-NKT (d)= 47 mg/l*

*Siendo:*

*-DQO (d): El valor de la Demanda Química de Oxígeno en una muestra de agua decantada estáticamente durante una hora.*

*-MES: El valor de los sólidos suspendidos totales en una muestra de agua bruta.*

*-NKT (d): Nitrógeno Kjeldahl en una muestra decantada estáticamente durante una hora.*

*El índice corrector por carga contaminante aplicable al resto de vertidos se calculará mediante la aplicación de la siguiente fórmula:*

$$IC = 0,20 + 0,45 \frac{DQO (d)}{316} + 0,15 \frac{MES}{286} + 0,20 \frac{NKT (d)}{47}$$

*El índice resultante multiplicará el volumen vertido en el cálculo del canon de saneamiento.*

*En el caso de vertidos a colectores públicos dicho índice tendrá un valor mínimo de 0,5."*

## COMUNIDAD AUTONOMA DE ARAGÓN SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Ley 6/2001, de 17 de mayo, de Ordenación y participación en la gestión del agua en Aragón
- Reglamento 266/2001 que desarrolla la ley 9/1997 de saneamiento y depuración de aguas residuales (Derogada)   
Ámbito Aragón
- Decreto 38/2004, Reglamento de los vertidos de aguas residuales a las redes municipales de alcantarillado
- Decreto 301/2002, Reglamento de la Comisión del Agua y del procedimiento para la formación de las Bases de la Política del Agua en Aragón

El objeto de esta legislación será la conservación del medio receptor de las aguas residuales realizando prescripciones sobre ahorro, conservación y reutilización de este tipo aguas.

### ACERCA DE LAS AUTORIZACIONES DE VERTIDO A CAUCE PÚBLICO

Previamente a la utilización del alcantarillado y las redes de saneamiento municipal será necesaria la autorización de vertido por el órgano competente municipal o comarcal.

#### Procedimiento:

Los titulares de las actividades industriales solicitarán la autorización de vertido al órgano competente municipal o comarcal.

De acuerdo con los datos aportados por el solicitante, el órgano competente adoptará una de las siguientes resoluciones:

- Prohibir totalmente el vertido (determinando el método de almacenaje, transporte y punto de vertido)
- Autorizar el vertido condicionado al establecimiento del correspondiente tratamiento previo a su salida a la red general o al funcionamiento de los dispositivos de control, medida de caudal y muestreo
- Autorizar el vertido sin más limitaciones que las establecidas en el Reglamento

#### Vertidos prohibidos y tolerados:

- Queda prohibido verter, directa o indirectamente al alcantarillado las sustancias recogidas en el Anexo 1.
- Se consideran vertidos tolerados todos los que no estén incluidos en el apartado anterior siempre que no sobrepasen los valores límite de emisión establecidos en el Anexo 2

#### Canon de saneamiento:

Su recaudación afectará a la financiación de las actividades de prevención de la contaminación, saneamiento y depuración.

Todos los usuarios de redes sujetos al canon de saneamiento están obligados a presentar una declaración de aprovechamiento en el plazo de un mes desde el inicio de la aplicación del canon en el municipio ante el Instituto Aragonés del Agua.

El Instituto dictará una resolución determinando la base imponible y la tarifa aplicable en cada caso, estableciendo unos plazos de aplicación y de revisión. Tanto en los casos de fijación inicial como en los supuestos de revisión, dictarán una resolución en la que detallará:

- a) La modalidad de aplicación del canon de saneamiento.
- b) Los elementos integrantes de la base imponible.
- c) El coeficiente corrector de volumen
- d) La tarifa resultante, expresada en euros por metro cúbico

Si se considera necesario también se establecerá la obligación:

- Realizar un número mínimo o determinado de operaciones complementarias de medición de la carga contaminante o de cualquiera de los elementos que intervienen en la determinación de la base imponible o en el cálculo de la cuota del tributo.
- Instalar aparatos de medida permanente de caudales y de muestreo del efluente,

ACERCA DE LAS AUTORIZACIONES DE VERTIDO A CAUCE PÚBLICO

Tendrán consideración de usos domésticos aquellos usos industriales que consuman un volumen anual inferior a 1000 m3, siempre y cuando no tengan la consideración de contaminación especial, es decir, medida la contaminación diaria vertida al medio receptor el valor de P sea superior a 59:

$$P = 0,5 \text{ MES} + \text{DQO} + 100 \text{ MI} + 8 \text{ SOL} + 22 \text{ MP} + 11 \text{ NTK}$$

donde:

- P = ponderación
- MES = materias de suspensión en kilogramos/día
- DQO = demanda química de oxígeno en kilogramos/día
- SOL = sales solubles en Siemens/centímetro y metro cúbico/día
- MI = materias inhibidoras en kiloequitos/día
- MP = metales pesados en kilogramos de equimetal/día
- NTK = nitrógeno orgánico y amoniacal en kilogramos/día

Aplicación del canon de saneamiento a usos industriales en función del volumen de contaminación producido por cada industria, considerado por medición directa, por estimación directa (cuando no haya sistemas de medición directa) o, en último lugar, por estimación indirecta.

La cuantía final del canon podrá modularse en función de programas de reducción de vertidos o según los criterios establecidos reglamentariamente.

Importe del canon = componente fijo (1) + tipo aplicable (2)

(1) Componente fijo: se pagará con periodicidad (1200 ptas por sujeto pasivo y mes (7.20 €)

(2) Tipo aplicable: consistirá en una cantidad por m3 o por unidad de contaminación

- Tipo aplicable por carga contaminante de materias en suspensión (MES): 30 ptas/kg (0.18 €/Kg.)
- Tipo aplicable por carga contaminante de demanda química de oxígeno (DQO): 41 ptas/kg(0.246 €/kg)
- Tipo aplicable por carga contaminante de sales solubles (SOL): 330 ptas por Siemens m3 por cm (1.98 €)
- Tipo aplicable por carga contaminante de materias inhibidoras (MI): 950 pesetas por kiloequitos. (5.71 €)
- Tipo aplicable por carga contaminante de metales pesados (MP): 400 ptas/kg de equimetal (2.40€)
- Tipo aplicable por carga contaminante de N orgánico y amoniacal (NTK): 80 ptas/kg(0.48 €)

PRECIO BASE 2010

Componente fijo de 15, 756Euros/mes

- DQO: 0,535 Euros/Kilo.
- Sólidos en suspensión: 0,384 Euros/kilo.
- Nitrógeno: NKT: 1,050 Euros/kilo.

Nota: Existen tarifas para otros parámetros.

**Reglamentariamente se definirán los términos de carga contaminante anteriores y los métodos para su medición y análisis.**

(1) y (2) se establecerán en la Ley de Presupuestos de la Comunidad Autónoma.

Cuando se produzca una aplicación por consumo se establecerán criterios de progresividad, aumentando el precio de m3 a medida que crezcan los consumos, para favorecer el ahorro de agua. (Anexo 3: Determinación del agua consumida)

A aquellas industrias que no reduzcan la carga contaminante de referencia se les aplica el tipo máximo establecido.

Forma de determinación del canon

- Por medición directa de contaminación,
- Por declaración del interesado
- Por estimación global de carga contaminante

Los resultados validados por el Instituto Aragonés del Agua permanecerán vigentes mientras no sean revisados.

Los usuarios industriales están obligados a adoptar programas de seguimiento de vertidos y a realizar informes con la periodicidad que establezca la autorización de vertido o, en su caso, la correspondiente ordenanza municipal.

**Relación de sustancias prohibidas en la composición de los vertidos a las redes de alcantarillado, colectores e instalaciones de saneamiento.**

- 1.** Queda prohibido verter, directa o indirectamente, a la red de alcantarillado aguas residuales o cualquier otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos que, en razón de su naturaleza, propiedades o cantidad, causen o puedan causar, por sí solos o por interacción con otras sustancias, daños, peligros o inconvenientes en las infraestructuras de saneamiento
- 2.** A título enunciativo, se consideran, riesgos potenciales susceptibles de causar dicho daño, peligro o inconveniente para la infraestructura de saneamiento y depuración los que impliquen la producción de alguna de las siguientes circunstancias:
  - a. Creación de condiciones ambientales nocivas, tóxicas o peligrosas que impidan o dificulten el acceso y/o la labor del personal encargado de las instalaciones, perjudiquen a otras personas o menoscaben la calidad ambiental.
  - b. Formación de mezclas inflamables o explosivas.
  - c. Generación de efectos corrosivos sobre los materiales de las instalaciones.
  - d. Producción de sedimentos, incrustaciones o cualquier otro tipo de obstrucciones físicas que dificulten el libre flujo de las aguas residuales, la labor del personal o el adecuado funcionamiento de las instalaciones de depuración.
  - e. Otras incidencias que perturben y dificulten el normal desarrollo de los procesos y operaciones de las plantas depuradoras de aguas residuales o les impidan alcanzar los niveles óptimos de tratamiento y calidad de agua depurada.
- 3.** Queda totalmente prohibido verter directa o indirectamente a la red de alcantarillado cualquiera de los siguientes productos:
  - a. Disolventes o líquidos orgánicos inmiscibles en agua, combustibles o inflamables.
  - b. Productos a base de alquitrán o residuos alquitranados.
  - c. Sólidos, líquidos, gases o vapores que, en razón de su naturaleza o cantidad, sean susceptibles de dar lugar, por sí mismos o en presencia de otras sustancias, a mezclas inflamables o explosivas en el aire o a mezclas altamente comburentes.
  - d. Materias colorantes o residuos con coloraciones indeseables y no eliminable por los sistemas de depuración.
  - e. Residuos sólidos o viscosos que provoquen o puedan provocar obstrucciones en el flujo de la red de alcantarillado o colectores o que puedan interferir en el transporte de las aguas residuales.
  - f. Gases o vapores combustibles, inflamables, explosivos o tóxicos procedentes de motores de explosión.
  - g. Humos procedentes de aparatos extractores, de industrias, explotaciones o servicios.
  - h. Residuos industriales o comerciales que, por su concentración o características tóxicas y peligrosas, requieran un tratamiento específico.
  - i. Sustancias que puedan producir gases o vapores en la atmósfera de la red de alcantarillado en concentraciones superiores a:

| Sustancias          | Partes por millón (ppm) |
|---------------------|-------------------------|
| Amoníaco            | 100                     |
| Monóxido de carbono | 100                     |
| Bromo               | 100                     |
| Cloro               | 1                       |
| Ácido cianhídrico   | 10                      |
| Ácido sulfhídrico   | 20                      |
| Dióxido de azufre   | 10                      |
| Dióxido de carbono  | 5000                    |

Queda expresamente prohibida la dilución de aguas residuales realizada con la finalidad de satisfacer las limitaciones indicadas en ese artículo.

| Parámetros                             | Concentración media diaria máx      | Concentración instantánea máx       |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| pH                                     | 5.50-9.50                           | 5.50-9.50                           |
| Sólidos en suspensión (mg/l)           | 500                                 | 1000                                |
| Materiales sedimentables (ml/l)        | 15                                  | 20                                  |
| Sólidos gruesos                        | Ausentes                            | Ausentes                            |
| DBO5 (mg/l)                            | 500                                 | 1000                                |
| DQO (mg/l)                             | 1000                                | 1500                                |
| Temperatura (°C)                       | 40                                  | 50                                  |
| Conductividad eléctrica a 25°C (mS/cm) | 2                                   | 4                                   |
| Color                                  | Inapreciable a una dilución de 1/40 | Inapreciable a una dilución de 1/40 |
| Aluminio (mg/l)                        | 10                                  | 20                                  |
| Arsénico (mg/l)                        | 1                                   | 1                                   |
| Bario (mg/l)                           | 20                                  | 20                                  |
| Boro (mg/l)                            | 3                                   | 3                                   |
| Cadmio (mg/l)                          | 0.2                                 | 0.4                                 |
| Cromo III (mg/l)                       | 5                                   | 5                                   |
| Cromo VI (mg/l)                        | 1                                   | 1                                   |
| Hierro (mg/l)                          | 10                                  | 10                                  |
| Manganeso (mg/l)                       | 5                                   | 10                                  |
| Níquel (mg/l)                          | 2                                   | 5                                   |
| Mercurio (mg/l)                        | 0.05                                | 0.10                                |
| Plomo (mg/l)                           | 1                                   | 1                                   |
| Selenio (mg/l)                         | 1                                   | 1                                   |
| Estaño (mg/l)                          | 2                                   | 5                                   |
| Cobre (mg/l)                           | 2                                   | 3                                   |
| Zinc (mg/l)                            | 5                                   | 10                                  |
| Cianuros (mg/l)                        | 2                                   | 2                                   |
| Cloruros (mg/l)                        | 2000                                | 2000                                |
| Sulfuros (mg/l)                        | 2                                   | 5                                   |
| Sulfitos (mg/l)                        | 2                                   | 2                                   |
| Sulfatos (mg/l)                        | 1000                                | 1000                                |
| Fluoruros (mg/l)                       | 12                                  | 15                                  |
| Fósforo total (mg/l)                   | 15                                  | 30                                  |
| Nitrógeno amoniacal (mg/l)             | 35                                  | 85                                  |
| Nitrógeno nítrico (mg/l)               | 20                                  | 65                                  |
| Aceites y grasas (mg/l)                | 100                                 | 150                                 |
| Fenoles totales (mg/l)                 | 5                                   | 5                                   |
| Aldehídos (mg/l)                       | 2                                   | 2                                   |
| Detergentes (mg/l)                     | 6                                   | 6                                   |
| Pesticidas (mg/l)                      | 0.10                                | 0.50                                |
| Toxicidad (UT)                         | 15                                  | 30                                  |

Los límites de esta tabla referentes a metales se consideran como concentración total de los mismos.

La suma de las fracciones de concentración real/concentración límite relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo, níquel, mercurio, plomo, selenio y zinc) no superará el valor de 5.

Sólo será posible la admisión de vertidos con concentraciones superiores a las establecidas artículo cuando se justifique debidamente ante el ente gestor del servicio de alcantarillado, que resolverá previo informe vinculante del Instituto Aragonés del Agua, que no pueden, en ningún caso, producir efectos perjudiciales en los sistemas de depuración de aguas residuales o impedir la consecución de los objetivos de calidad establecidos para las aguas residuales depuradas.

La solicitud de vertido deberá justificar la causa y señalar los parámetros del mismo con el debido detalle para que el órgano encargado de resolver pueda calcular su carga contaminante y evitar los efectos indeseables señalados en el párrafo anterior.

No se podrá verter hasta tanto se haya obtenido la correspondiente autorización de vertido

### Determinación del volumen de agua consumido o utilizado

**1.** El volumen de agua consumido o utilizado, en tanto que constitutivo de la base imponible para los usos domésticos y elemento integrante de la carga contaminante para los usos industriales, se determina:

- a) Con carácter general, por estimación directa, mediante procedimientos de medida del volumen de agua consumido o utilizado.
- b) En los supuestos de aprovechamientos de aguas superficiales, subterráneas o pluviales no medidos por contador, mediante estimación objetiva, en función del uso dado al agua, conforme a la siguiente tabla:  
En los usos industriales, conforme a la aplicación, en cada caso, de las fórmulas que se indican en los párrafos 2, 3, 4 y 5 de este artículo.

**2.** En el caso de captaciones subterráneas que no tengan instalados dispositivos de medida de caudales, el consumo mensual, a efectos de la aplicación del canon, se determinará con arreglo a la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{25.000 \times P}{h + 20}$$

“Q” es el consumo mensual expresado en metros cúbicos.

“P” es la potencia nominal del grupo o grupos elevadores expresada en kilovatios.

“h” es la profundidad dinámica media del acuífero en la zona considerada, expresada en metros

**3.** En el caso de suministros mediante contratos de aforo cuyo caudal no pueda ser medido directamente, el volumen de agua utilizado en el período de que se trate se evaluará por aplicación de la fórmula siguiente:

$$b = I/Pr$$

“b” es el volumen de agua estimado en metros cúbicos.

“I” es el importe satisfecho por el sujeto pasivo como precio del agua expresado en euros.

“Pr” es el precio medio ponderado según tarifas vigentes del agua suministrada por la entidad en los abastecimientos medidos por contador dentro del término municipal correspondientes a usos de agua similares, expresado en euros/metro cúbico.

En caso de no ser posible la aplicación de la fórmula precedente, se estimará una base imponible igual a 400 litros de agua por abonado y día, considerando que cada abonado equivale a tres personas.

**4.** En el caso de aprovechamientos de agua superficiales que no disponen de aparatos de medida, el volumen mensual resulta de dividir por doce el caudal máximo autorizado en la correspondiente concesión administrativa.

**5.** En el caso de aprovechamientos de aguas pluviales, la cantidad de agua a considerar por año será la equivalente al doble de la capacidad de los depósitos de recogida.

## REUTILIZACIÓN DE AGUA

- Real Decreto 1620/2.007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

Establece el régimen jurídico para la reutilización de las aguas depuradas, de acuerdo con el artículo 109.1 del texto refundido de la Ley de Aguas.

| ACERCA DEL RÉGIMEN JURÍDICO DE REUTILIZACIÓN  |
|---|
| La reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento requerirá concesión administrativa tal como establecen los artículos 59.1 y 109 del texto refundido Ley de Aguas. |
| En el caso de que la reutilización fuese solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas residuales, se requerirá solamente una autorización administrativa.    |

| ACERCA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS   |
|--|
| <p><b>Usos admitidos:</b><br/>Las aguas regeneradas podrán utilizarse para los usos indicados en el anexo I.A. Se prohíbe la reutilización de aguas para los usos propios de la industria alimentaria, salvo para el uso de aguas de proceso y limpieza.</p>   |
| <p><b>Criterios de calidad:</b><br/>Las aguas regeneradas deben cumplir en el punto de entrega los criterios de calidad según usos establecidos en el anexo I.A.<br/>La calidad de las aguas regeneradas se considerará adecuada si el resultado del control analítico realizado de acuerdo con lo previsto en el anexo I.B cumple con los requisitos establecidos con el anexo I.C.</p> |

| ACERCA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS  |
|---|
| <p><b>Concesión de reutilización:</b><br/>Los titulares de la concesión de reutilización y los titulares de la autorización complementaria para reutilización de las aguas podrán suscribir contratos de cesión de derechos de uso de agua de acuerdo con lo establecido en los artículos 67 y 68 del texto refundido de la Ley de Aguas.</p> <p>Quienes obtienen la concesión o la autorización de reutilización podrán ceder con carácter temporal a otro concesionario o titular de derechos de igual rango, la totalidad o parte de los derechos de uso que le correspondan, percibiendo a cambio una compensación económica.</p>   |
| <p><b>Procedimiento:</b><br/>Cuando la solicitud de concesión para reutilizar aguas sea formulada por quien ya es concesionario para la primera utilización de las aguas, el procedimiento se tramitará de acuerdo con lo establecido en este artículo.<br/>El expediente se iniciará por el concesionario de las aguas para la primera utilización, que a tal efecto deberá presentar su solicitud dirigida al organismo de cuenca competente. Dicho modelo de solicitud se incluye en el Anexo II.<br/>El peticionario deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Origen y localización geográfica de los puntos de entrega del agua depurada y regenerada.</li> <li>- Caracterización del agua depurada.</li> <li>- Volumen anual solicitado.</li> <li>- Uso al que se va a destinar.</li> <li>- Lugar de uso del agua regenerada especificando las características de las infraestructuras previstas.</li> <li>- Características de calidad del agua regenerada.</li> <li>- Autocontrol analítico propuesto.</li> <li>- Sistema de reutilización de las aguas.</li> <li>- Elementos de control y señalización del sistema de reutilización.</li> <li>- Medidas para el uso eficiente del agua.</li> </ul> |

| ACERCA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| <b>Autorización de reutilización:</b>   |  |  |  |  |  |
| Cuando el titular de la autorización de vertido presente una solicitud para reutilizar las aguas se le otorgará una autorización administrativa, que tendrá el carácter de complementaria a la de vertido, en la que se establecerán los requisitos y condiciones en los que podrá llevarse a cabo la reutilización del agua. |  |  |  |  |  |

**CRITERIOS DE CALIDAD PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SUS USOS**

| USO DEL AGUA PREVISTO   | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)        |                                 |                       |                    |   |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|---|
|   | NEMATODOS INTESTINALES <sup>1</sup> | ESCHERICHIA COLI                | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ           | OTROS CRITERIOS   |
| <b>1.- USOS URBANOS</b>   |                                     |                                 |                       |                    |   |
| CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL <sup>2</sup><br>a) Riego de jardines privados. <sup>3</sup><br>b) Descarga de aparatos sanitarios. <sup>3</sup>  | 1<br>huevo/10 L                     | 0<br>(UFC <sup>4</sup> /100 mL) | 10 mg/L               | 2 UNT <sup>5</sup> | OTROS CONTAMINANTES <sup>6</sup> contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas <sup>7</sup> deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <sup>3</sup><br><i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) |
| CALIDAD 1.2: SERVICIOS<br>a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). <sup>9</sup><br>b) Baileo de calles. <sup>9</sup><br>c) Sistemas contra incendios. <sup>9</sup><br>d) Lavado industrial de vehículos. <sup>9</sup> | 1<br>huevo/10 L                     | 200<br>UFC/100 mL               | 20 mg/L               | 10 UNT             |   |

| USO DEL AGUA PREVISTO  | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) |  |                       |          |  |
|--|------------------------------|--|-----------------------|----------|--|
|  | NEMATODOS INTESTINALES       | ESCHERICHIA COLI   | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ | OTROS CRITERIOS  |
| <b>2.- USOS AGRÍCOLAS<sup>1</sup></b>  |                              |  |                       |          |  |
| CALIDAD 2.1 <sup>2</sup><br>a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco. | 1<br>huevo/10 L              | 100<br>UFC/100 mL<br><br>Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases <sup>2</sup> con los siguientes valores:<br>n = 10<br>m = 100 UFC/100 mL<br>M = 1.000 UFC/100 mL<br>c = 3 | 20 mg/L               | 10 UNT   | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido de aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.<br><i>Legionella spp.</i> 1.000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)<br>Es obligatorio llevar a cabo la detección de patógenos Presencia/Ausencia ( <i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=1.000 |

| USO DEL AGUA PREVISTO  | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) |   |                       |                   |   |
|--|------------------------------|---|-----------------------|-------------------|---|
|  | NEMATODOS INTESTINALES       | ESCHERICHIA COLI  | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ          | OTROS CRITERIOS   |
| <b>3.- USOS INDUSTRIALES</b>   |                              |   |                       |                   |   |
| CALIDAD 3.1 <sup>1</sup><br>a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria.<br>b) Otros usos industriales. | No se fija límite            | 10.000<br>UFC/100 mL  | 35 mg/L               | 15 UNT            | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.<br><i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L   |
| c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria  | 1<br>huevo/10 L              | 1.000<br>UFC/100 mL<br><br>Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases <sup>2</sup> con los siguientes valores:<br>n = 10<br>m = 1.000 UFC/100 mL<br>M = 10.000 UFC/100 mL<br>c = 3 | 35 mg/L               | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.<br><i>Legionella spp.</i> : 100 UFC/L<br>Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia ( <i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000  |
| CALIDAD 3.2<br>a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.  | 1<br>huevo/10 L              | Ausencia<br>UFC/100 mL  | 5 mg/L                | 1 UNT             | <i>Legionella spp.</i> : Ausencia UFC/L<br>Para su autorización se requerirá:<br>- La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.<br>- Uso exclusivamente industrial y en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial. |

| USO DEL AGUA PREVISTO   | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA) |                      |                       |                   |   |
|---|------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|---|
|   | NEMATODOS INTESTINALES       | ESCHERICHIA COLI     | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ          | OTROS CRITERIOS   |
| <b>4.- USOS RECREATIVOS</b>   |                              |                      |                       |                   |   |
| CALIDAD 4.1 <sup>1</sup><br>a) Riego de campos de golf.   | 1<br>huevo/10 L              | 200<br>UFC/100 mL    | 20 mg/L               | 10 UNT            | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.<br>Si el riego se aplica directamente a la zona del suelo (goteo, microaspersión) se fijan los criterios del grupo de Calidad 2.3<br><i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L<br>(si existe riesgo de aerosolización) |
| CALIDAD 4.2<br>a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua. | No se fija límite            | 10.000<br>UFC/100 mL | 35 mg/L               | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs.<br>P <sub>T</sub> : 2 mg P/L (en agua estancada)  |

| USO DEL AGUA PREVISTO   | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)                           |                     |                       |                   |   |
|---|--|---------------------|-----------------------|-------------------|---|
|   | NEMATODOS INTESTINALES                                 | ESCHERICHIA COLI    | SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN | TURBIDEZ          | OTROS CRITERIOS   |
| <b>5.- USOS AMBIENTALES</b>   |  |                     |                       |                   |   |
| CALIDAD 5.1<br>a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno.                       | No se fija límite                                      | 1.000<br>UFC/100 mL | 35 mg/L               | No se fija límite | N <sub>T</sub> <sup>1</sup> : 10 mg N/L<br>NO <sub>3</sub> : 25 mg NO <sub>3</sub> /L   |
| CALIDAD 5.2<br>a) Recarga de acuíferos por inyección directa.   | 1<br>huevo/10 L  | 0<br>UFC/100 mL     | 10 mg/L               | 2 UNT             | Art. 257 a 259 del RD 849/1986  |
| CALIDAD 5.3<br>a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público.<br>b) Silvicultura. | No se fija límite                                      | No se fija límite   | 35 mg/L               | No se fija límite | OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. |
| CALIDAD 5.4<br>a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).          | La calidad mínima requerida se estudiará caso por caso |                     |                       |                   |   |

## FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE CADA PARÁMETRO

El control deberá realizarse a la salida de la planta de regeneración, y en todos los puntos de entrega al usuario.

La frecuencia de análisis se modificará en los siguientes supuestos:

- Tras 1 año de control se podrá presentar una solicitud motivada para reducir la frecuencia de análisis hasta un 50%, para aquellos parámetros que no sea probable su presencia en las aguas.
- Si el número de muestras con concentración inferior al VMA del Anexo I.A es inferior al 90% de las muestras durante controles de un trimestre (o fracción, en caso de periodos de explotación inferiores), se duplicará la frecuencia de muestreo para el periodo siguiente.
- Si el resultado de un control supera al menos en uno de los parámetros los rangos de desviación máxima establecidos en el Anexo I.C, la frecuencia de control del parámetro que supere los rangos de desviación se duplicará durante el resto de este período y el siguiente.

Las frecuencias mínimas de análisis se especifican en la tabla siguiente:

| USO                | CALIDAD   | NEMATODOS INTESTINALES | ESCHERICHIA COLI | SS      | TURBIDEZ       | NT Y PT | OTROS CONTAMINANTES  | OTROS CRITERIOS                          |
|--------------------|-----------|------------------------|------------------|---------|----------------|---------|--|--|
| 1.- USO URBANO     | 1.1 y 1.2 | Quincenal              | 2 veces semana   | Semanal | 2 veces semana | ----    | El Organismo de cuenca valorará la frecuencia de análisis sobre la base de la autorización de vertido y del tratamiento de regeneración. | Mensual                                  |
| 2.- USO AGRARIO    | 2.1       | Quincenal              | Semanal          | Semanal | Semanal        | ----    |  | Mensual                                  |
|                    | 2.2       | Quincenal              | Semanal          | Semanal | ----           | ----    |  | Quincenal                                |
|                    | 2.3       | Quincenal              | Semanal          | Semanal | ----           | ----    |  | ----                                     |
| 3.- USO INDUSTRIAL | 3.1       | ----                   | Semanal          | Semanal | Semanal        | ----    |  | Mensual                                  |
|                    | 3.2       | Semanal                | 3 veces semana   | Diaria  | Diaria         | ----    |  | <i>Legionella spp.</i><br>3 veces semana |
| 4.- USO RECREATIVO | 4.1       | Quincenal              | 2 veces semana   | Semanal | 2 veces semana | ----    |  | ----                                     |
|                    | 4.2       | ----                   | Semanal          | Semanal | ----           | Mensual |  | ----                                     |
| 5.- USO AMBIENTAL  | 5.1       | ----                   | 2 veces semana   | Semanal | ----           | Semanal |  | ----                                     |
|                    | 5.2       | Semanal                | 3 veces semana   | Diaria  | Diaria         | Semanal |  | Semanal                                  |
|                    | 5.3       | ----                   | ----             | Semanal | ----           | ----    |  | ----                                     |
|                    | 5.4       |                        |                  |         |                |         |  | Frecuencia igual al uso más similar      |

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS REGENERADAS

La calidad de las aguas regeneradas se considerará adecuada a las exigencias de este real decreto si en los controles analíticos de un trimestre, o fracción cuando el periodo de explotación sea inferior, cumpla simultáneamente:

- El 90% de las muestras tendrá resultados inferiores a los VMA en todos los parámetros especificados en el Anexo I.A.
- Las muestras que superen el VMA del Anexo I.A no sobrepasen los límites de desviación máxima establecidos a continuación.
- Para las sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las Normas de Calidad Ambiental en el punto de entrega de las aguas regeneradas según la legislación propia de aplicación

| PARÁMETRO               | LIMITE DE DESVIACIÓN MÁXIMA* |
|-------------------------|------------------------------|
| Nematodos intestinales  | 100% del VMA                 |
| <i>Escherichia coli</i> | 1 unidad logarítmica         |
| <i>Legionella spp</i>   | 1 unidad logarítmica         |
| <i>Taenia saginata</i>  | 100% del VMA                 |
| <i>Taenia solium</i>    | 100% del VMA                 |
| Sólidos en suspensión   | 50% del VMA                  |
| Turbidez                | 100% del VMA                 |
| Nitratos                | 50% del VMA                  |
| Nitrógeno Total         | 50% del VMA                  |
| Fósforo Total           | 50% del VMA                  |

\*Se entiende por desviación máxima la diferencia entre el valor medido y el VMA

## LEGIONELOSIS

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que provoca infecciones pulmonares.

La Legionella es una bacteria que se multiplica entre 20°C y 45°C, su temperatura óptima de crecimiento es 35-37°C y se destruye a 70°C.

Su nicho ecológico natural son las aguas superficiales. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua sanitaria u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento como las torres de refrigeración. Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse al aire. Las gotas de agua que contienen la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio.

- Real Decreto 909-01 de 27 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis (Deroga el anterior).

### Ámbito de aplicación:

Instalaciones que utilicen agua en su funcionamiento, produzcan aerosoles y se encuentren ubicadas en instalaciones industriales que puedan ser susceptibles de convertirse en focos para la propagación de la enfermedad:

- a) Sistemas de agua caliente sanitaria: red y depósitos, acumuladores, calderas, calentadores
- b) Sistemas de agua fría de consumo humano: red y depósitos, tanques, aljibes, cisternas, pozos
- c) Torres de refrigeración
- d) Condensadores evaporativos y equipos de enfriamiento evaporativo

### Disposiciones Generales:

#### Notificación

Los titulares y las empresas instaladoras de torres de refrigeración y condensadores evaporativos están obligados a notificar la Administración sanitaria competente, en el plazo de un mes desde su puesta en funcionamiento, la información contenida en el anexo 1.

#### Responsabilidad

Los titulares de las instalaciones serán los responsables del cumplimiento de este RD y de realizar los programas de mantenimiento periódico y el control de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua.

### Mantenimiento:

#### Registro del mantenimiento

Los titulares de las instalaciones deben disponer de un Registro de mantenimiento que estará siempre a disposición de las autoridades sanitarias.

Se podrá delegar la gestión de este Registro en otras personas físicas o jurídicas, que realizarán las siguientes anotaciones:

- a) Fecha de realización de las tareas de revisión, limpieza y desinfección general, protocolo seguido, productos utilizados, dosis y tiempo de actuación. Cuando sean efectuadas por una empresa contratada, ésta extenderá un certificado, según el modelo que figura en el anexo 2.
- b) Fecha de realización de cualquier otra operación de mantenimiento (limpiezas parciales, reparaciones, verificaciones, engrases) y especificación de las mismas, así como cualquier tipo de incidencia y medidas adoptadas.
- c) Fecha y resultados analíticos de los diferentes análisis del agua.
- d) Firma del responsable técnico de las tareas realizadas y del responsable de la instalación.

#### Programas de mantenimiento en las instalaciones

Se elaborarán y aplicarán programas de mantenimiento higiénico-sanitario adecuados a sus características, e incluirán al menos los siguientes:

- a) Elaboración de un plano señalizado de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizará cada vez que se realice alguna modificación. Se recogerán en éste los puntos o zonas críticas en donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.
- b) Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos críticos, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.
- c) Programa de tratamiento del agua, que asegure su calidad. Este programa incluirá productos, dosis y procedimientos, así como introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, los métodos de medición y la periodicidad de los análisis.
- d) Programa de limpieza y desinfección de toda la instalación para asegurar que funciona en condiciones BOE núm. 171 Viernes 18 julio 2003 28059 de seguridad, estableciendo claramente los procedimientos, productos a utilizar y dosis, precauciones a tener en cuenta, y la periodicidad de cada actividad.
- e) Existencia de un registro de mantenimiento de cada instalación que recoja todas las incidencias, actividades realizadas, resultados obtenidos y las fechas de paradas y puestas en marcha técnicas de la instalación, incluyendo su motivo.

#### Medidas preventivas:

##### Medidas preventivas generales

El programa de mantenimiento se realizará con una gestión adecuada llevada a cabo por personal especializado. Cuando el agua no proceda de una red pública de distribución la concesión administrativa de aprovechamiento del recurso hídrico, quedará vinculada al informe previo elaborado por la autoridad sanitaria competente.

Las torres de refrigeración y sistemas análogos:

- a) Estarán ubicados de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición de las personas a los aerosoles. Se deberán ubicar en lugares alejados de las personas y de las tomas de aire acondicionado o de ventilación.
- b) Los materiales constitutivos del circuito hidráulico resistirán la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar la corrosión.  
Se evitarán los materiales que favorecen el desarrollo de bacterias y hongos como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa.
- c) El diseño del sistema deberá hacerse de manera que todos los equipos y aparatos sean fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- d) Existirán suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación y estarán dimensionados para permitir la eliminación de los sedimentos acumulados.
- e) Deberán disponer de sistemas separadores de gotas de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrado será menor del 0,05 por ciento del caudal de agua circulante.
- f) Deberán disponer de sistemas de dosificación en continuo del biocida.

Las condiciones específicas de mantenimiento para los sistemas de agua sanitaria fría y caliente, las torres de refrigeración y condensadores evaporativos se recogen en los anexos 3 y 4.

#### Inspección sanitaria:

##### Será realizada por las autoridades sanitarias

La inspección sanitaria deberá:

1. Revisar la documentación de las empresas, los registros, el programa de mantenimiento y, en caso de que lo considere necesario, las instalaciones, comprobando la aplicación de las medidas preventivas y realizando toma de muestras.
  2. Realizar una evaluación del riesgo de todas las partes de la instalación, valorando además el número y estado de salud de las personas potencialmente expuestas.  
Como resultado de esta evaluación se identificarán los puntos críticos ya determinados por el programa de mantenimiento.
  3. En caso necesario se establecerá un plan para prevenir o minimizar el riesgo detectado, que incluirá la aplicación de medidas preventivas, así como la corrección de defectos por parte del responsable de la misma.
- Si del resultado de estas inspecciones se concluye que existe riesgo para la salud pública, la autoridad sanitaria competente podrá decidir la clausura temporal o definitiva de la instalación

#### Actuaciones ante la detección de casos de legionelosis:

Las autoridades sanitarias decidirán y coordinarán las actuaciones de todos los profesionales que intervengan tras la aparición de casos de legionelosis.

Las actuaciones ante los casos de legionelosis vienen determinadas por la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica.

Este RD también establece el tratamiento de instalaciones y corrección de defectos estructurales tras haberse determinado que una instalación es el origen de un caso de legionelosis. Así como las inspecciones posteriores.

Dichas actuaciones podrán ser de tres tipos:

1) Limpieza y desinfección,

Tendrán como finalidad eliminar la contaminación por la bacteria. La limpieza se realizará teniendo en cuenta el principio básico de limpieza exhaustiva antes de desinfectar. La desinfección se abordará aun en ausencia de resultados microbiológicos, pero no antes de realizar una toma de muestras.

El tratamiento elegido deberá interferir lo menos posible con el funcionamiento habitual del edificio o instalación en el que se ubique la instalación afectada.

Este tratamiento, consta de dos fases: un primer tratamiento de choque, seguido de un tratamiento continuado, que se llevarán a cabo de acuerdo con el anexo 3 para las instalaciones de agua sanitaria, anexo 4 para las torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

2) Reformas estructurales.

La inspección podría dar como resultado la exigencia de corregir los defectos de la instalación, estando obligado el propietario o responsable de ésta a realizar esta operación en el plazo que se designe.

Los titulares de dichas instalaciones podrán, en casos excepcionales, presentar una solicitud especial de un plazo suplementario ante la autoridad sanitaria competente.

La solicitud deberá estar debidamente motivada y señalará las dificultades encontradas y el plan de acción acompañado de un calendario de ejecución.

Se entiende por defecto estructural de una instalación cualquier carencia o imperfección en el diseño, construcción o mantenimiento de la instalación que facilite la transmisión de la Legionella.

3) Paralización total o parcial de la instalación.

Ante la presencia de casos o brotes, instalaciones muy deficientes, contaminadas por Legionella, obsoletas, o con un mantenimiento defectuoso, la autoridad sanitaria competente podrá ordenar el cierre temporal de la instalación hasta que se corrijan los defectos observados o bien su cierre definitivo.

No se podrán poner nuevamente en marcha estas instalaciones sin la autorización expresa de la autoridad sanitaria competente.

El titular de la instalación deberá acreditar, ante la autoridad sanitaria competente, que la instalación se ha desinfectado y en el caso de existir defectos estructurales, que éstos se hayan corregido. Lo que llevará consigo nueva toma de muestras, que no se realizará al menos hasta pasados 15 días después de la aplicación del tratamiento, para comprobar la eficacia de las medidas aplicadas.

Los edificios que en algún momento han sido asociados a brotes de legionelosis, deberán ser sometidos a una vigilancia especial y continuada, según se determine, con objeto de prevenir la aparición de nuevos casos.

#### Métodos de tratamiento de las instalaciones. Sustancias y preparados químicos para el tratamiento de las instalaciones:

Los desinfectantes a utilizar serán los autorizados por la Dirección General de Salud Pública y Consumo, no siendo obligatorio este requisito cuando la desinfección se realice mediante un sistema físico o físico-químico.

##### Sistema físico

Procedimiento de desinfección basado en la aplicación de equipos de filtración adecuados para la retención de bacterias, aplicación de radiación ultravioleta, aumento de la temperatura o cualquier otro sistema utilizado con el fin de retener o destruir la carga bacteriológica del agua sin introducir productos químicos ni aplicar procedimientos electroquímicos.

##### Sistema físico-químico

El utilizado con el fin de destruir la carga bacteriológica del agua mediante la aplicación de procedimientos electroquímicos.

En las instalaciones de agua caliente sanitaria, los productos químicos utilizados para el tratamiento de las instalaciones deberán cumplir lo dispuesto a tal fin en el Real

Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

**Métodos de tratamiento de las instalaciones. Sustancias y preparados químicos para el tratamiento de las instalaciones:**

Tanto los productos químicos como los tratamientos fisico-químicos empleados deberán ser de probada eficacia frente a legionella.

No deberán suponer riesgos para la instalación ni para la salud y seguridad de los operarios ni otras personas que puedan estar expuestas

Su uso se ajustará, en todo momento, a las especificaciones técnicas y régimen de dosificación establecidos por el fabricante.

Las empresas que realicen tratamientos en las instalaciones deberán estar inscritas en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas de la comunidad autónoma respectiva, a tenor de lo dispuesto en el artículo 27 del Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.

El personal dedicado a efectuar estas operaciones deberá tener formación específica al respecto, homologada por el Ministerio de Sanidad y Consumo, de acuerdo con la Orden SCO/317/2003,

Los productos utilizados en los procesos de limpieza y tratamiento de las instalaciones, cumplirán con los requisitos de clasificación, envasado y etiquetado y provisión de fichas de datos de seguridad a que les obliga el Real Decreto 363/1995 y Real Decreto 1078/1993, respectivamente

## LEGISLACIÓN COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

- Decreto Foral 298/2001 de 15 de octubre, por el que se dictan normas para la aplicación en Navarra del Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Decreto Foral 54/2006 de 31 de Julio, por el que se establecen medidas para la prevención y control de la legionelosis

### Decreto Foral 298/2001

Este decreto Foral establece medidas higiénico-sanitarias en orden a la prevención y control de la legionelosis en aquellas instalaciones susceptibles de transmitir la Legionella.

#### Censo de instalaciones:

A fin de facilitar la inspección y control de las medidas preventivas que resultan del Real Decreto 909/2001, se dispone la creación en el Instituto de Salud Pública de un censo centralizado de todas aquellas torres de refrigeración y condensadores evaporativos que sean declaradas por sus titulares en la Comunidad Foral de Navarra.

Los titulares de torres de refrigeración y condensadores evaporativos están obligados a notificar el número y características técnicas de las mismas al censo centralizado del Instituto de Salud Pública, conforme al modelo establecido en el Anexo del presente Decreto Foral.

#### Inspección sanitaria:

Corresponde la inspección sanitaria en materia de prevención y control de la legionelosis, al Servicio de Salud Pública de la Dirección General de Salud.

Las funciones que deban ser desempeñadas por el Instituto de Salud Pública se llevaran a cabo a través de su propios medios técnicos y, si fuera preciso, a través de los profesionales sanitarios de los respectivos Equipos de Atención Primaria; debiendo ajustarse a los protocolos emanados de el Instituto de Salud Pública.

Corresponde al Servicio de Salud Pública el ejercicio de las funciones de inspección en edificios e instalaciones que albergan las Instituciones Forales de Navarra, las diferentes dependencias de la Administración de la Comunidad Foral de Navarra y sus Organismos Autónomos, y a todos los centros sanitarios con internamiento ubicados en Navarra.

#### Inscripción de las empresas que realicen tratamientos frente a Legionella en el Registro de Establecimientos y Servicios Plaguicidas de la Comunidad Foral de Navarra:

Se crea en la Sección de Servicios del Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Plaguicidas, regulado por el Decreto Foral 50/1996, de 22 de enero, la rama C para el registro de las empresas que realicen tratamientos frente a la Legionella.

La gestión del registro de dicha rama la realizará el Departamento de Salud.

Si se efectúan conjuntamente actividades de la rama A y de la C o de las A, B y C, la solicitud se presentará en el Departamento de Salud.

Las empresas que realicen labores de revisión, limpieza y desinfección frente a Legionella, deberán inscribirse en el Registro de Establecimientos y Servicios Plaguicidas de la Comunidad Foral de Navarra en la rama C de la Sección de Servicios

### Decreto Foral 54/2006

Este decreto Foral establece medidas higiénico-sanitarias en orden a la prevención y control de la legionelosis en las Torres de refrigeración y condensadores evaporativos, ubicadas en la Comunidad Foral de Navarra.

#### Autorización de funcionamiento de las nuevas torres:

Las torres que se instalen estarán sujetas a la autorización administrativa del Departamento de Salud, con carácter previo al inicio de su funcionamiento.

Las solicitudes de autorización, formuladas por los titulares de dichas instalaciones, se dirigirán al Instituto de Salud Pública, e irán acompañadas de informe emitido por técnico competente, visado por el colegio oficial correspondiente, que comprenderá como mínimo los siguientes aspectos:

- a) Descripción de las instalaciones, incluyendo los sistemas de tratamiento y relación de productos de tratamiento del agua a utilizar.
- b) Planos de situación de las torres respecto a otros edificios, ventanas, tomas de aire y lugares de tránsito de personas, situados en un radio de 300 metros alrededor de la ubicación de aquéllas.
- c) Indicación de las actividades próximas que emitan concentraciones elevadas de contaminantes, partículas o materia orgánica en suspensión en el aire.

Previa comprobación de que las torres reúnen los requisitos establecidos, la autorización de funcionamiento se resolverá y notificará por el Director General de Salud, en un plazo máximo de tres meses.

#### Medidas preventivas generales en las torres:

Las torres se situarán a sotavento de los vientos dominantes respecto a los elementos a proteger, a fin de que no se introduzca el aire expulsado por las mismas en medios confinados o muy frecuentados, y alejadas de focos de contaminación y de salidas de extracciones de aire viciado.

La descarga de los aerosoles se situará a una altura, respecto a las tomas de aire o de ventilación, de al menos 2 metros en proyección vertical por encima de la parte superior de tomas de aire para acondicionamiento o ventilación y de elementos a proteger, o a una distancia mínima de 10 metros en proyección horizontal.

Las torres y sus componentes serán accesibles de forma que la revisión, mantenimiento, limpieza, desinfección, toma de muestras e inspección puedan realizarse adecuadamente cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales.

Se evitarán las zonas de estancamiento del agua en los circuitos de las torres. Los fondos de las bandejas de recogida del agua deberán tener una pendiente superior al 1 por 100 y desagües para permitir el vaciado completo.

En las torres se instalarán dispositivos adecuados para la toma de muestras e inyección de productos para el tratamiento del agua. La dosificación de los biocidas se realizará directamente en la bandeja de recogida de agua de las torres o en el sistema de recirculación del agua y en ningún caso en el conducto de agua de aporte o de renovación. Las tomas de agua de la red de consumo humano dispondrán de sistemas antirretorno para proteger a ésta de posibles contaminaciones por retorno del agua de las torres.

Los materiales de todas las instalaciones de las nuevas torres serán resistentes a la acción agresiva del agua, a los biocidas oxidantes y, en concreto, al cloro utilizado en dosis continuas o en las concentraciones empleadas para los tratamientos que se realizan tras paradas de funcionamiento, o en caso de brotes de legionelosis. Igualmente se evitarán materiales que actúen como sustrato del crecimiento de bacterias, hongos o protozoos.

Las torres cuyas paradas de funcionamiento sean de duración superior a 24 horas deberán poner en funcionamiento la bomba de recirculación del agua diariamente durante el tiempo necesario para garantizar concentraciones homogéneas del biocida en todo el circuito, en los niveles recomendados por el fabricante del producto.

#### Puesta en funcionamiento de las instalaciones:

Previamente a su puesta en marcha inicial y después de cada parada de funcionamiento de duración superior a diez días, las torres deberán limpiarse y desinfectarse en la forma establecida en el apartado B del anexo 4 del Real Decreto 865/2003.

Dicha limpieza y desinfección deberá ser certificada por el responsable técnico de empresa autorizada, incluyéndose descripción detallada del protocolo seguido en el tratamiento, de acuerdo con lo establecido en el anexo 2 del Real Decreto citado.

Posteriormente esas actuaciones quedarán reflejadas en el registro de mantenimiento. En el caso de la puesta en marcha inicial, se facilitará al Instituto de Salud Pública copia del mencionado certificado.

**Tratamiento de las torres:**

El agua de recirculación de las torres deberá ser desinfectada de forma automática y en continuo, utilizando para ello biocidas autorizados para la desinfección frente a la Legionella.

Los controles de concentración de biocida y el procedimiento de dosificación garantizarán que la concentración del producto en el agua del equipo sea, como mínimo, la que especifica el fabricante del mismo.

La determinación de la concentración de biocida y el registro de los resultados se realizará con una periodicidad mínima diaria, debiendo estar los registros de los resultados a disposición permanente de la autoridad sanitaria.

La desinfección con biocidas podrá complementarse con otros sistemas de desinfección físicos o físico-químicos de acreditada eficacia frente a la Legionella en las condiciones de uso.

Se utilizará referentemente, biocidas oxidantes. En caso de que se empleen biocidas no oxidantes se deberá utilizar, como mínimo, dos biocidas de diferente grupo químico o sustituir, de acuerdo con lo especificado por el fabricante del producto y, en su defecto, como mínimo cada tres meses, el biocida utilizado por otro de diferente formulación química. Los biocidas utilizados en combinación o secuencialmente serán compatibles entre sí y no producirán resistencias cruzadas

Los usuarios de los biocidas exigirán toda la información que el fabricante viene obligado a facilitar en cumplimiento de lo previsto en el Real Decreto 1054/2002, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas y, de modo específico, la siguiente:

- a) Concentración mínima de biocida que debe mantenerse en el agua del equipo para garantizar la eficacia de la desinfección frente a la Legionella.
- b) El reactivo y conjunto necesario para la determinación in situ de la concentración de biocida en el agua.
- c) Información relativa a las sustancias neutralizantes del biocida que deben utilizarse así como la concentración necesaria para la neutralización.
- d) Incompatibilidades del biocida con otros biocidas o productos utilizados habitualmente en el tratamiento del agua.
- e) Las posibles interferencias del biocida con las técnicas analíticas de control de su concentración o con las técnicas de determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua.

A fin de disminuir el nivel de sólidos que pueden incrementar el crecimiento de Legionella, las torres expuestas a una contaminación ambiental intensa, o situadas en las cercanías de obras o demoliciones importantes deberán ser objeto de limpiezas adicionales, de manera que la periodicidad de esta operación sea al menos mensual, dejando constancia de estas circunstancias y de la actuación llevada a cabo en el registro correspondiente.

Complementariamente al tratamiento de desinfección, el agua de las torres deberá ser tratada con sustancias de acción dispersante para facilitar la remoción y acceso del desinfectante al biofilm. La concentración del biodispersante en el agua y las condiciones de utilización serán las que se especifiquen por el fabricante del producto.

Se incorporarán a las torres sistemas de filtración para eliminar las partículas sólidas acumuladas. Estos sistemas se limpiarán como mínimo dos veces al año y, en caso de contaminación ambiental intensa o significativa, la limpieza será al menos mensual.

En las torres cuyos materiales sean susceptibles de sufrir procesos de corrosión, y cuando se utilicen biocidas oxidantes para la desinfección del agua, deberán utilizarse complementariamente productos inhibidores de la corrosión en las concentraciones y las condiciones de uso especificadas por el fabricante del producto.

Las condiciones de almacenamiento y aplicación de los productos utilizados en el tratamiento del agua de las torres serán, además de las que se especifiquen en las etiquetas y fichas de datos de seguridad de los productos, las especificadas en el Decreto foral 12/2006, referentes a los depósitos de almacenamiento de sustancias o preparados peligrosos (la parte que hace referencia a los cubetos).

**Condiciones de la calidad del agua de las torres:**

El agua de llenado de las torres procederá, preferentemente, de las redes de distribución de agua de consumo humano.

Cuando se utilicen aguas de otros orígenes, además de la autorización de uso por el organismo de cuenca correspondiente, será necesaria la autorización del Departamento de Salud, para lo cual el titular de la instalación aportará los resultados analíticos de los parámetros que se indiquen por dicho Departamento.

**Condiciones de la calidad del agua de las torres:**

Dicho agua deberá ser desinfectada antes de su introducción en el equipo. A este efecto, se utilizarán desinfectantes en concentraciones y tiempos de contacto suficientes para garantizar la desinfección del agua de aporte. La autoridad sanitaria podrá imponer tratamientos complementarios del agua de llenado si se considera necesario para garantizar el funcionamiento correcto del equipo. Los parámetros físico-químicos del agua utilizada en las torres serán los adecuados a los requerimientos de las condiciones de eficacia del biocida utilizado. El agua deberá ser tratada, en el caso que sea necesario, para garantizar la eficacia del biocida.

Las torres funcionarán con purgas de agua en continuo para mantener el factor de concentración de sales, la alcalinidad y el pH en niveles aceptables. Alternativamente, se podrán realizar purgas discontinuas si éstas se regulan mediante la determinación en continuo de la conductividad del agua. La conductividad del agua de las torres no deberá superar el valor de 1500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

Previamente a la puesta en marcha de las torres se determinarán el índice de Langelier o de Ryznar en el agua de llenado y, posteriormente, se realizarán estas determinaciones cada tres meses en el agua del equipo. Los valores de dichos índices se situarán en los característicos del equilibrio del agua, de manera que ésta no sea incrustante o agresiva.

**Control de la calidad del agua de las torres:**

Las condiciones de la toma de muestras de agua para la realización de los análisis de autocontrol que son responsabilidad del titular de los equipos, las condiciones de conservación y el tiempo transcurrido hasta el inicio del análisis se sujetarán a lo dispuesto el Anexo 6 del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, de tal forma que se asegure la representatividad de la muestra. Deberá añadirse el neutralizante específico del biocida utilizado en el agua del equipo.

En el boletín analítico que facilite el laboratorio responsable de los análisis deberán constar los resultados obtenidos, el procedimiento seguido en la toma y análisis de las muestras, así como la identidad del técnico responsable de su realización. El análisis de Legionella se efectuará según la norma ISO 11731, en su última edición, y el límite de detección será igual o menor a 100 UFC (unidades formadoras de colonias) por litro.

Adicionalmente se determinará la presencia de legionella.

**Obligaciones del titular de las torres ante la presencia de legionella y situaciones de brote de legionelosis:**

Los titulares de las torres que se relacionen con los brotes de legionelosis o de aquellas en las que se detecte la presencia de legionella en los cultivos de muestras de agua obtenidas en las torres, deberán adoptar las siguientes medidas:

- a) Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema, limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con lo dispuesto en el apartado C del anexo 4 del citado Real Decreto 865/2003. La limpieza y la desinfección deberán incluir, además del cuerpo de la torre o condensador y de sus diferentes elementos, los circuitos de recirculación de agua.
- b) En las situaciones de brote de legionelosis, se facilitará al Instituto de Salud Pública, antes de transcurridas 48 horas desde la realización del tratamiento, el certificado de limpieza y desinfección de acuerdo con lo establecido en el anexo 2 del Real Decreto 865/2003, suscrito por el responsable técnico de empresa autorizada. Este certificado deberá describir de forma detallada el protocolo seguido en el tratamiento.
- c) Hechas las comprobaciones oportunas, la autoridad sanitaria adoptará, en relación con las torres relacionadas con brotes de legionelosis, las medidas que considere justificadas, a fin de evitar la aparición de casos de legionelosis.

Desde el momento en que se detecte la presencia de legionella en el agua de las torres, o se produzca una situación de brote de legionelosis que se asocie a determinadas torres, sus titulares deberán adoptar las medidas que se especifican en el Anexo 4 del Real Decreto 865/2003 y en el presente Decreto Foral.

Además será obligatoria la utilización como desinfectante de productos biocidas clorógenos de forma exclusiva, dosificándolos automáticamente y en continuo. Así mismo deberán instalar un sistema igualmente continuo de determinación de la concentración de cloro libre residual. El sistema dosificará en relación con la determinación de concentración de cloro en el agua, que nunca deberá ser inferior a 1,5 partes por millón. Similar sistema se utilizará para regular y corregir las desviaciones del pH del agua, de manera que no sea inferior a 6,5 ni superior a 8 unidades.

|  | nº | Anotación | nº |
|--|----|-----------|----|
|  | nº | Anotación |    |
|  |    |           |    |
|  |    |           |    |
|  |    |           |    |
|  |    |           |    |
|  |    |           |    |

**LEYENDA**

|  |                               |
|--|-------------------------------|
|  | Acometida                     |
|  | Contador                      |
|  | Llave de paso                 |
|  | Llave de vaciado              |
|  | Tubería de agua fría          |
|  | Tubería de agua caliente      |
|  | Tubería de desagüe            |
|  | Grifo de fría                 |
|  | Calentador                    |
|  | Depósito                      |
|  | Bote sumidero                 |
|  | Arqueta (fecales)             |
|  | Arqueta (pluviales)           |
|  | Arqueta sumidero              |
|  | Canaleta sumidero             |
|  | Bajante (fecales)             |
|  | Bajante (pluviales)           |
|  | Bomba                         |
|  | Dirección y pendiente solera  |
|  | Sistema depuración (Sd1, Sd2) |
|  | Máquina (M1, M2...)           |
|  | Anotación                     |
|  | Diámetro tubería              |

## CONTENIDO

## 4.1 CÁRNICO.

4.1.1: Matadero Polivalente | 2

4.1.2: Matadero avícola | 5

4.1.3: Cocidos | 7

4.1.4: Curados | 9

## 4.2 BEBIDAS.

4.2.1: Bodegas | 11

4.2.2: Cerveza | 14

4.2.3: Zumos | 17

## 4.3 LÁCTEO.

4.3.1: Fabricación de leche UTH | 19

4.3.2: Fabricación de yogur | 21

4.3.3: Fabricación de queso | 23

## 4.4 MOLINERÍA Y DERIVADOS.

4.4.1: Fabricación de pan | 25

4.4.2: Fabricación de pasta | 28

## 4.5 VEGETALES GAMA I III IV V.

4.5.1: Vegetales I Gama | 29

4.5.2: Vegetales III Gama | 31

4.5.3: Vegetales IV Gama | 33

4.5.4: Vegetales V Gama | 35

## 4.6 II GAMA CONSERVAS VEGETALES.

4.6.1: II Gama. Pimiento en conserva | 37

4.6.2: II Gama. Tomate en conserva | 39

4.6.3: II Gama. Espárrago en conserva | 41

4.6.4: II Gama. Legumbres en conserva | 43

## 4.7 ACEITES.

4.7.1: Otros Aceites | 45

4.7.2: Aceite de oliva | 47

## 4.8 PESCADO.

4.8.1: Conservas de Pescado | 49

4.8.2: Pescado en salazón | 51

4.8.3: Pescado congelado | 53

## 4.9 PIENSOS.

4.9.1: Piensos | 55

## 4.10 GRASAS.

4.10.1: Grasas. Subproducto con alto contenido en grasas | 57

4.10.2: Grasas. Subproducto con bajo contenido en grasas | 59

## 4.11 CONSIDERACIONES PARA EL USO DE AGUA EN CALDERAS Y SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN | 61



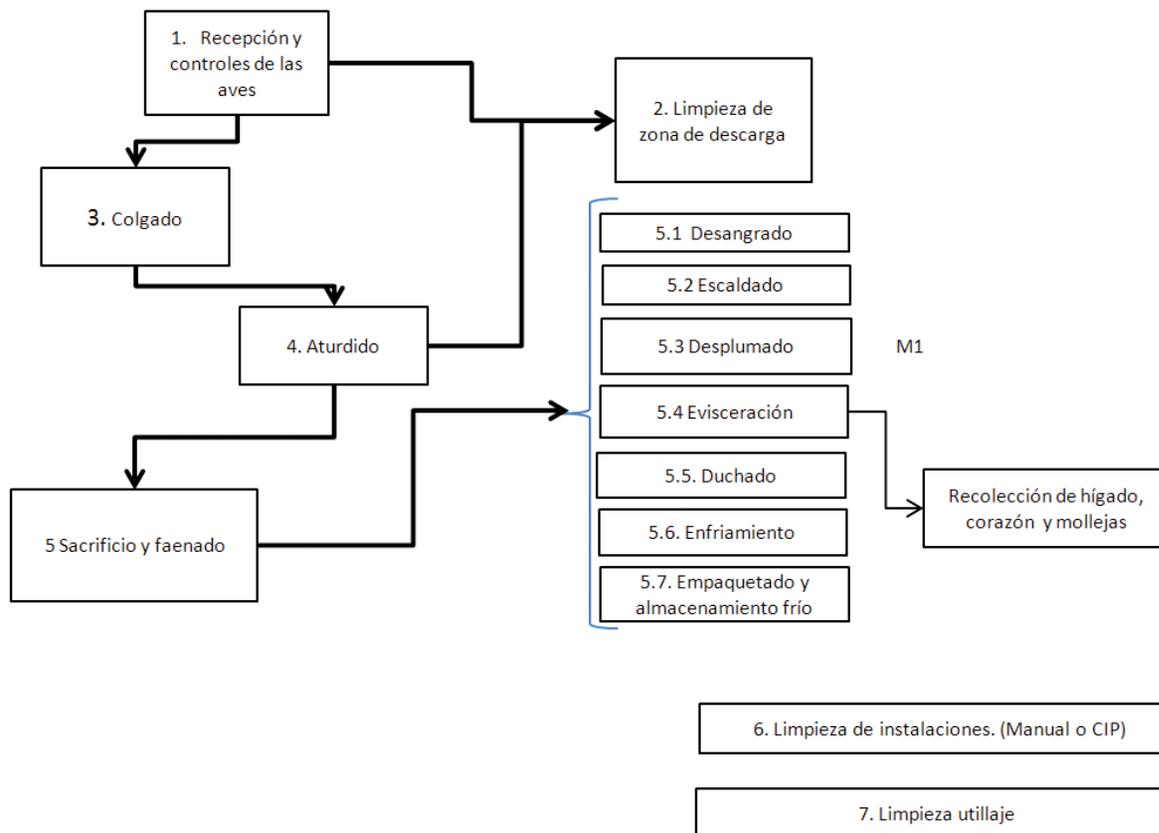
## MATADEROS POLIVALENTES. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº  | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                                   |
|-----|---|------------|---|
|     | El consumo general de agua se estima ente 3,3 y 6 litros de agua por kg de peso vivo sacrificado  |            |   |
| 1   | El ganado a sacrificar llega en grupos en vehículos de transporte y es sacado de los camiones en el muelle de descarga. En este momento se realiza una primera inspección del ganado para detectar posibles síntomas de enfermedad o cualquier otra anomalía  | si         | agua de limpieza sin exigencias concretas |
| 2   | La limpieza de camiones con agua a presión es el primer punto de consumo da gua importante  | si         | idem anterior                             |
| 3   | Inspección de animales sospechoso y envío al matadero sanitario y posterior incineración.   | si         | agua de limpieza potable y fría           |
| 4   | Zona de estabulación donde los animales permanecen 24 horas. Estiércol y deyecciones que se retiran. Gran cantidad de agua de limpieza  | si         | agua de limpieza sin exigencias concretas |
| 5   | Son pequeños corrales con duchas de limpieza del ganado. Los vertidos provenientes de dicha limpieza deben verter a la línea de depuración. Destaca el aporte de contaminantes biológicos al agua (virus, bacterias, quistes, hongos...)  | si         | agua sin exigencias concretas             |
| 6.1 | Sacrificio mediante aturdimiento eléctrico (porcino) o apuntillado con pistola de bala caudiva.   | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 6.2 | A continuación las reses son izadas a una red aérea de suspensión colgadas de una pata. Se procede al degollado vertiendo la sangre en la cubeta de sangría de acero inoxidable que hay debajo. El sangrado es uno de los procesos críticos al verterse parte de la sangre (200.000 mg/l DQO ) al agua.   | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 6.3 | Proceso exclusivo para el porcino. Escaldado por inmersión o por chorreado en túnel de escaldado (considerada mejor opción) para eliminar las cerdas. Genera importante carga particulada y grasas al agua. Posteriormente se realiza un depilado por medio de rodillos   | si         | agua entre 62 y 65°C                      |
| 6.4 | Proceso manual . En el caso del vacuno se procede a la desarticulación de los miembros delanteros y al descarnado, así como a su desollado y descabezado  | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 6.5 | La visceración es un proceso muy delicado en lo referente a la contaminación del agua. Ha den controlarse el vertido de líquidos intestinales al agua   | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 6.6 | Una de las fases críticas en lo referente al consumo de agua y una de las de conumo más importante. Limpieza con agua a baja presión  | si         | agua potable fría                         |
| 6.7 | Corte longitudinal de los canales dividiéndolos en dos  | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 7   | Aquello que no haya pasado por las inspecciones postmortem será enviado a la cámara de consigna para su posterior análisis detallado. Los decomisos y los desechos, así como los cadáveres del matadero sanitario serán enviados a la incineradora.   | no         | excepto el agua de limpieza general       |
|     | Más de un 50% del consumo de agua se asocia al trabajo y limpieza en la zona limpia del matadero  |            |   |
| 8   | La limpieza de tripería exige más de un 20% (casi un 30% en el caso del porcino) del consumo total de agua por tonelada de peso vivo sacrificado.   | si         | agua fría potable                         |
| 9   | A la sangre se le da una utilización industrial previa filtración y almacenamiento refrigerado  | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 10  | Cámara frigorífica de recepción de grasas y, en algunos mataderos, equipo de fusión y desodorización de grasas, previa a su venta   | si         | agua de calentamiento                     |
| 11  | Almacenados en local refrigerado antes de su venta  | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 12  | La operación de despiece debe realizarse en una sala refrigerada para reducir al máximo la contaminación de la carne, que es especialmente delicada en esta fase  | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 13  | La cámara de oreo es una cámara de refrigeración en la que la temperatura de las carnes se reduce a 7° C y las de los despojos a 3° C para su posterior tratamiento. Éste se realizará antes de pasadas 24 horas. La cámara de refrigeración tiene una capacidad igual a la producción en la jornada de trabajo y mantiene la carne a una temperatura de entre -1 y + 1 ° C Los despojos son depositados en tinas de acero inoxidable | no         | excepto el agua de limpieza general       |
| 14  | Destinado a congelar la carne cuando su venta en fresco no sea muy fluida. Enfría las piezas hasta -10° c., para lo cual la temperatura ambiente tiene que bajar hasta -40° C. Genera vertidos en el proceso de descongelación periódica.   | no         | excepto el agua de limpieza general       |

## MATADEROS POLIVALENTES. DESCRIPCIÓN DE FASES.

|    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 15 | Local mantenido a menos de 12° C. en el que se vende carne a los detallistas  | no | excepto el agua de limpieza general                      |
| 16 | El proceso de limpieza de los suelos y paredes de las instalaciones, así como el de los ganchos y raíles por los que circulan las piezas de carne se realiza con agua a presión con desinfectante que va a parar a los sumideros correspondientes de la línea de depuración | si | agua potable   |
| 17 | Los útiles de trabajo se limpian con vapor a presión en los mismos puestos de trabajo con gran frecuencia (se recomienda hacerlo cada hora). Necesaria una caldera para generación de vapor a 85°C  | si | agua sin exigencias concretas, pero de calidad aceptable |

MATADEROS AVÍCOLA.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |              |
|--------------------------------|--------------|
| CÓD.                           | NOMBRE       |
| M1                             | Desplumadora |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |
|                                |              |

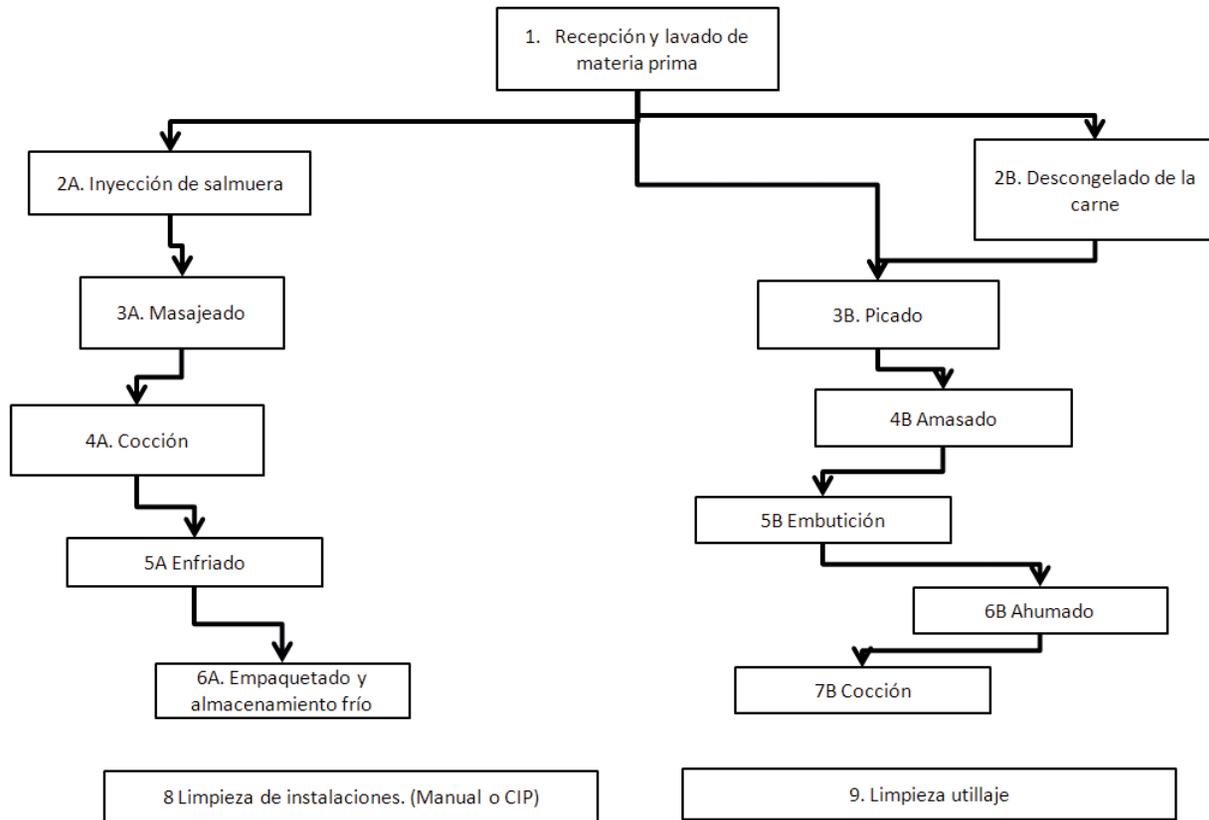
## MATADEROS AVÍCOLA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº   | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD  |
|------|--|------------|--|
| 1    | Las aves llegan al matadero en camiones de jaulas, siendo descargadas en el momento previo al sacrificio. La espera se produce en los camiones, nunca más de 24 horas.   | si         | agua de limpieza sin exigencias concretas                |
| 2    | La limpieza de camiones con agua a presión es el primer punto de consumo de agua importante  | si         | idem anterior  |
| 3    | Sacado de las aves de las jaulas y el colgado o suspensión, por las extremidades posteriores a los ganchos individuales que cuelgan de la cadena de sacrificio   | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 4    | Contacto con medio líquido y aplicación de corriente eléctrica, sistema de rejilla o parrilla, anestesia con dióxido de carbono o aturdir en forma de V  | si         | agua de limpieza sin exigencias concretas                |
| 5.1. | Desangrado manual o automático durante, al menos, 2 minutos. Pueden producirse vertidos al agua con altas cargas   | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 5.2  | Destinado a facilitar el desplumado posterior. Normalmente el escaldado se realiza por inmersión, y se distinguen dos tipos, el escaldado alto y el escaldado bajo, dependiendo del binomio temperatura-tiempo utilizado   | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 5.3  | Mediante máquina de desplumado (sistema de discos con dedos de goma y latiguillos que finalizan la operación). El proceso se realiza con un duchado continuo que arrastra las plumas. Las condiciones higiénicas exigen un duchado final abundante.  | si         | agua potable caliente                                    |
| 5.4  | Mediante pistolas de cloaca que trabajan a vacío, se succiona y colapsa la cloaca, se realiza el corte y se profundiza hacia el interior, Las vísceras deben extraerse convenientemente para que puedan ser inspeccionadas, y generalmente se separan los llamados despojos comestibles (corazón, molleja e hígado) de los que no son. | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 5.5. | Una de las fases críticas en lo referente al consumo de agua y una de las de consumo más importante. Limpieza con agua a baja presión  | si         | agua potable fría  |
| 5.6  | Enfriamiento del producto  | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 5.7  | Empaquetado y almacenamiento frío  | no         | excepto el agua de limpieza general                      |
| 6    | El proceso de limpieza de los suelos y paredes de las instalaciones, así como el de los ganchos y ralles por los que circulan las piezas de carne se realiza con agua a presión con desinfectante que va a parar a los sumideros correspondientes de la línea de depuración  | si         | agua potable   |
| 7    | Los útiles de trabajo se limpian con vapor a presión en los mismos puestos de trabajo con gran frecuencia (se recomienda hacerlo cada hora). Necesaria una caldera para generación de vapor a 85°C   | si         | agua sin exigencias concretas, pero de calidad aceptable |

ELABORADOS COCIDOS.

JAMÓN Y PALETA COCIDA

EXTRUSIONADOS COCIDOS

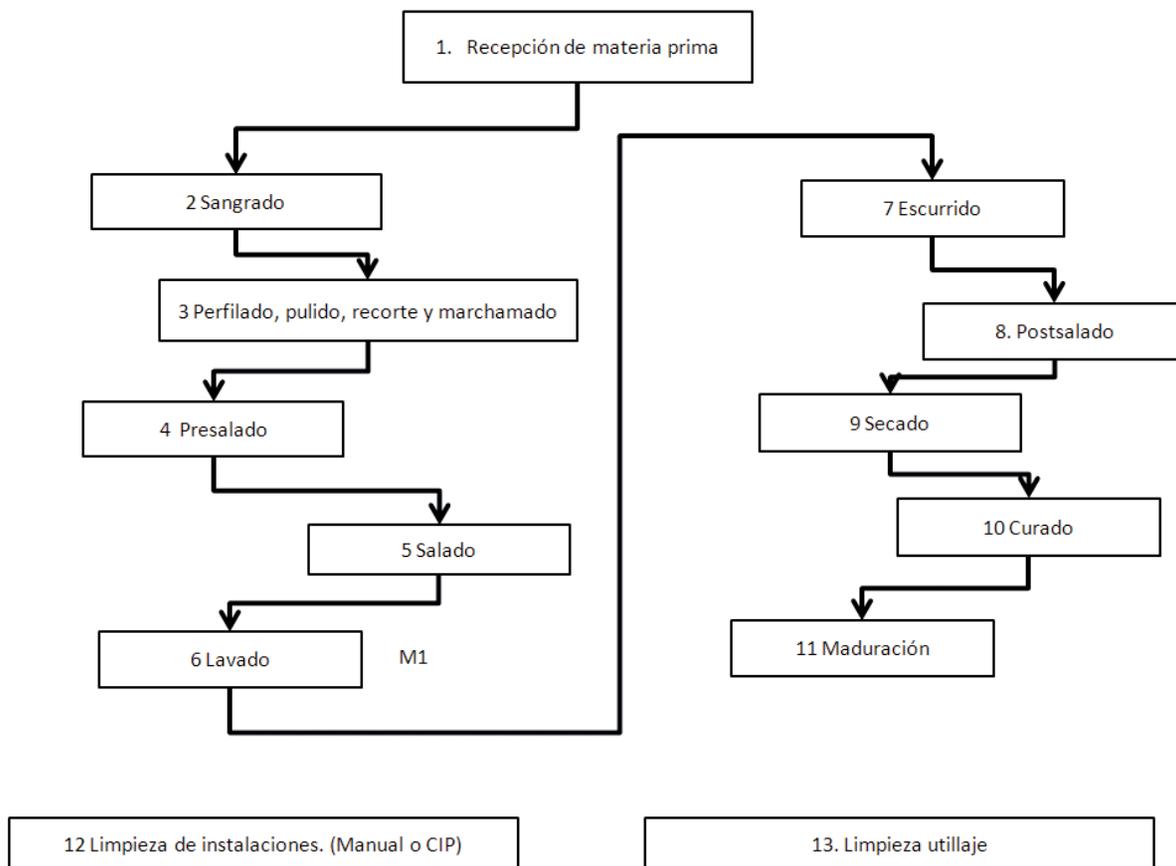


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |        |
|--------------------------------|--------|
| CÓD.                           | NOMBRE |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |

ELABORADOS COCIDOS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                             |
|----|---|------------|-------------------------------------|
| 1  | Algunos productos se lavan antes de entrar en el proceso de transformación . El sistema puede ser por inmersión (hasta 600 l por tonelada de carne) o por duchado (en torno a los 250 litros por tonelada de carne)   | si         | agua potable fría                   |
| 2A | Inyección de salmuera mediante un inyector multiagujas  | si         | idem anterior                       |
| 3A | Una vez inyectada la salmuera, la carne se somete a un masaje de forma discontinua, alternándose tiempos de masaje y de reposo. El tratamiento de masajeado dura aproximadamente 24 horas y se realiza en grandes contenedores de acero inoxidable  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 4A | La operación de cocción se realiza en dos etapas: una en la que la temperatura se mantiene por debajo de 60°C (temperatura de coagulación proteica), y otra en la que la temperatura se eleva gradualmente hasta superar los 70°C.  | si         | agua potable caliente               |
| 5A | El enfriado se realiza mediante el uso de baños o duchas de agua fría. Una vez enfriados, los jamones se extraen de los moldes.   | si         | agua potable fría                   |
| 6A | Los productos cocidos se almacenan al vacío en envases de plástico, procurando que durante el almacenaje permanezcan en la oscuridad  |            |                                     |
| 2B | En el caso de utilizar carne congelada como materia prima. Se produce tradicionalmente con agua fría, con consumos que pueden superar los 16 m3 por tonelada  | si         | agua potable fría                   |
| 3B | El picado resulta ser un punto decisivo. Durante esta operación se rompen las fibras musculares permitiendo al medio solvente (agua y cloruro sódico) extraer las proteínas solubles. Las proteínas disueltas tienen propiedades fijadoras de agua y grasa, formando emulsiones con una textura adecuada. | si         | agua potable                        |
| 4B | La carne picada se mezcla con aditivos, grasa, especias etc. Se está extendiendo el uso de equipos de picado y amasado que trabajan al vacío  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 5B | Durante la operación de embutido la masa de carne se extrusiona en tripas o en envases flexibles. Se suelen utilizar embutidoras de pistón o de aire comprimido   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 6B | Se realiza en caliente en cámaras de secado y ahumado dotadas de control automático de temperatura y humedad.   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 7B | El proceso de cocción se puede realizar tanto por inmersión del producto en agua caliente como en cámaras de vapor que actúan como un horno-armario de cocción.   | si         | agua potable caliente               |
| 8  | Limpieza de instalaciones y maquinaria. Si es posible utilizar el sistema CIP   | si         | agua potable                        |
| 9  | Los útiles de trabajo han de ser lavados y desinfectados con frecuencia   | si         | agua potable                        |

CURADOS.



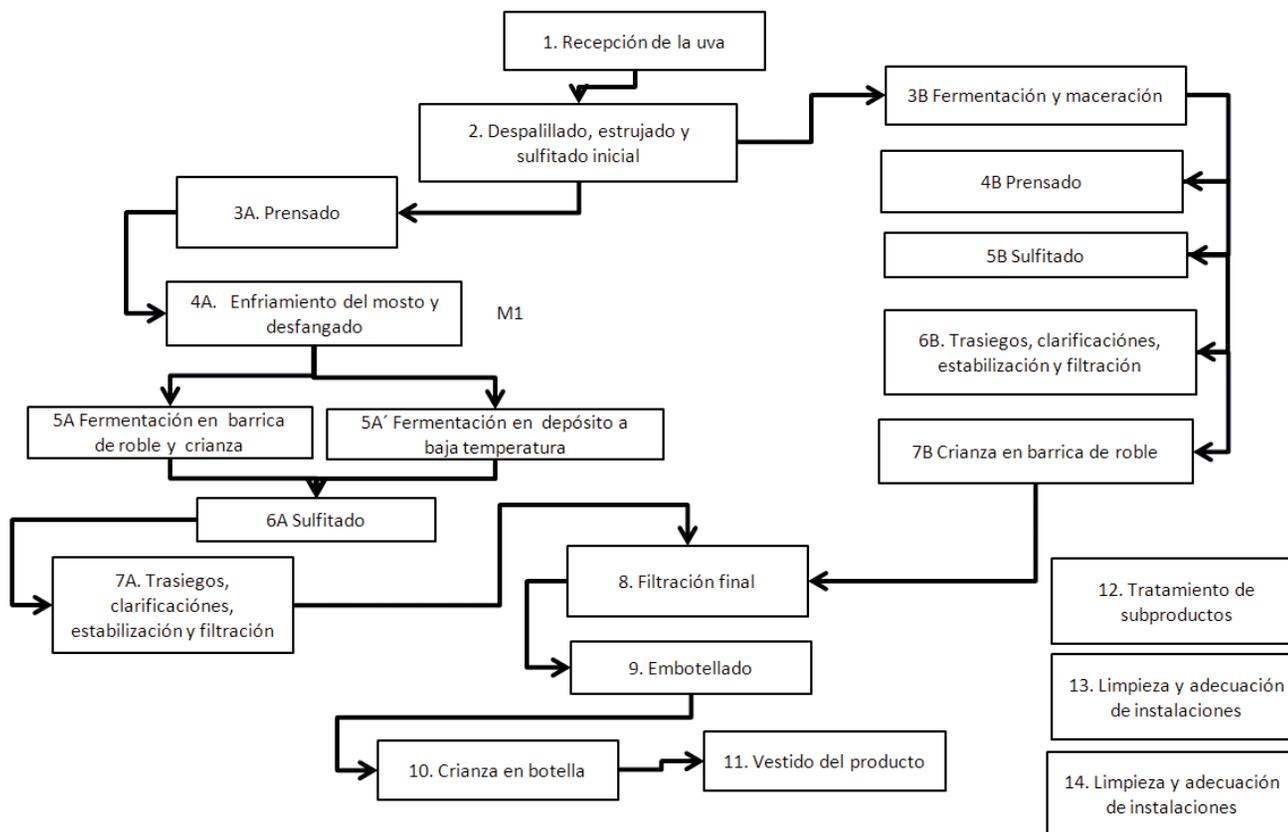
MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...)

| CÓD. | NOMBRE              |
|------|---------------------|
| M1   | Lavadora de jamones |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |
|      |                     |

CURADOS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD                             |
|----|--|------------|-------------------------------------|
| 1  | El transporte de los jamones desde las salas de despiece a las industrias de elaboración se realiza en vehículos frigoríficos, de manera que lleguen a su destino con una temperatura no superior a 3 °C en el centro de la pieza  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 2  | Operación consistente en expulsar del pernil cualquier resto de líquido que pueda dar origen a alteraciones del jamón. Se hace a mano o bien mediante máquinas automáticas que masajean o presionan con rodillos. Es origen de vertidos orgánicos  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 3  | Se trata de la preparación de los perniles en lo referente a su forma y a la identificación de los mismos.   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 4  | Antes del salado se mantienen las piezas durante al menos 24 horas en cámara frigorífica para que la temperatura sea homogénea. Después se realiza un presalado en el que se aplica al jamón un preparado de nitritos-nitratos y otros aditivos en una matriz de sal. El modo de aplicación puede ser manual, frotando la sal curante sobre la parte magra del jamón, o mecánico en bombos de presalado. En el proceso se producen pérdidas líquidas   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 5  | A continuación, los jamones son salados con sal seca en cámaras a 1-3°C y alta humedad (90%), durante un periodo de tiempo variable que depende del peso del jamón. La permanencia de los jamones en sal oscila entre un día y un día y medio por kilo de jamón fresco. Los dos sistemas de salado más empleados son el salado en pilas y el salado en contenedores, En el proceso se producen pérdidas líquidas   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 6  | Es habitual, la utilización de máquinas lavadoras. Estas máquinas poseen un sistema de recirculación de agua mediante bomba con la que se proyecta agua a presión sobre la superficie de los jamones desprendiendo la sal que está fuertemente adherida. A su vez, realizan una operación de aclarado con agua limpia de la red que se incorpora al tanque de lavado.  | si         | agua potable fría                   |
| 7  | Operación que dura entre 24 y 48 horas en cámaras de escurrido a ±0 °C. Así las piezas pierden parte de su humedad o agua superficial hasta conseguir una difusión homogénea de la sal entre sus distintas masas musculares. En el proceso se producen pérdidas líquidas   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 8  | Los jamones se llevan a las cámaras de postsalado donde la sal se difunde por toda la masa hasta el interior. Aquí permanecerán aproximadamente unos cuarenta días (en función de la pérdida de peso de la pieza), a temperaturas de entre 3 °C y 5 °C, y una humedad relativa entre 75 % y 85 %.  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 9  | Con este secado se consigue el reparto total y uniforme de la sal por todo el jamón, así como las sales nitrificantes. Las condiciones de humedad y temperatura favorecen la proliferación de compuestos responsables del sabor y del aroma. Los jamones permanecerán durante un periodo de treinta a setenta días a temperaturas de entre 10 °C y 20 °C, y con una humedad relativa de entre 70 % y 80 %., El proceso de secado puede completarse con el estufaje. Con el estufaje se consigue acelerar el proceso de secado, pero no es un proceso imprescindible. Los jamones permanecerán durante quince días a temperaturas entre 20 °C y 32 °C, y con una humedad relativa de entre 60 % y 75 %. | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 10 | La duración de esta etapa es variable. En ella se trabaja tanto en cámaras con condiciones de temperatura, humedad y velocidad del aire controladas, como en secaderos naturales que funcionan según las condiciones meteorológicas del lugar donde están emplazados. La duración habitual de esta etapa en ambos casos es de 8-9 meses, a pesar de que forzando ciertos parámetros de proceso, se pueden alcanzar curaciones aceleradas en 4-5 meses. En el caso del jamón ibérico esta etapa se puede alargar hasta 24-26 meses debido al mayor engrasamiento de los jamones ibéricos que dificulta la extracción del agua.  | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 11 | Durante la maduración se produce la fusión de la grasa interna, de modo que impregne o infiltre las fibras musculares, y retenga así el aroma para mantener el sabor del producto. Esta fase dura entre tres y cuatro semanas a temperaturas de 30 °C-35° C y una humedad relativa del 60 %. Se lleva a cabo en bodegas.   | no         | excepto el agua de limpieza general |
| 12 | Limpieza de instalaciones y maquinaria general   | si         | agua potable                        |
| 13 | Los útiles de trabajo han de ser lavados y desinfectados con frecuencia  | si         | agua potable                        |

BODEGAS.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                |
|--------------------------------|----------------|
| CÓD.                           | NOMBRE         |
| M1                             | Equipo de frío |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |
|                                |                |

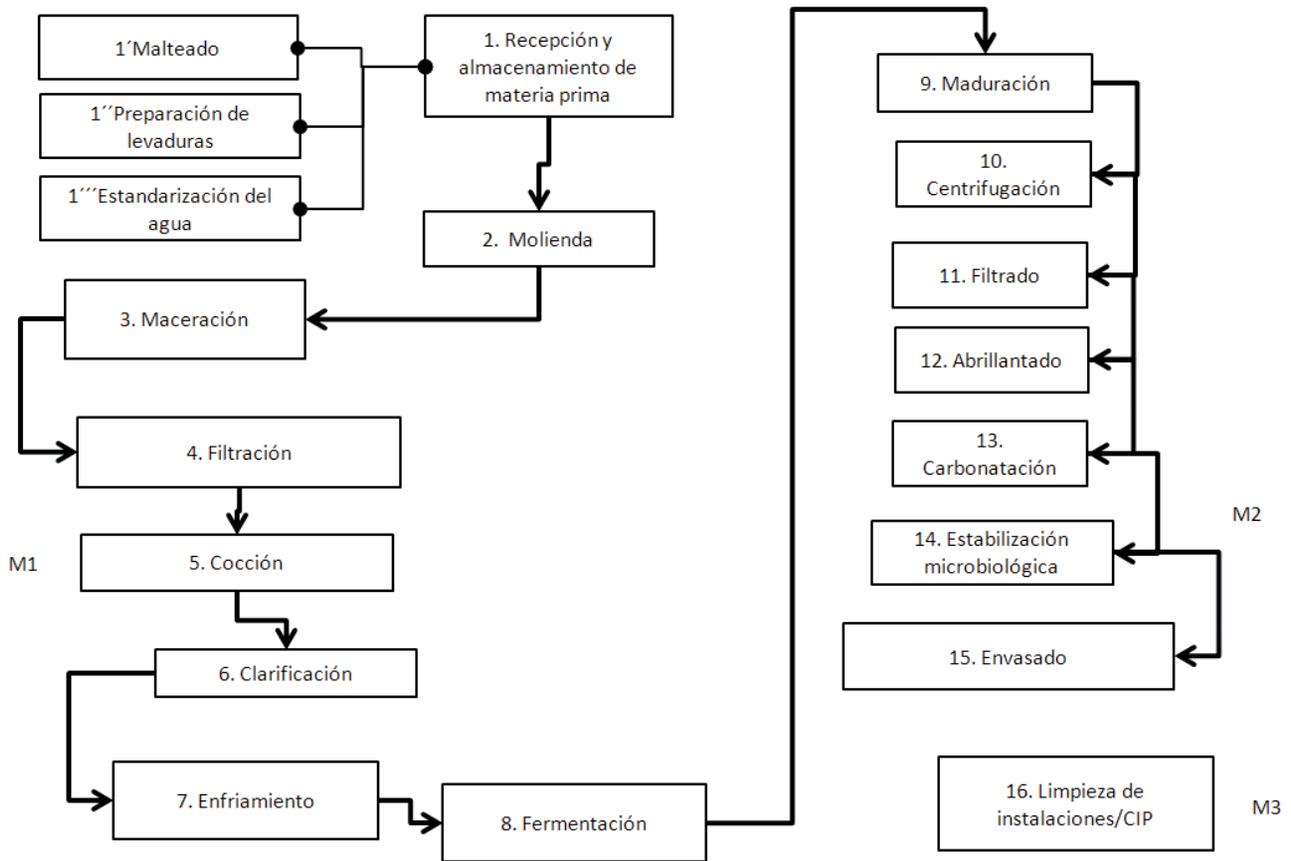
## BODEGAS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD  |
|----|--|------------|--|
| 1  | Descarga desde los remolques a la tolva receptora.   | no         | Excepto el agua de limpieza general  |
| 2  | Descargar la uva en la tolva para que la arrastre hasta caer a la despalilladora-estrujadora, El raspón será evacuado mediante una cinta a un remolque para su posterior transporte a una planta de destilación. A su vez se produce un sulfitado con solución de bisulfito de amonio al 60%. bombeándola sobre la uva molida. - Al acabar de despalillar y estrujar la uva se recoge en una pequeña tolva con un tornillo sin fin para bombearlo hasta el depósito (encubado)   | si         | Preparación de la disolución de sulfitado. Cantidad mínima   |
| 3A | El proceso de descube y vaciado a la prensa puede generar vertidos de vino y pasta al suelo. El proceso de limpieza de la prensa después del prensado es el más crítico en lo referente al agua. La prensa se limpia con pistola de agua a presión y automáticamente, conectando la entrada de agua a las boquillas de limpieza de la prensa.  | si         | Agua potable para la limpieza de la prensa   |
| 3B | Adición de levaduras y enzimas.: Hidratar las levaduras en 10 veces su volumen con agua potable a 35°C y aproximadamente 200 gramos de sacarosa o un litro de mosto por kilo de levadura. Las enzimas se añaden directamente en la bomba de vendimia o en el remontado inicial   | si         | Agua potable en pequeña cantidad   |
| 4A | La bodega contará con un equipo para controlar la temperatura de fermentación y almacenamiento en los depósitos. Estará compuesto de una "máquina enfriadora de agua" con su compresor, evaporador, condensador refrigerado por aire etc. El equipo contará con un depósito de capacidad variable (2000 litros de capacidad es frecuente) que contiene agua descalcificada sin aditivos. El equipo se encarga de mantener esa agua a 7°C, recirculando continuamente el líquido y haciéndolo pasar por las camisas de recirculación de los depósitos   | si         | Agua descalcificada recirculada  |
| 4B | El proceso de descube y vaciado a la prensa puede generar vertidos de vino y pasta al suelo. El proceso de limpieza de la prensa después del prensado es el más crítico en lo referente al agua. La prensa se limpia con pistola de agua a presión y automáticamente, conectando la entrada de agua a las boquillas de limpieza de la prensa.  | si         | Agua potable para la limpieza de la prensa   |
| 5A | Las barricas se lavan con vapor, agua caliente y agua fría a presión, habitualmente de forma automática en un lavabarricas. Posteriormente se produce el llenado de las barricas y su cuidadosa colocación.  | si         | Agua potable para limpieza de las barricas   |
| 5B | Agregar al vino SO2 en forma de Metabisulfito potásico   | no         |  |
| 6A | Agregar al vino SO2 en forma de Metabisulfito potásico   | no         |  |
| 6B | Se realizan diversos trasiegos a lo largo del proceso. En lo que al agua se refiere van asociados al proceso de lavado de las barricas, al igual que el proceso 5A. La estabilización consiste en almacenar el vino en depósitos de acero inoxidable o tinos de madera de roble para la conservación controlada. La estabilización por frío consiste en pasar el vino por la máquina de frío hasta llevarlo a una temperatura próxima a su punto de congelación. La temperatura de tratamiento será determinada por el enólogo. El vino permanecerá un periodo de entre 7 y 15 días a esa temperatura en los depósitos isoterms. Durante ese tiempo se cristalizarán las sales de bitartrato potásico y tartrato neutro de calcio que serán eliminadas con la posterior filtración. Por último el vino es filtrado con tierras diatomeas en un filtro automático diseñado a tal efecto | si         | Agua potable para limpieza de las barricas   |
| 7A | Se realizan diversos trasiegos a lo largo del proceso. En lo que al agua se refiere van asociados al proceso de lavado de las barricas, al igual que el proceso 5A. La estabilización consiste en almacenar el vino en depósitos de acero inoxidable o tinos de madera de roble para la conservación controlada. La estabilización por frío consiste en pasar el vino por la máquina de frío hasta llevarlo a una temperatura próxima a su punto de congelación. La temperatura de tratamiento será determinada por el enólogo. El vino permanecerá un periodo de entre 7 y 15 días a esa temperatura en los depósitos isoterms. Durante ese tiempo se cristalizarán las sales de bitartrato potásico y tartrato neutro de calcio que serán eliminadas con la posterior filtración. Por último el vino es filtrado con tierras diatomeas en un filtro automático diseñado a tal efecto | si         | Agua potable para limpieza de las barricas y agua potable para limpieza del filtro antes y después de su uso |
| 7B | Las barricas se lavan con vapor, agua caliente y agua fría a presión, habitualmente de forma automática en un lavabarricas. Posteriormente se produce el llenado de las barricas y su cuidadosa colocación.  | si         | Agua potable para limpieza de las barricas   |

## BODEGAS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

|    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 8  | El proceso de filtrado final se realiza con un filtro de cartuchos filtrantes de membrana en tres fases: abrillantado, prefiltración y filtración final. El sistema de filtración ha de limpiar con agua caliente a 80°C antes y después del filtrado   | si | Agua potable caliente para limpieza del filtro antes de su uso          |
| 9  | Las botellas son lavadas en una enjuagadora con agua a presión. El inyector entra en el cuello de la botella y accionado por la presencia de la misma, inyecta agua descalcificada. En algunos modelos el líquido de escurrido se recupera en un circuito cerrado. Posteriormente las botellas son llenadas con la llenadora (esta habrá sido esterilizada previamente con agua a 80°C). Una vez llenas, las botellas entran en la máquina encorchadora, en la que se les introduce un tapón de corcho después de haber hecho el vacío en el cuello                             | si | Agua potable descalcificada y agua a 80°C para esterilizar la llenadora |
| 10 | Una vez llenas y encorchadas las botellas se colocan en el jaulón con la ayuda del cargador-descargador de jaulones. Comienza el proceso de crianza en botella a lo largo de diferentes periodos y con diversos controles de temperatura y calidad a lo largo del proceso   | no | Excepto el agua de limpieza general                                     |
| 11 | En primer lugar las botellas son lavadas en una lavadora /secadora automática de botellas. Posteriormente se procede al capsulado en capsuladora, al etiquetado en la etiquetadora y al encajado definitivo   | si | Agua sin características concretas para el lavado exterior.             |
| 12 | Los orujos y raspones tanto frescos como fermentados son evacuados por medio de cintas transportadoras a un remolque. Cuando se acumula una cantidad suficiente se traslada a alcoholera para su destilación y extracción de alcohol, ácido tartárico y aceites. Las heces son trasvasadas a otro depósito de almacenamiento por medio de una bomba de pistón hasta acumular una cantidad suficiente y transportadas en un camión cisterna hasta la alcoholera. El agua de arrastre de estas heces también se incorpora al depósito de acumulación y será destilada igualmente. | no | Excepto el agua de limpieza general                                     |
| 13 | Existen varios tipos de remontados en función del objetivo que se quiere conseguir. El proceso consiste en sacar de una válvula inferior del depósito el líquido y añadirlo por la boca superior. Los fines de este remontado, pueden ser: airear el vino, añadir clarificantes, homogeneizar mezclas, etc. En el proceso de vaciado a la tolva de la bomba podría producirse un vertido accidental de vino por avería en la propia bomba. Ha de ser, por lo tanto, un proceso supervisado.   | no | Excepto el agua de limpieza general                                     |
| 14 | Depósitos metálicos y tuberías se lavan con agua caliente y detergente alcalino recirculando la solución siempre que es posible. Las instalaciones se baldean y los toneles se lavan con agua caliente a presión sin detergente. La limpieza de la zona de desagües después de la vendimia resulta especialmente importante   | si | Agua potable  |

CERVEZA.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE              |
| M1                             | Caldera de cocción  |
| M2                             | Pasteurizador Flash |
| M3                             | Sistema CIP         |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |

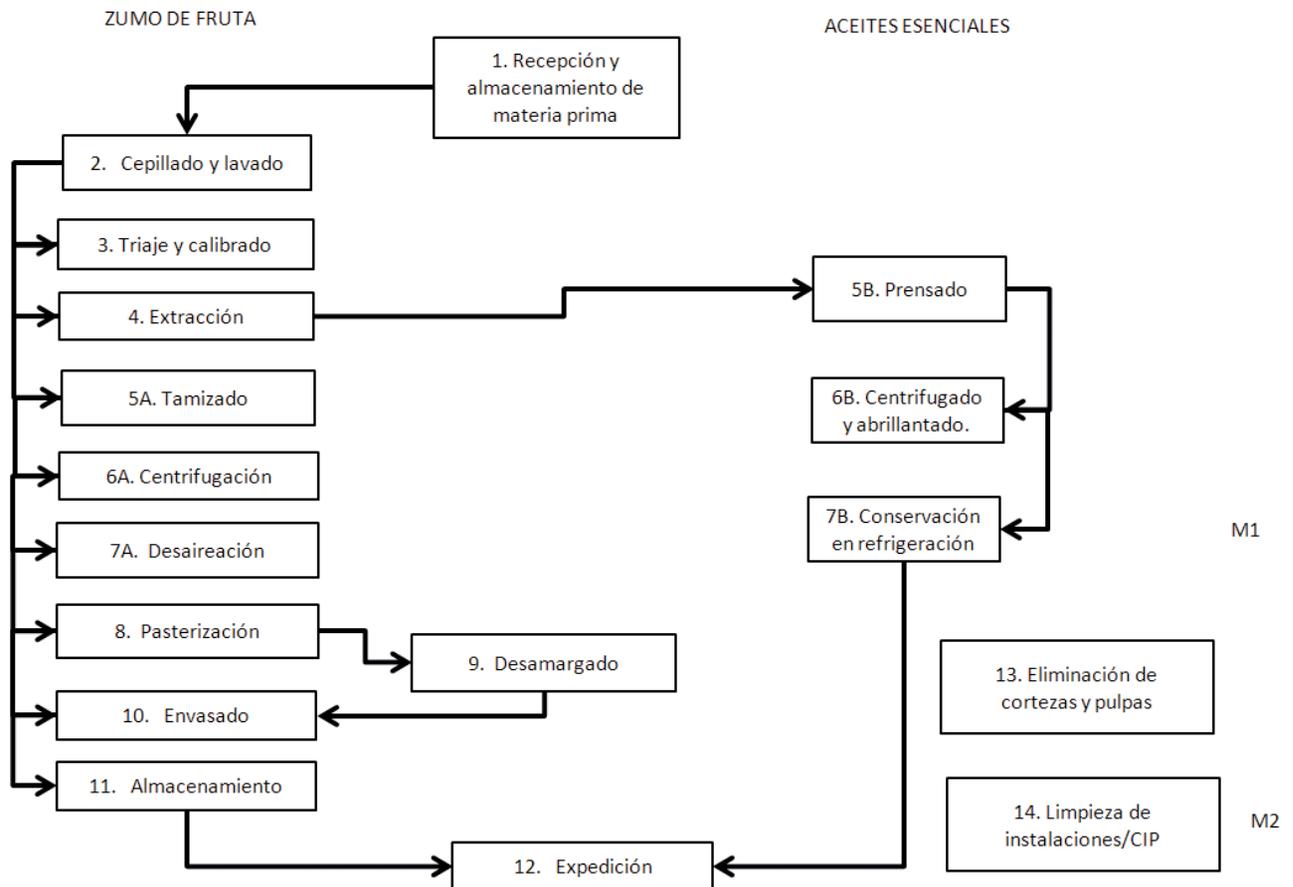
CERVEZA.

| Nº   | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|------|---|------------|----------------------------------|
| 1    | Para fabricar cerveza son necesarios cinco materias primas (malta, agua, levadura, lúpulo, y en ocasiones adjuntos) . La malta se recibe a granel, se pesa y se dirige a la zona de silos donde se descarga. El malteado se realiza en las malterías o en las mismas instalaciones de la cervecera. El lúpulo se puede añadir como inflorescencias femeninas denominadas "conos", polvos, pellets o extracto. Los adjuntos (medianos de arroz, maíz, trigo, cebada, tapioca y azúcares) se pueden añadir a la malta para aumentar su contenido en almidón y, por tanto, el porcentaje de azúcares fermentables.   | no         | Excepto agua de limpieza         |
| 1'   | La malta, se obtiene a partir de granos de cebada. Primero se remojan los granos permitiendo que germinen durante un periodo de tiempo limitado y posteriormente se desecan mediante corriente de aire para detener la germinación  | si         | Agua potable                     |
| 1''  | Las levaduras se preparan en los laboratorios de las propias fábricas a partir de cepas seleccionadas   | no         | Excepto agua de limpieza         |
| 1''' | En función de la calidad del agua de partida, puede ser necesario establecer un tratamiento del agua para eliminar todas aquellas sustancias que puedan interferir en la calidad de la cerveza o en su estandarización. Este tratamiento puede constar de 3 fases: pretratamientos (filtración, sedimentación, coagulación-floculación, descarbonatación), desionización y tratamiento final (desinfección, carbón activo, ozonización)   | si         | Agua de calidad variable         |
| 2    | Molido en seco. Para el molido en seco se utilizan molinos de rodillos, con 2 ó 6 rodillos Molido en húmedo. En algunas factorías se rocía la malta con agua o la someten a la acción del vapor, inmediatamente antes de que entre en el molino   | si/no      | Agua potable                     |
| 3    | La harina de malta se mezcla con agua y se vierte en cubas, donde se produce la maceración. Para acelerar y homogeneizar la producción del mosto se añaden enzimas (alfa y beta amilasas, proteasas y glucanasas) directamente. En esta fase también se pueden añadir los adjuntos (previamente acondicionados), a fin de aumentar el porcentaje de almidón. Se utilizan tres tipos de sistemas para la conversión y la extracción del mosto: extracción por infusión, decocción o una combinación de las dos anteriores. En la extracción por decocción la temperatura se eleva sacando una parte de la papilla del tanque sacarificador, hirviéndola en la caldera y devolviéndola al tanque sacarificador que provoca un incremento gradual de la temperatura. | si         | Agua potable                     |
| 4    | La filtración se realiza en cuba filtro o filtro prensa, contribuyendo la propia cascarilla de la malta a formar un lecho filtrante. El mosto se recircula hasta que sale claro, lo que indica que ya se ha formado la capa filtrante. En esta etapa se separa el mosto del bagazo (restos sólidos de la maceración). En este proceso se produce agua de vertido  | no         | Excepto agua de limpieza         |
| 5    | El jugo obtenido por la filtración del macerado se introduce en una caldera donde se calienta junto con el lúpulo hasta ebullición, durante un tiempo comprendido entre media hora y dos horas. Con ello, se trata de extraer las sustancias amargas del lúpulo que le dan el sabor clásico a la cerveza, eliminar el exceso de agua para conseguir la densidad adecuada del mosto, esterilizar el mosto y precipitar los complejos de proteínas. Cuando se han utilizado conos de lúpulo enteros es necesario recurrir a un separador del lúpulo al final de la cocción.   | si         | Agua potable                     |
| 6    | Esta separación se hace en grandes depósitos conocidos como Whirlpool, mediante un tipo especial de centrifugación  | no         | Excepto agua de limpieza         |
| 7    | El último paso antes de la fermentación es el enfriamiento. El mosto decantado, que está aprox. 98 °C, se enfría hasta unos 8 °C en un intercambiador de placas que utiliza agua como refrigerante. El agua entrante se calienta hasta una temperatura aproximada de 85°C, y posteriormente se utiliza en otros puntos del proceso donde sea necesaria. Como último paso de la refrigeración se puede utilizar agua glicolada a baja temperatura.   | si         | Sin características determinadas |

CERVEZA.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|---|------------|---|
| 8  | Fermentación. El mosto frío se introduce en grandes depósitos donde se le añaden las levaduras, previamente preparadas, que crecen hasta agotar el oxígeno y fermentar los azúcares transformándolos en alcohol y anhídrido carbónico (CO <sub>2</sub> ). Dado que esta reacción es exotérmica, los depósitos de fermentación se refrigeran para mantener una temperatura entre 10.5 a 15 °C, según el tipo de cerveza. Una vez finalizada la fermentación primaria se deja que sedimenten las levaduras en el fondo, recogiénolas para futuras utilidades. Los equipos de refrigeración pueden ser serpentines tubulares situados en el interior de los fermentadores, o camisas huecas en torno a las paredes por las que se hace circular un fluido refrigerante. El agente refrigerante puede ser agua glicolada, amoniaco o simplemente agua | si         | Agua de refrigeración sin características concretas |
| 9  | En los depósitos de guarda, la cerveza se mantiene a una temperatura de 0 °C durante un cierto tiempo, que puede variar de uno a seis meses dependiendo del tipo de cerveza. En estos depósitos tiene lugar la fermentación secundaria con la levadura arrastrada   | si         | Agua de refrigeración sin características concretas |
| 10 | La cerveza madura se puede centrifugar antes del filtrado para eliminar la levadura restante y los precipitados.  |            |   |
| 11 | Posteriormente, la cerveza se hace pasar por filtros de diatomeas o Kieselguhr, que pueden ser de dos tipos: filtros de bujías o filtros de placas. El lavado de los filtros se hace a contracorriente con agua y/o gas a presión, evacuándose los lodos de limpieza en forma pastosa   | si         | Agua de lavado del filtro                           |
| 12 | El abrillantado puede realizarse mediante placas filtrantes que están constituidas por fibras de celulosa. Cuanto más finas sean éstas tanto menores serán los poros de la placa filtrante correspondiente, aumentando así su capacidad de retención de partículas de pequeño diámetro. Los sistemas más habituales son los filtros de cartón y la microfiltración tangencial.  | no         | Excepto agua de limpieza                            |
| 13 | Si la cerveza no tuviera suficiente anhídrido carbónico se le inyecta en este momento   | no         | Excepto agua de limpieza                            |
| 14 | Dicha estabilización se realiza generalmente mediante pasteurización aunque existen tecnologías de membrana que permiten realizar esta operación sin necesidad de aplicación de calor. La cerveza se puede estabilizar antes o después de envasada dependiendo el tipo de envase que se vaya a utilizar. En el caso de los barriles, la pasteurización se lleva a cabo en intercambiadores de calor de placas o sistemas de microfiltración. Las botellas o latas llenas se introducen en una pasteurizadora en la que se someten a duchas o baños de agua a distintas temperaturas, primero crecientes hasta que la cerveza alcance la temperatura de pasteurización, y luego decrecientes para enfriar las botellas que salen del pasteurizador   | si         | Sin características determinadas                    |
|    | Existen varios tipos de remontados en función del objetivo que se quiere conseguir. El proceso consiste en sacar de una válvula inferior del depósito el líquido y añadirlo por la boca superior. Los fines de este remontado, pueden ser: airear el vino, añadir clarificantes, homogeneizar mezclas, etc. En el proceso de vaciado a la tolva de la bomba podría producirse un vertido accidental de vino por avería en la propia bomba. Ha de ser, por lo tanto, un proceso supervisado. de placas o sistemas de microfiltración. Las botellas o latas llenas se introducen en una pasteurizadora en la que se someten a   | no         | Excepto el agua de limpieza general                 |
| 15 | Las botellas sucias se limpian en lavadoras constituidas por una serie de baños y duchas a presión con sosa, detergente y agua. Las botellas no retornables se enjuagan con agua a presión al llegar desde las empresas vidrieras para eliminar el polvo que se haya podido acumular durante su transporte y almacenamiento. En el caso de los barriles la lavadora-llenadora consta de una serie de módulos idénticos en los que el barril se despresuriza, se lava internamente con agua caliente y detergente, se escurre, se enjuaga con agua fría, se esteriliza con vapor, se presuriza con CO <sub>2</sub> y se llena. Las latas se enjuagan con agua a presión antes del llenado. El lavado produce, evidentemente, vertido de aguas. El proceso de llenado en sí no es relevante en lo que al agua se refiere.                           | si         | Agua potable  |
| 16 | El sistema C.I.P (Cleaning in place), consiste en hacer circular secuencialmente por el interior de tuberías y equipos las diferentes soluciones de limpieza desde sus correspondientes depósitos de almacenamiento. Este sistema puede ser parcial o totalmente automatizado. Se consigue así optimizar los consumos de agua, energía y productos de limpieza necesarios para realizar la operación  | si         | Agua potable  |

ZUMOS CÍTRICOS.

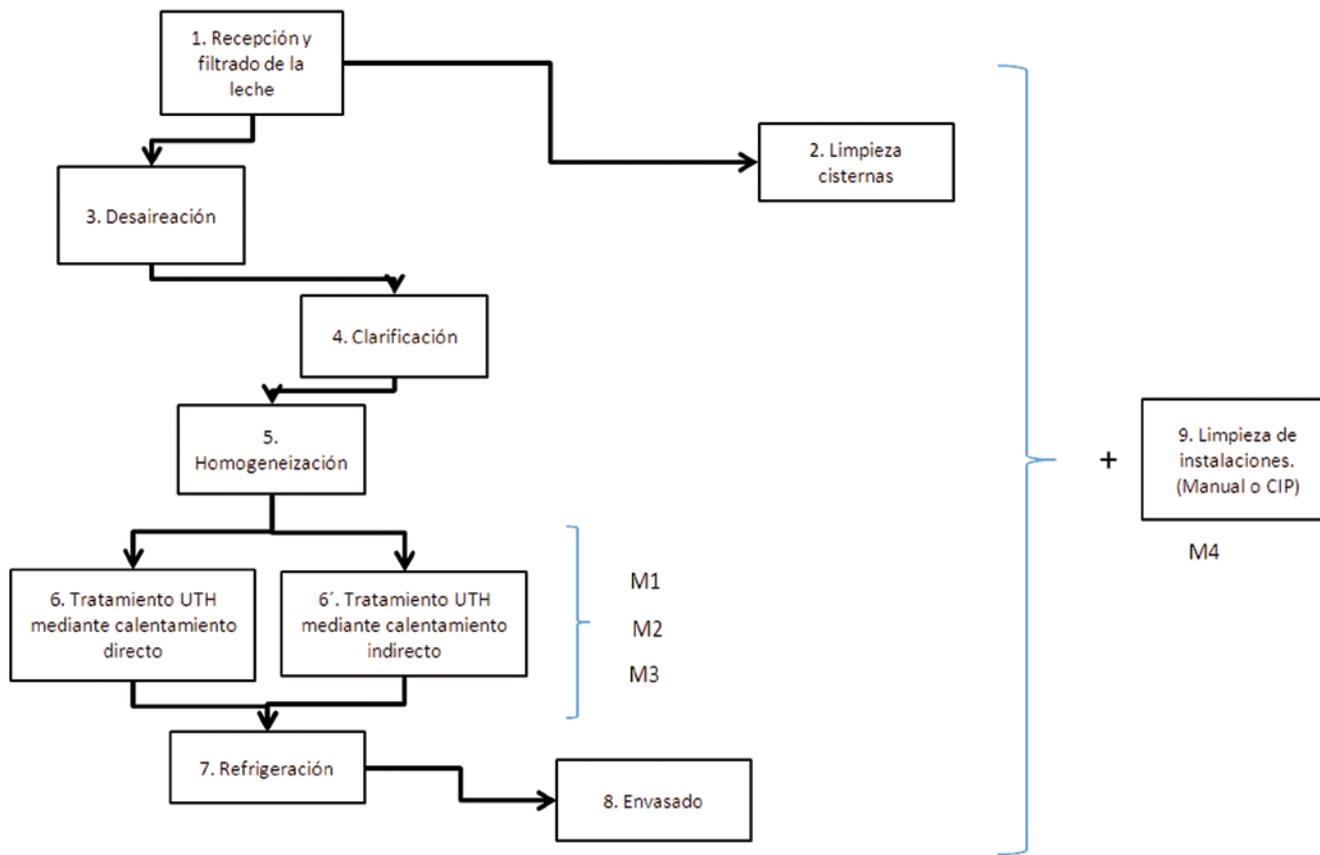


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE              |
| M1                             | Pasteurizador Flash |
| M2                             | Sistema CIP         |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |

## ZUMOS CÍTRICOS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|--|------------|---|
| 1  | A su llegada a la planta las distintas partidas de productos serán descargadas en silos llenos parcialmente de agua, de forma que los frutos puedan ser conducidos a ellos simplemente por gravedad desde los vehículos de transporte. Los silos están, habitualmente, contruidos a ras de suelo. Con este tipo de silos se evita que los frutos se dañen, al ser recibidos sobre agua, produciéndose un primer lavado.  | si         | Sin características definidas   |
| 2  | Cepillado y lavado de los frutos para eliminar suciedad y restos de tratamiento  | si         | Agua potable  |
| 3  | Eliminación manual en mesa de tria de aquellos frutos que no cuenten con la calidad exigida (demasiado verdes, podredumbre...) Posteriormente pasan por un calibrador que separa los frutos en calibre superiores e inferiores a 80 mm para los extractores.   | no         | Excepto para procesos de limpieza de instalaciones  |
| 4  | La extracción de aceites esenciales y de zumos se realiza simultáneamente en el mismo equipo, pero de forma separada. Mediante extractores de tipo continuo se extrae el zumo gracias a un cilindro perforado de extremo puntiagudo que se introduce en el fruto a la vez que unos dedos metálicos comprimen el fruto hasta conseguir la rotura de la corteza y de las glándulas oleíferas de la misma.  | no         | Excepto para procesos de limpieza de instalaciones  |
| 5  | El zumo pasa a un colector de acero inoxidable y, posteriormente, a una tamizadora que elimina la pulpa gruesa. De ahí se envía a los tanques nodriza (depósitos pulmón) para regular la entrada al resto del proceso.   | no         | Excepto para procesos de limpieza periódica de los depósitos  |
| 6  | Desde el depósito pulmón el zumo es enviado a una centrifugadora, eliminando el 90% de la pulpa restante.  | no         | Excepto para procesos de limpieza periódica de la centrifugadora  |
| 7  | Producida en tanques a presión atmosférica y, en algunos casos, mediante equipos de vacío.   | no         | Excepto para procesos de limpieza periódica de los tanques  |
| 8  | El proceso de pasteurización abarca tres fases: un precalentamiento (aumentando la temperatura del zumo hasta 40°C aprovechando el calor del zumo pasteurizado), una pasteurización propiamente dicha (en pasteurizador mediante intercambiadores de placas con agua caliente a 95°C por contacto durante 30 segundos) en la que se aumenta la temperatura del zumo a 85°C y un enfriado final utilizando el zumo en caliente en la fase de precalentamiento, en la que se reduce su temperatura a 40°C. Como final del enfriado el zumo a 40°C es llevado hasta 25°C y hasta 10°C en dos etapas mediante agua y agua glicolada. | si         | Agua sin características concretas  |
| 9  | El desamargado tiene como función la eliminación del ácido limonóico que se produce en el proceso de extracción, de forma especialmente importante en algunas variedades de naranja (variedad Navel). Para ello se utiliza una adsorción en dos fases (móvil y estacionaria) mediante el contacto con lechos de resina.  | no         | Excepto para procesos de limpieza de equipos  |
| 10 | Los zumos son enviados a la bodega frigorífica para su conservación durante un máximo de una semana a 1°C. Posteriormente se procederá al embotellado, aumentando previamente su temperatura hasta 85°C mediante un intercambiador de placas. Las botellas son lavadas en una enjuagadora con agua a presión. En algunos modelos el líquido de escurrido se recupera en un circuito cerrado. Posteriormente las botellas son llenadas con la llenadora (esta habrá sido esterilizada previamente con agua a 80°C). Una vez llenas, las botellas son cerradas por la máquina  | si         | Agua de calentamiento sin características concretas y agua potable descalcificada para el lavado de las botellas. |
| 11 | El producto envasado se almacena en cámaras frigoríficas hasta su expedición   | no         | Excepto para procesos de limpieza de instalaciones  |
| 12 | En algunos casos la expedición puede producirse en cisternas a granel, en cuyo caso se realiza directamente desde la bodega frigorífica  | no         | Excepto para procesos de limpieza de instalaciones  |
| 13 | Las cortezas y pulpas son transportadas con sinfines hasta la zona de descarga de camiones. Serán enviados a plantas de deshidratación o de fabricación de piensos   | no         | Excepto para procesos de limpieza de instalaciones  |
| 14 | El sistema C.I.P (Cleaning in place), consiste en hacer circular secuencialmente por el interior de tuberías y equipos las diferentes soluciones de limpieza desde sus correspondientes depósitos de almacenamiento. Este sistema puede ser parcial o totalmente automatizado. Se consigue así optimizar los consumos de agua, energía y productos de limpieza necesarios para realizar la operación   | si         | Agua potable  |

FABRICACIÓN DE LECHE UTH.

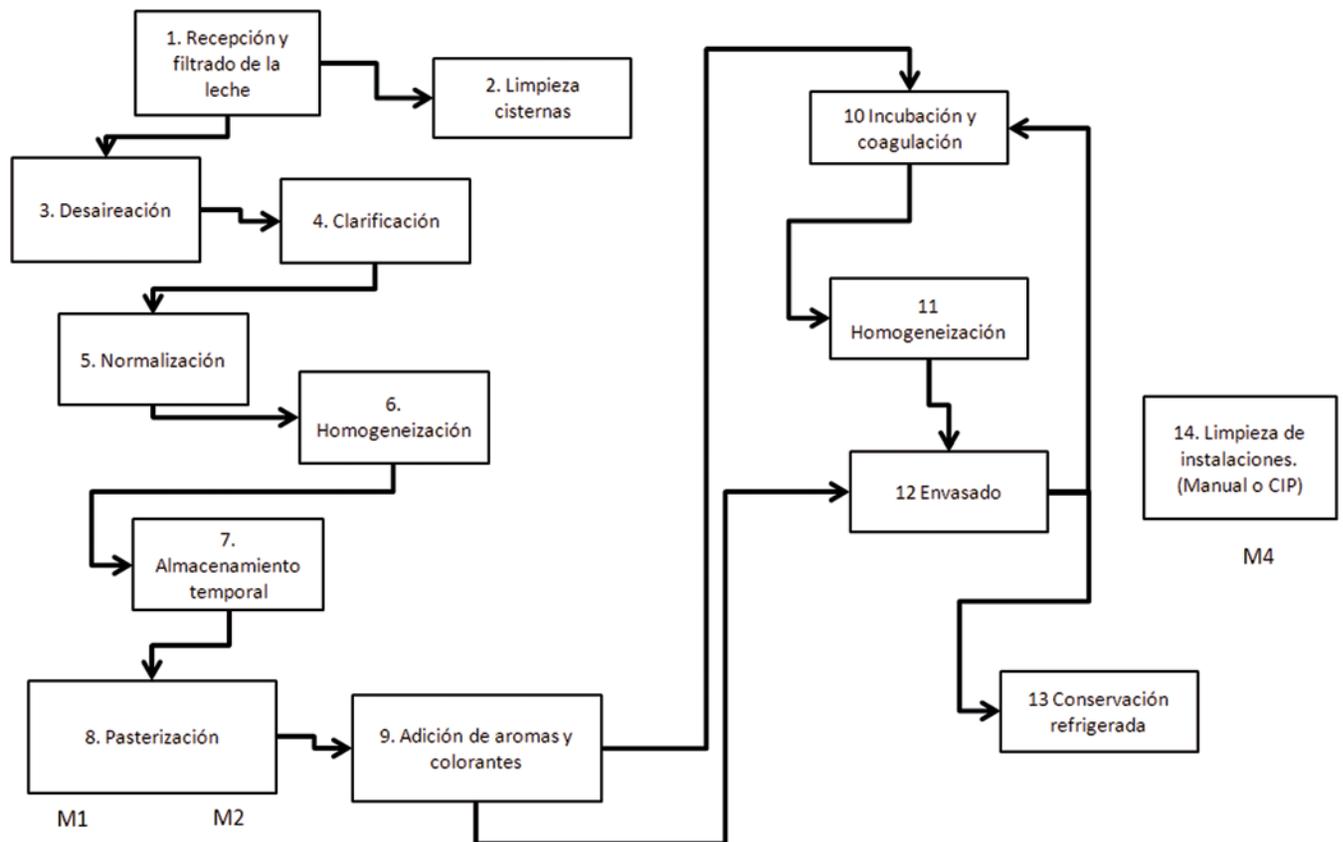


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                     |
| M1                             | Intercambiadores de placas |
| M2                             | Intercambiadores tubulares |
| M3                             | Intercambiadores mixtos    |
| M4                             | Sistema CIP                |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |

## FABRICACIÓN DE LECHE UTH. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|---|------------|---|
| 1  | Determinación de la cantidad (volumen y peso), calidad físico química y calidad higiénica. Filtrado de la leche con filtros de acero inoxidable de diámetro de paso de 0.2 a 1mm, para eliminar las partículas más groseras.  | no         |   |
| 2  | Limpieza de cisternas   | si         | Agua potable  |
| 3  | Producida en tanques a presión atmosférica y, en algunos casos, mediante equipos de vacío.  | no         |   |
| 4  | Separación de partículas y aglomerados de proteínas por fuerza centrífuga   | no         |   |
| 5  | Reducción del diámetro de los glóbulos grasos y distribución uniforme de la materia grasa. Se produce haciendo pasar la leche por pequeñas ranuras a gran presión.  | no         |   |
| 6  | El proceso de tratamiento térmico UTH consiste en la aplicación de altas temperaturas durante cortos espacios de tiempo (por lo menos 135°C durante 1 segundo). Si se produce por calentamiento directo se inyecta vapor sobre la leche o leche sobre el vapor. Posteriormente, la leche pasa a un evaporador de vacío para eliminar el agua añadida durante la esterilización. La relación de esta fase con el agua es, evidentemente, el uso de la misma en forma de vapor.   | si         | Agua potable  |
| 6' | La transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido caloportador (vapor de agua) no llega a entrar en contacto con la leche. Estos sistemas son mucho más eficientes energéticamente, ya que no se producen pérdidas por cambios de estado en el producto. Con este tipo de intercambiadores no se alcanzan las temperaturas de esterilización en tan breve tiempo como se exige en la leche UHT, por lo que se deben utilizar en combinación con sistemas directos de calentamiento. Los equipos utilizados son intercambiadores de placas, intercambiadores tubulares o intercambiadores mixtos            | si         | Agua sin características especiales, al no darse un contacto directo entre el agua y la leche.          |
| 7  | Puede utilizarse agua para el enfriamiento como un proceso independiente, cuando se ha dado un tratamiento térmico por calentamiento directo, o se utilizará dentro del sistema general de intercambiadores de placas o tubulares.  | si         | Sin características especiales  |
| 8  | En el envasado el factor más importante es el mantenimiento de las condiciones asépticas del proceso.   | no         |   |
| 9  | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. La cantidad de agua total empleada supera varias veces el volumen de leche tratada (entre una y cuatro veces), dependiendo del tipo de instalación y del sistema de limpieza empleado. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica en el mismo. En el sistema CIP (clean in place) el vertido final también es el colector o cauce pero existe MTD que recomienda la recirculación parcial del agua. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP |

FABRICACIÓN DE YOGUR.

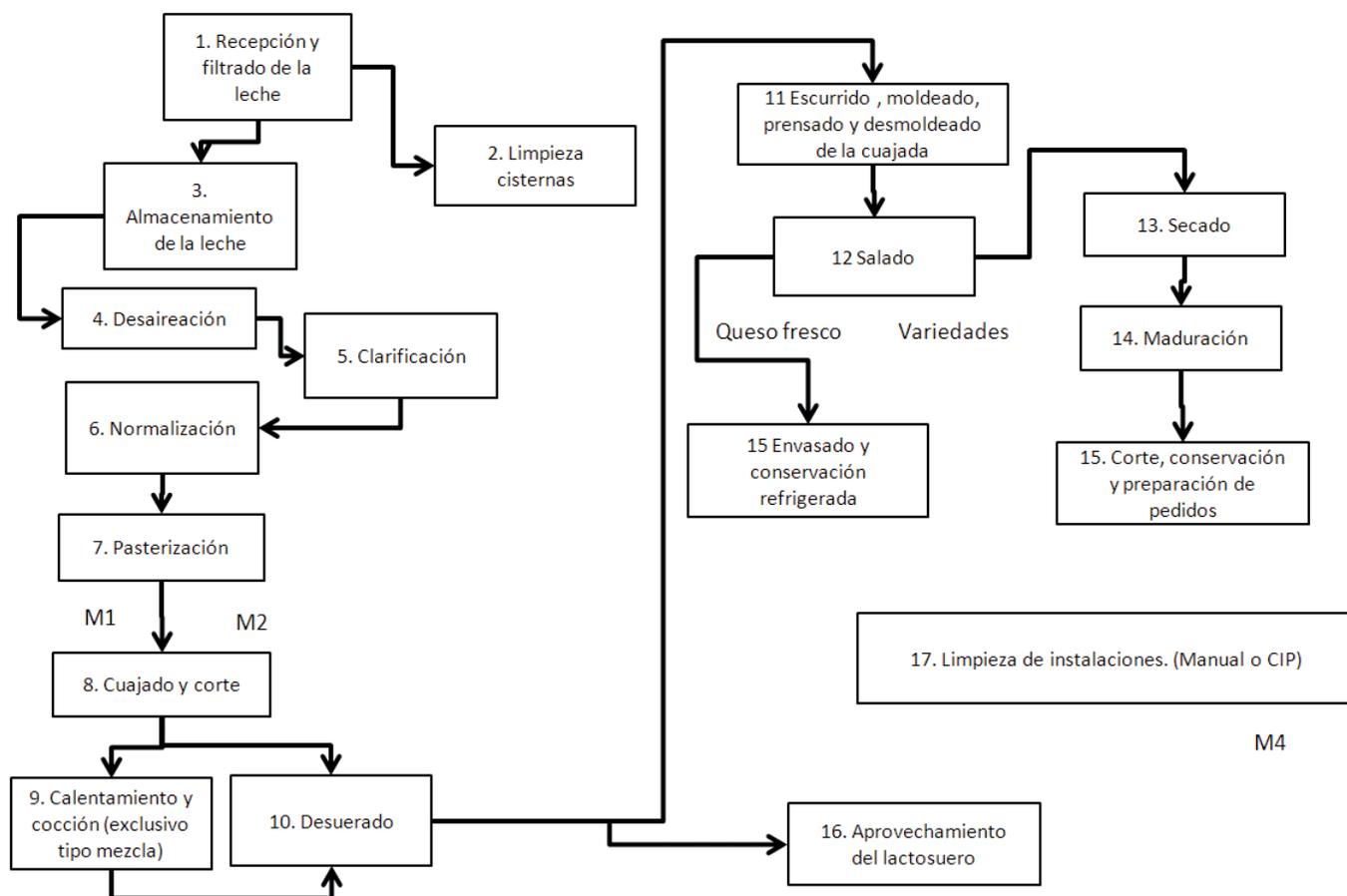


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                     |
| M1                             | Intercambiadores de placas |
| M2                             | Intercambiadores tubulares |
| M4                             | Sistema CIP                |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |

## FABRICACIÓN DE YOGUR. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|---|------------|---|
| 1  | Determinación de la cantidad (volumen y peso), calidad físico química y calidad higiénica. Filtrado de la leche con filtros de acero inoxidable de diámetro de paso de 0.2 a 1mm, para eliminar las partículas más groseras.  | no         |   |
| 2  | Limpieza de cisternas   | si         | Agua potable  |
| 3  | Producida en tanques a presión atmosférica y, en algunos casos, mediante equipos de vacío.  | no         |   |
| 4  | Separación de partículas y aglomerados de proteínas por fuerza centrífuga   | no         |   |
| 5  | La etapa de normalización consiste en el ajuste tanto de la materia grasa como de los sólidos solubles no grasos, mediante desnatadoras en el caso de la grasa y mediante evaporación o adición de leche concentrada en el caso de los sólidos solubles no grasos   | no         |   |
| 6  | Reducción del diámetro de los glóbulos grasos y distribución uniforme de la materia grasa. Se produce haciendo pasar la leche por pequeñas ranuras a gran presión.  | no         |   |
| 7  | En función del tiempo que vaya a transcurrir, se somete a una termización o una pasterización antes del almacenamiento refrigerado.   |            |   |
| 8  | La pasterización se realiza antes de la coagulación, para eliminar las bacterias patógenas y conseguir una coagulación perfecta. Se realiza con intercambiadores indirectos.  | si         | Agua sin características especiales, al no darse un contacto directo entre el agua y el producto        |
| 9  | Dependiendo de tipos de yogur, puede darse o no.  | no         |   |
| 10 | Después de la pasterización se enfría la leche a la temperatura óptima para el desarrollo de las bacterias lácticas, se añaden los aromas y colorantes en función del yogur a obtener y se inocula el cultivo ( <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i> ). Según el tipo de yogur (firme o líquido), la incubación se realiza en el envase o en tanques de coagulación, y en el caso de los yogures líquidos el producto se homogeneiza tras la incubación. Es una fase en la que existen riesgos de vertido por fugas de proceso   | si         | Sin características especiales  |
| 11 | En su caso, los distintos o complementos (cereales, estabilizantes, etc.) se añaden previamente a la homogeneización.   |            |   |
| 12 | En el envasado el factor más importante es el mantenimiento de las condiciones asépticas del proceso.   | no         |   |
| 13 | .Tras el envasado se mantiene refrigerado a una temperatura cercana a los 4°C para reducir la actividad bacteriana y asegurar su conservación.  | no         |   |
| 14 | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. La cantidad de agua total empleada supera varias veces el volumen de leche tratada (entre una y cuatro veces), dependiendo del tipo de instalación y del sistema de limpieza empleado. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica en el mismo. En el sistema CIP (clean in place) el vertido final también es el colector o cauce pero existe MTD que recomienda la recirculación parcial del agua. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP |

FABRICACIÓN DE QUESO.

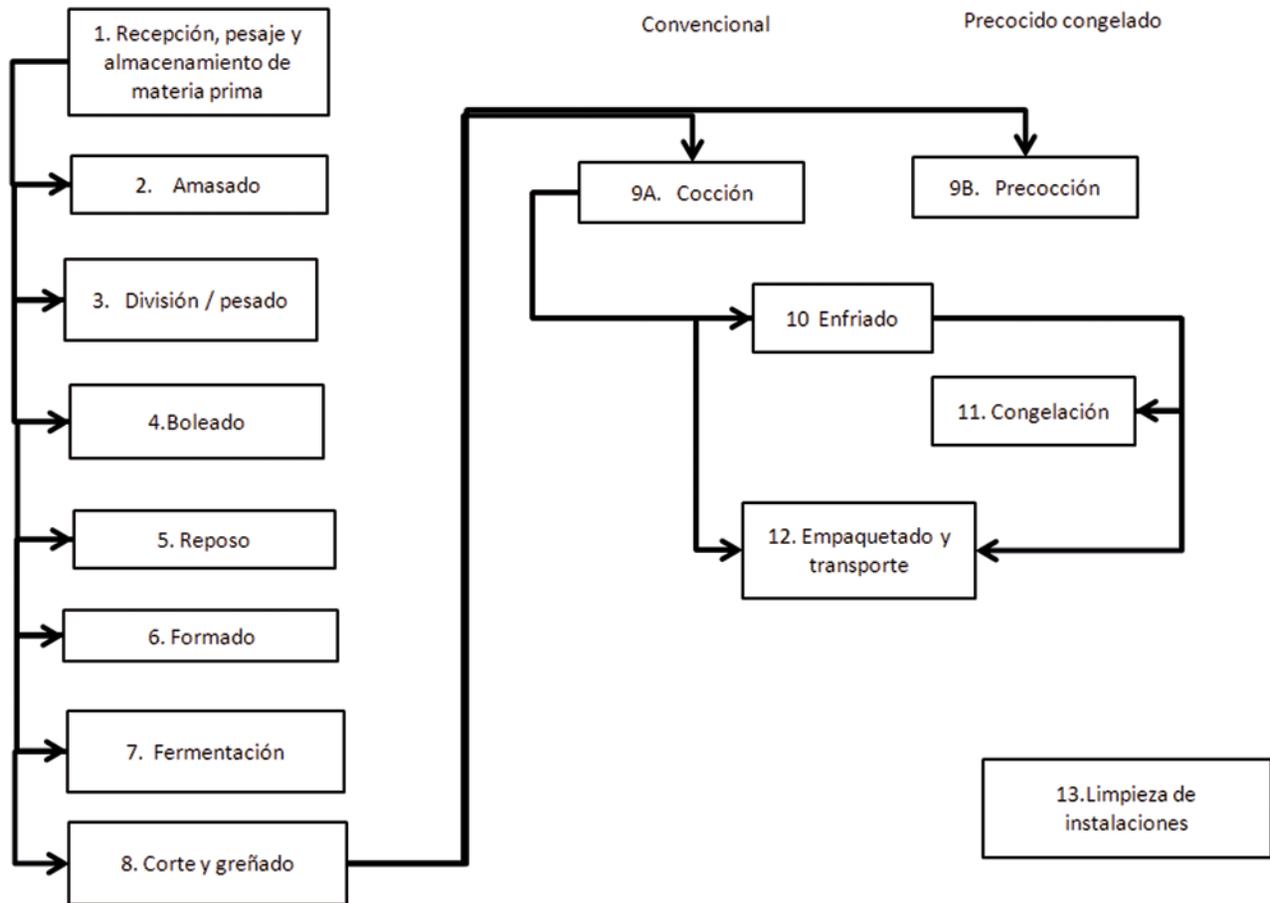


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                     |
| M1                             | Intercambiadores de placas |
| M2                             | Intercambiadores tubulares |
| M4                             | Sistema CIP                |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |

## FABRICACIÓN DE QUESO. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|--|------------|---|
| 1  | Determinación de la cantidad (volumen y peso), calidad físico química y calidad higiénica. Filtrado de la leche con filtros de acero inoxidable de diámetro de paso de 0.2 a 1mm, para eliminar las partículas más groseras.   | no         |   |
| 2  | Limpieza de cisternas  | si         | Agua potable  |
| 3  | La leche se mantiene a una temperatura de entre 4 y 5°C mediante depósitos de doble camisa, haciendo circular por la misma agua fría   | si         | Sin características especiales  |
| 4  | Idem UTH   | no         |   |
| 5  | Idem UTH   | no         |   |
| 6  | Idem UTH   | no         |   |
| 7  | La pasteurización se realiza con intercambiadores indirectos. El agua caliente usada en la pasteurización proviene de un cambiador agua/vapor de placas soldadas, que usa vapor saturado proveniente de una caldera como fluido calefactor, o agua en circuito cerrado con vaso de expansión   | si         | Agua sin características especiales, al no darse un contacto directo entre el agua y el producto        |
| 8  | El cuajado se realiza en una cuba quesera, provista habitualmente de doble camisa para el calentamiento o enfriamiento indirectos de la cuajada, y fabricada íntegramente en acero inoxidable. Posteriormente la cuajada se corta con las liras de la cuba y se procede al desuerado   | si         | Idem anterior   |
| 9  | Calentamiento y cocción de la cuajada durante el tercer corte. Se calienta en la cuba gracias a la doble camisa con vapor o agua   | si         | Idem anterior   |
| 10 | Eliminación del suero mediante tamices y bombas.   | no         |   |
| 11 | Escurrido del suero restante mediante tamices, prensado, moldeado y desmoldeado de la cuajada en mesas de moldeo y desmoldeo   | no         |   |
| 12 | El salado de los quesos se realiza por inmersión de los mismos en balsas de salmuera llenas hasta la mitad con una solución a 10-12°C. El salado del queso (en seco o con salmueras), produce vertidos puntuales con una alta carga orgánica y alta conductividad eléctrica, lo que supone un problema serio.  | si         | Para la preparación de la salmuera. Posibles vertidos accidentales                                      |
| 13 | Cámara de secado durante 15 días   | no         |   |
| 14 | Maduración en cámaras. 3 meses queso semi curado y 6 meses queso curado  | no         |   |
| 15 | Corte de los quesos, retractilado, conservación en cámaras refrigeradas (4°C), preparación y envío de pedidos. En el caso del queso fresco se procede al llenado de tarrinas en cabina estéril dotada de sistema de limpieza CIP y al sellado de los envases.  | no         |   |
| 16 | El lactosuero se conserva y vende a otras empresas agroalimentarias. Debe ser refrigerado hasta una temperatura de +4°C a la salida de la cuba de cuajado de la leche  | si         | Sin características especiales  |
| 17 | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. La cantidad de agua total empleada supera varias veces el volumen de leche tratada (entre una y cuatro veces), dependiendo del tipo de instalación y del sistema de limpieza empleado. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica en el mismo. En el sistema CIP (cleaning in place) el vertido final también es el colector o cauce pero existe MTD que recomienda la recirculación parcial del agua. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP |

FABRICACIÓN DE PAN.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |             |
|--------------------------------|-------------|
| CÓD.                           | NOMBRE      |
| M1                             | Sistema CIP |
| M2                             |             |
| M3                             |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |

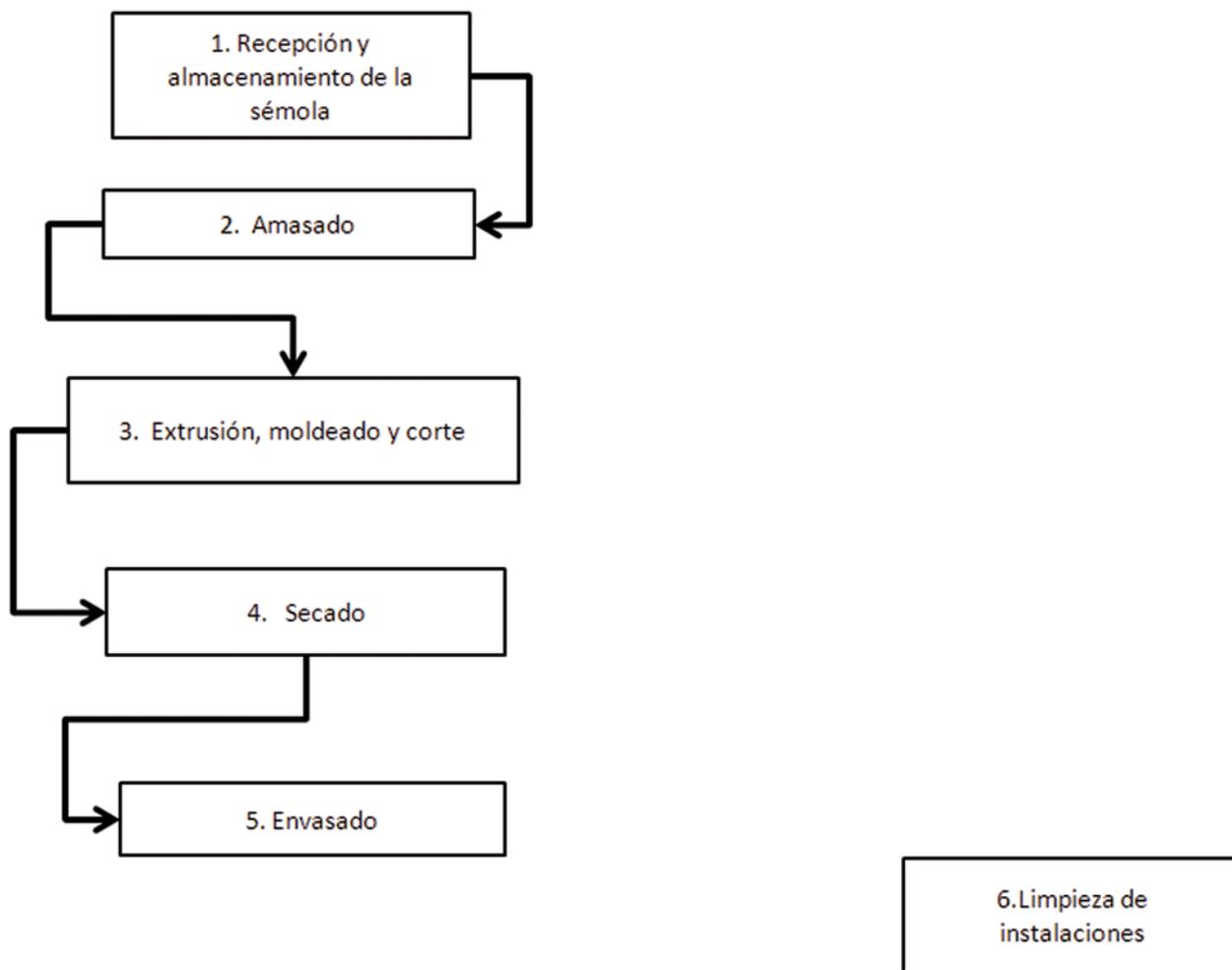
## FABRICACIÓN DE PAN. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD  |
|----|---|------------|--|
| 1  | En la recepción de las materias primas (harina, agua, sal, mejorantes y levaduras) se realizan controles de calidad y aptitud para la elaboración de este pan. La harina se almacena en silo, la levadura refrigerada y la sal en lugar fresco y seco   | no         |  |
| 2  | El amasado consiste en mezclar y homogenizar una serie de ingredientes, previamente pesados, y transformarlos en una sola masa con características específicas de elasticidad, homogeneidad y consistencia. Se realiza en amasadoras. El amasado se compone de dos fases: el fresado y el amasado. El fresado tiene como objetivo mezclar todos los componentes de la masa a excepción de la levadura, que se incorpora cinco minutos antes de finalizar el amasado. El fresado se realiza a velocidad lenta. El agua incorporada es absorbida en gran medida por el almidón y las proteínas, que empiezan a formar el gluten de la masa. El amasado se realiza a marcha rápida y es cuando se produce la máxima aireación de la masa. Ésta capta el oxígeno del aire que posteriormente se consume por la levadura. La aireación, debida al enérgico trabajo de la amasadora, posibilita los procesos de oxidación de las proteínas y, consecuentemente, afecta la formación de la red del gluten. El agua constituye una tercera parte de la harina que se vaya a emplear. El agua ideal para ser utilizada en panificación es el agua medianamente dura y que contenga sales minerales suficientes para reforzar el gluten. Además el agua dura da buen sabor al pan, lo contrario que ocurre con el agua blanda | si         | Agua potable ligeramente dura                            |
| 3  | La masa se divide por medio de divisoras volumétricas que están formadas por una tolva donde se vuelca la masa, un pistón dentro de un cilindro y una cinta transportadora. La masa entra en el cilindro al ser absorbida por el pistón. El cilindro tiene una capacidad definida para obtener piezas, habitualmente, de 250 g  | no         |  |
| 4  | Tras la división, la masa presenta una forma irregular, un aspecto rugoso y es pegajosa al tacto. El boleado dotará a la masa de estructura, forma esférica y superficie seca   | no         |  |
| 5  | En la división y el boleado la masa sufre una desgasificación y contracción que afecta a su estructura física, haciéndola más tenaz. El reposo o periodo de recuperación permite la relajación de la masa, que recupera así parte de su extensibilidad para poder darle forma. Esta operación se realiza en cámaras de reposo que están formadas por estructuras metálicas interiormente móviles. En su interior se encuentran unas canastillas o bolsas de nylon en las que se depositan las piezas de masa después de su división y que serán guiadas hacia la forma dora. El tiempo de permanencia de la bola en dicha cámara es de veinte minutos aproximadamente.  | no         |  |
| 6  | El formado es la operación que consiste en dar la forma definitiva a las bolas de masa, al hacerlas pasar entre unos rodillos y lonas que las prelaminan, forman y alargan. A la salida de la formadora, las barras formadas se colocan en bandejas donde fermentarán.  | no         |  |
| 7  | Las barras fermentan en cámaras de fermentación que mantienen 26 °C de temperatura y 75 % de humedad de manera constante, hasta que la masa ha alcanzado el punto óptimo de fermentación. Tendrá una duración de entre 150 y 180 minutos aproximadamente  | no         |  |
| 8  | El grañado es el corte realizado mediante cuchilla (manual o automáticamente) Su objetivo es el de facilitar la salida del gas carbónico del interior de la masa durante los primeros minutos de la cocción.  | no         |  |
| 9A | La cocción estándar se realiza a temperaturas comprendidas entre 190° y 250 °C, dependiendo del tamaño del pan y el tipo de horno. La duración del horneado puede oscilar entre los 12 y 16 minutos para los panes pequeños, alcanzando más de una hora para las piezas más grandes. La medida exacta se encuentra siempre en la experiencia de cada panadero. Los 10 primeros minutos de la cocción suelen reseca el ambiente del horno y es esta la razón por la que suele pulverizarse agua para prevenir este ressecamiento inicial   | si         | una pequeña cantidad de agua potable para producir vapor |
| 9B | En el pan precocido se dan dos cocciones: una primera o precocción en la industria, destinada a estabilizar la estructura, las levaduras ,etc, y otra en el establecimiento de venta, donde concluye el proceso de panificación. La precocción o primera cocción de la baguette se realiza generalmente en hornos rotativos de convección. Dentro de la cámara de cocción se introduce el carro portabandejas y se coloca sobre una plataforma giratoria. Durante unos segundos se imprime vapor de agua. La temperatura de precocción es de 170 °C   | si         | una pequeña cantidad de agua potable para producir vapor |

## FABRICACIÓN DE PAN. DESCRIPCIÓN DE FASES.

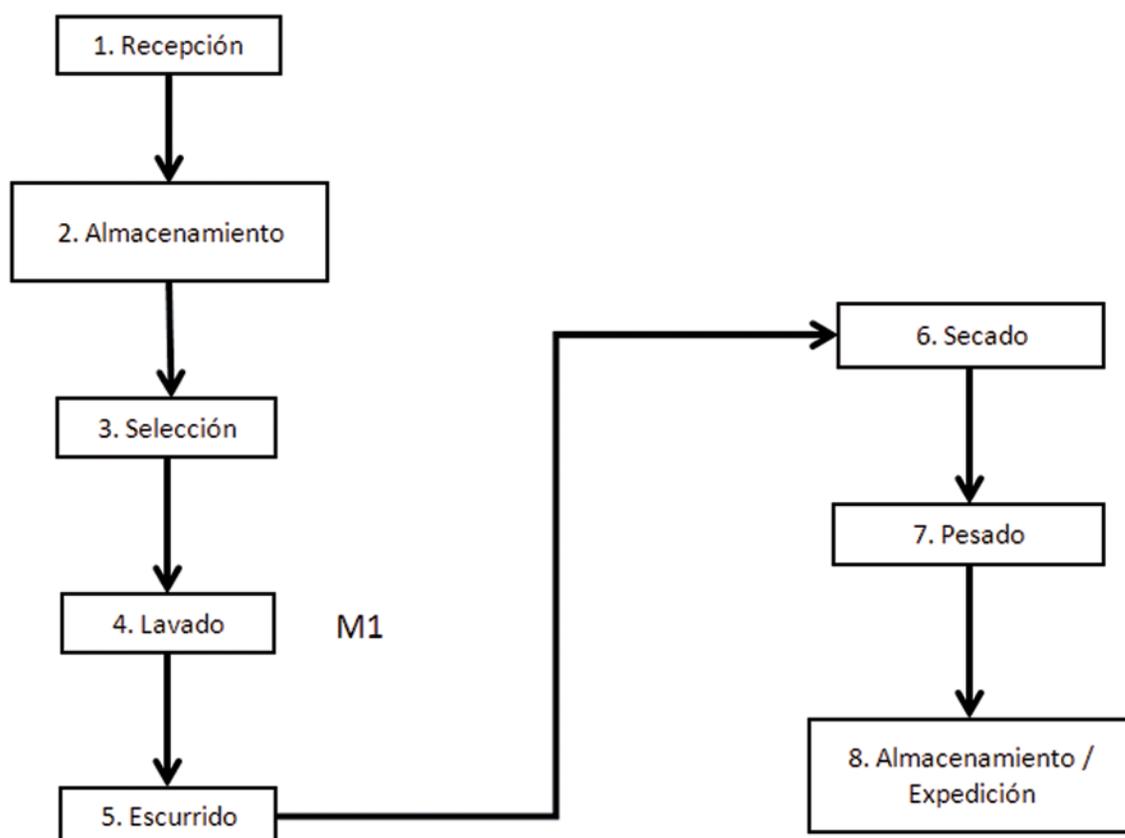
| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----|---|------------|---|
| 10 | El pan debe enfriarse durante treinta o cuarenta minutos, tiempo necesario para que la temperatura interna descienda hasta 30 °C.   | no         |   |
| 11 | El pan conservado por congelación pasa por el túnel de congelación a -40 °C hasta conseguir -12 °C en el interior de la barra.  | no         |   |
| 12 | Cuando el pan sale del túnel de congelación ha de ser inmediatamente empaquetado en una bolsa de plástico bien cerrada e introducirlo en cajas de cartón especial para congelación. El empaquetado se realizará en salas que deberán estar a baja temperatura, entre 6 °C y 8 °C, para evitar condensaciones. Una vez empaquetado, se almacenará a temperatura constante, según la normativa vigente, de -18 °C. Las barras congeladas y empaquetadas se transportan en un camión congelador, sin romper la cadena de frío, y una vez ya en el punto de venta se termina la cocción | no         |   |
| 13 | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica y particulada. En el sistema CIP (clean in place) el vertido final también es el colector o cauce pero existe MTD que recomienda la recirculación parcial del agua. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación  | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP |

FABRICACIÓN DE PASTA.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |             |
|--------------------------------|-------------|
| CÓD.                           | NOMBRE      |
| M1                             | Sistema CIP |
| M2                             |             |
| M3                             |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |
|                                |             |

## VEGETALES I GAMA.

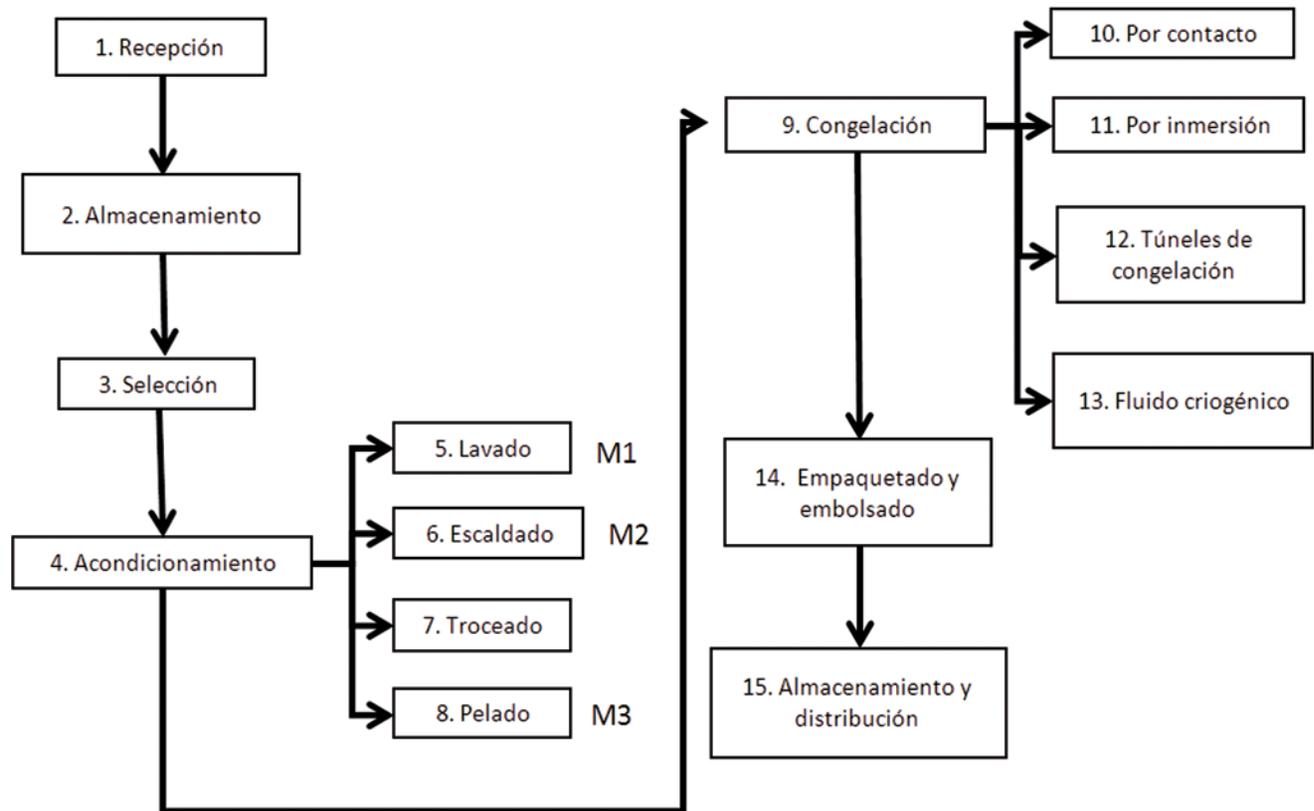


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                  |
| M1                             | Lavadora hidroneumática |
| M2                             |                         |
| M3                             |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |
|                                |                         |

## VEGETALES I GAMA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|---|------------|----------------------------------|
| 1  | En la recepción se realizan los primeros controles sobre el estado y procedencia de la materia prima.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Ya que la descarga de materia prima suele ser más rápida que la selección posterior, es necesario almacenar los vegetales en una cámara frigorífica a 0°C y 90% de humedad relativa. No es conveniente que el almacenamiento se prolongue más de un día.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | La selección de las partes del vegetal que van a ser utilizadas en el proceso se realiza en mesas de trabajo, de manera manual. La alimentación de las mesas de trabajo se realiza mediante cintas transportadoras (una para la materia prima, otra cinta para la materia seleccionada y la tercera para los desechos).   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | Se realiza en lavadoras hidroneumática constituida por una cuba de acero inoxidable con sistema de bombeo de aire. Dispone de tres secciones con sus correspondientes entradas de agua limpia y salida de agua sucia, con objeto de evitar el arrastre de suciedad a lo largo de la lavadora. El tiempo de lavado se controla ajustando la velocidad de la cinta transportadora. Así mismo, el sistema de inyección de aire se ajustará a la suciedad de la materia prima. El agua debe tener una concentración de cloro de 50 ppm. | si         | Agua potable                     |
| 5  | Mediante el transporte de la materia prima en cintas inclinable de mallas que permite el escurrido.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 6  | El equipo de secado dispone de un tambor giratorio con rejillas en el que se realiza el secado de las hortalizas por centrifugación.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 7  | Mediante varias células de pesado que son llenadas simultáneamente hasta un peso parcial predefinido, asociado a un microprocesador.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 8  | El almacenamiento debe realizarse en cámara frigorífica.  | no         | Excepto agua de limpieza general |

VEGETALES III GAMA.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2,...) |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| CÓD.                            | NOMBRE                     |
| M1                              | Lavadora hidroneumática    |
| M2                              | Escaldador                 |
| M3                              | Peladora por vapor de agua |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |
|                                 |                            |

## VEGETALES III GAMA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

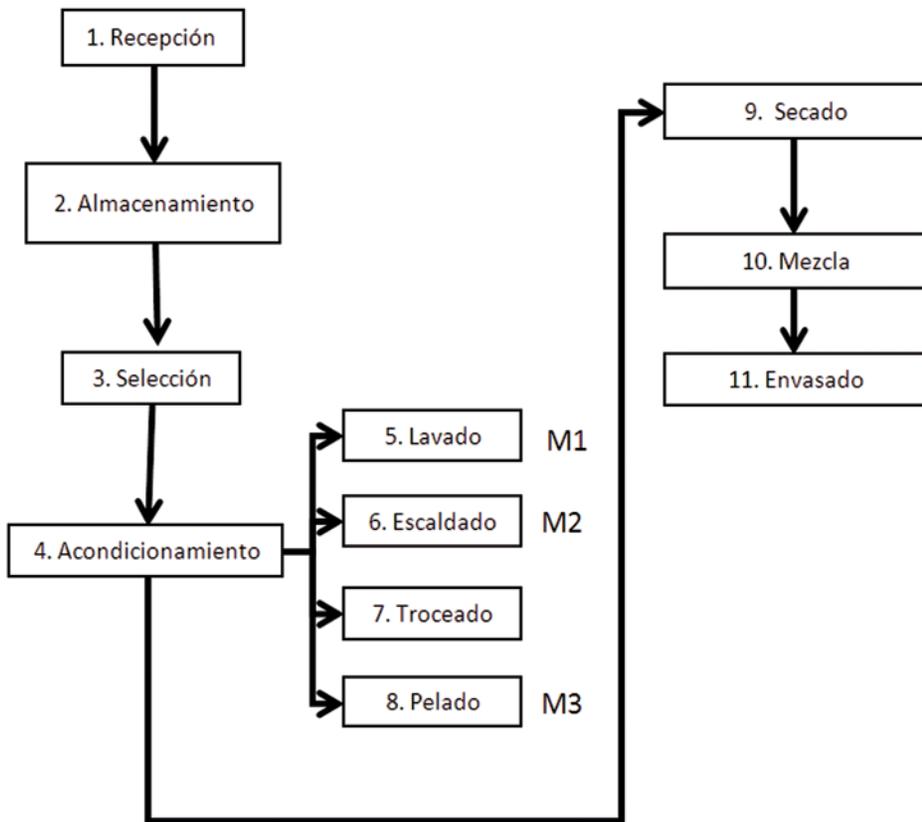
| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|--|------------|----------------------------------|
| 1  | En la recepción se realizan los primeros controles sobre el estado y procedencia de la materia prima.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Ya que la descarga de materia prima suele ser más rápida que la selección posterior, es necesario almacenar los vegetales en una cámara frigorífica a 0°C y 90% de humedad relativa. No es conveniente que el almacenamiento se prolongue más de un día.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | La selección de las partes del vegetal que van a ser utilizadas en el proceso se realiza en mesas de trabajo, de manera manual. La alimentación de las mesas de trabajo se realiza mediante cintas transportadoras (una para la materia prima, otra cinta para la materia seleccionada y la tercera para los desechos).  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | El acondicionamiento de las verduras que van a ser congeladas consisten en lavado, escaldado, troceado y pelado. Dependiendo de la verdura seleccionada, puede que el pelado y troceado no sean necesarios.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 5  | Se realiza en lavadoras hidroneumática constituida por una cuba de acero inoxidable con sistema de bombeo de aire. Dispone de tres secciones con sus correspondientes entradas de agua limpia y salida de agua sucia, con objeto de evitar el arrastre de suciedad a lo largo de la lavadora. El tiempo de lavado se controla ajustando la velocidad de la cinta transportadora. Así mismo, el sistema de inyección de aire se ajustará a la suciedad de la materia prima. | Si         | Agua potable                     |
| 6  | El escaldado se realiza, habitualmente, para reblandecer los tejidos, eliminar el aire ocluido, conservar el color, desactivar enzimas o mejorar la textura del producto. Generalmente, existe una fase posterior de enfriado para evitar los procesos de sobrecocción y aceleración de la descomposición de la materia prima. Habitualmente se utiliza un escaldador tipo rotativo, aunque existen otros tipos como el escaldador/enfriador de ducha de agua caliente.    | Si         | Agua potable                     |
| 7  | Mediante cortadoras bidimensionales alimentadas desde cintas transportadoras, las hortalizas son cortadas a la medida deseada. El primer juego de cuchillas realiza un corte longitudinal y el segundo corta las hojas de manera transversal.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 8  | El proceso de pelado consiste en separar la corteza o piel del vegetal. Esta operación se puede realizar por diversos métodos, aunque depende en gran medida de la naturaleza de la materia prima a procesar. Uno de los métodos existentes en el mercado consiste en la peladora por vapor de agua.   | Si         | Agua potable                     |
| 9  | La congelación se trata de la conservación de los productos vegetales a temperaturas menores a 0°C. Se paraliza la actividad microbiana y la descomposición enzimática. Los sistemas de congelación se adaptan a los productos e incluso a los envases de presentación.  | Si         | Agua potable                     |
| 10 | La congelación por contacto consisten en colocar el producto a congelar entre unas placas metálicas por donde pasa el líquido refrigerante. Al acabar el proceso las placas se calientan para descarcharlas. Este calentamiento puede realizarse con agua, resistencias eléctricas o gas.  | Si         | Agua potable                     |
| 11 | La congelación por inmersión consiste en sumergir el producto en un líquido a temperatura menor de 0°C ( normalmente salmuera o glicol). El líquido queda impregnado en el producto por lo que es necesario un posterior lavado.   | Si         | Agua potable                     |
| 12 | La congelación por túneles de congelación consiste en la introducción del producto en túneles donde se produce una corriente de aire frío. El agua es necesaria para el posterior descarchado.   | Si         | Agua potable                     |
| 13 | La aplicación de fluido criogénico se trata de un técnica en la que se producen congelaciones muy rápidas. El líquido se pulveriza sobre el producto por lo que posteriormente deberá ser lavado.  | Si         | Agua potable                     |
| 14 | Posteriormente el producto congelado es envasado y etiquetado  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 15 | El producto puede ser directamente distribuido o almacenado siempre en las condiciones óptimas de conservación necesarias y sin romper la cadena de frío.  | no         | Excepto agua de limpieza general |



## VEGETALES IV GAMA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|--|------------|----------------------------------|
| 1  | El área de recepción se encuentra refrigerada a unos 10°C. En la recepción se realizan los primeros controles sobre el estado y procedencia de la materia prima.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Ya que la descarga de materia prima suele ser más rápida que la selección posterior, es necesario almacenar los vegetales en una cámara frigorífica a 0°C y 90% de humedad relativa. No es conveniente que el almacenamiento se prolongue más de un día.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | La selección de las partes del vegetal que van a ser utilizadas en el proceso se realiza en mesas de trabajo, de manera manual. La alimentación de las mesas de trabajo se realiza mediante cintas transportadoras (una para la materia prima, otra cinta para la materia seleccionada y la tercera para los desechos).  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | El prelavado es necesario para evitar la contaminación de los elementos de corte por los microorganismos de la superficie exterior. Se realiza en lavadoras hidroneumática constituida por una cuba de acero inoxidable con sistema de bombeo de aire. Dispone de tres secciones con sus correspondientes entradas de agua limpia y salida de agua sucia, con objeto de evitar el arrastre de suciedad a lo largo de la lavadora. El tiempo de lavado se controla ajustando la velocidad de la cinta transportadora. Así mismo, el sistema de inyección de aire se ajustará a la suciedad de la materia prima. | Si         | Agua potable                     |
| 5  | Mediante el transporte de la materia prima en cinta inclinable de mallas que permite el escurrido.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 6  | Mediante cortadoras bidimensionales alimentadas desde cintas transportadoras, las hortalizas son cortadas a la medida deseada. El primer juego de cuchillas realiza un corte longitudinal y el segundo corta las hojas de manera transversal.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 7  | El proceso es idéntico que el descrito en el apartado de prelavado (fase 4).   | Si         | Agua potable                     |
| 8  | Con objeto de eliminar los restos de cloro de la superficie de las hortalizas, a continuación de la lavadora se ubica una cinta transportadora de mallas sobre la que inciden chorros de agua a presión. El agua debe ser limpia pero libre de cloro.  | Si         | Agua potable                     |
| 9  | El equipo de secado dispone de un tambor giratorio con rejillas en el que se realiza el secado de las hortalizas por centrifugación.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 10 | Mediante varias células de pesado que son llenadas simultáneamente hasta un peso parcial predefinido, asociado a un microprocesador.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 11 | El envasado en atmósfera controlada proporciona el suficiente oxígeno y dióxido de carbono en el envase para así ir reduciendo de forma progresiva la respiración de productos sin llegar a reducir la anaerobiosis. Posteriormente se disminuye la temperatura del envasado para aumentar la vida útil del producto. La envasadora se encuentra asociada a la pesadora, de manera que el microprocesador sincroniza el funcionamiento de ambas.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 12 | El almacenamiento debe realizarse en cámara frigorífica a 0° C.  | no         | Excepto agua de limpieza general |

VEGETALES V GAMA.

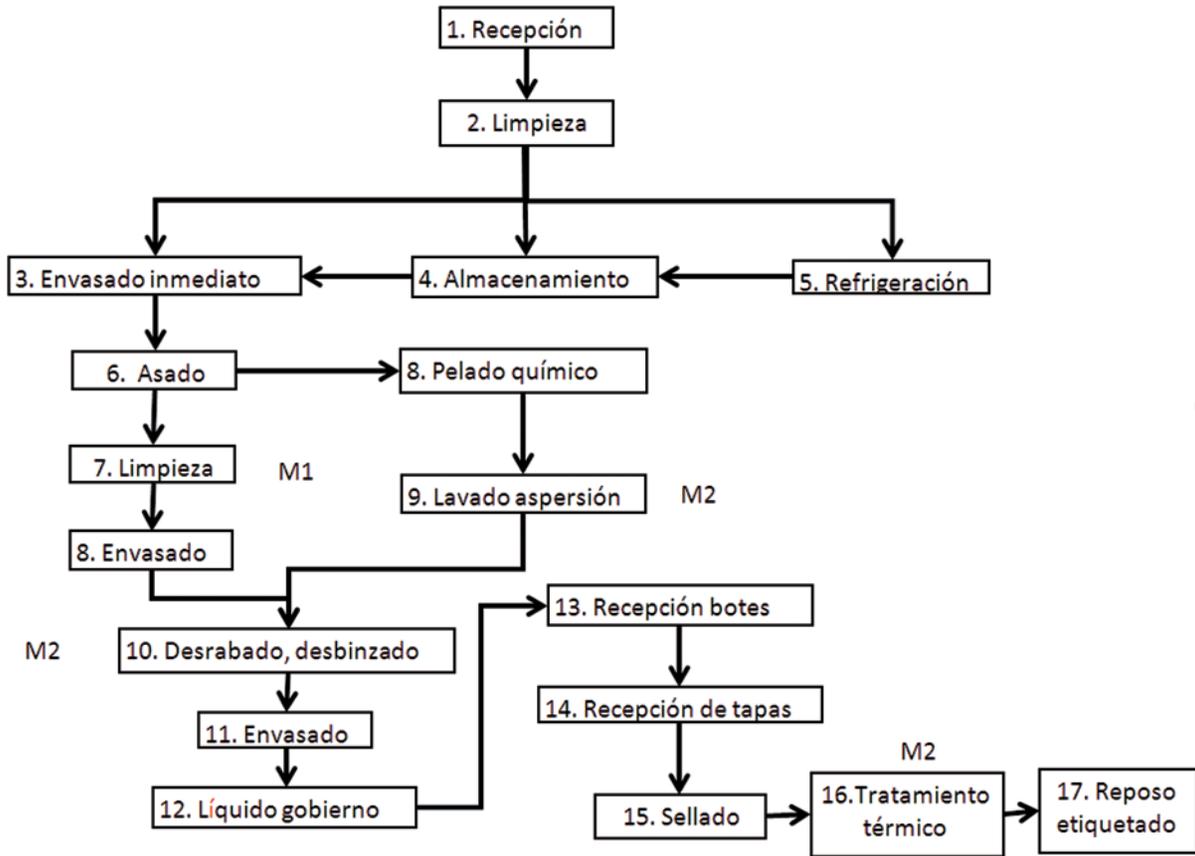


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                     |
| M1                             | Lavadora hidroneumática    |
| M2                             | Escaldador                 |
| M3                             | Peladora por vapor de agua |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |
|                                |                            |

## VEGETALES V GAMA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|---|------------|----------------------------------|
| 1  | En la recepción se realizan los primeros controles sobre el estado y procedencia de la materia prima.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Ya que la descarga de materia prima suele ser más rápida que la selección posterior, es necesario almacenar los vegetales en una cámara frigorífica a 0°C y 90% de humedad relativa. No es conveniente que el almacenamiento se prolongue más de un día.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | La selección de las partes del vegetal que van a ser utilizadas en el proceso se realiza en mesas de trabajo, de manera manual. La alimentación de las mesas de trabajo se realiza mediante cintas transportadoras (una para la materia prima, otra cinta para la materia seleccionada y la tercera para los desechos).   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | El acondicionamiento de las verduras consiste en lavado, escaldado, troceado y pelado. Dependiendo de la verdura seleccionada, puede que el pelado y troceado no sean necesarios.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 5  | Se realiza en lavadora hidroneumática constituida por una cuba de acero inoxidable con sistema de bombeo de aire. Dispone de tres secciones con sus correspondientes entradas de agua limpia y salida de agua sucia, con objeto de evitar el arrastre de suciedad a lo largo de la lavadora. El tiempo de lavado se controla ajustando la velocidad de la cinta transportadora. Así mismo, el sistema de inyección de aire se ajustará a la suciedad de la materia prima. | Si         | Agua potable                     |
| 6  | El escaldado se realiza, habitualmente, para reblandecer los tejidos, eliminar el aire ocluido, conservar el color, desactivar enzimas o mejorar la textura del producto. Generalmente, existe una fase posterior de enfriado para evitar los procesos de sobrecoCCIÓN y aceleración de la descomposición de la materia prima. Habitualmente se utiliza un escaldador tipo rotativo, aunque existen otros tipos como el escaldador/enfriador de ducha de agua caliente.   | Si         | Agua potable                     |
| 7  | Mediante cortadoras bidimensionales alimentadas desde cintas transportadoras, las hortalizas son cortadas a la medida deseada. El primer juego de cuchillas realiza un corte longitudinal y el segundo corta las hojas de manera transversal.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 8  | El proceso de pelado consiste en separar la corteza o piel del vegetal. Esta operación se puede realizar por diversos métodos, aunque depende en gran medida de la naturaleza de la materia prima a procesar. Uno de los métodos existentes en el mercado consiste en la peladora por vapor de agua.  | Si         | Agua potable                     |
| 9  | El secado permite eliminar el exceso de agua en los vegetales y envasar un producto seco, con lo que se logra prolongar la vida útil del producto fresco cortado. La desecación tiene lugar a una temperatura de entre 55 y 60°C y se realiza en un secador de bandejas por el cual circula aire caliente dentro del cual permanecen los alimentos hasta que su contenido final de agua es del cuatro al ocho por ciento.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 10 | Una vez los vegetales cortados han salido del túnel de secado y se encuentran secos, se agregan a la mezcladora. La mezcla se realiza en base al producto final que se quiere presentar: menestras, hongos y ajos tiernos... El objetivo de esta etapa es mezclar en conjunto, tan uniformemente como sea posible.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 11 | Finalmente, el proceso termina con las operaciones de pesado y envasado del producto en bolsas. Esta operación tiene como objetivo aislar del medio ambiente los vegetales procesados, evitando así su contaminación y manteniendo sus características hasta el momento de su consumo.  | no         | Excepto agua de limpieza general |

II GAMA. PIMIENTO EN CONSERVA.

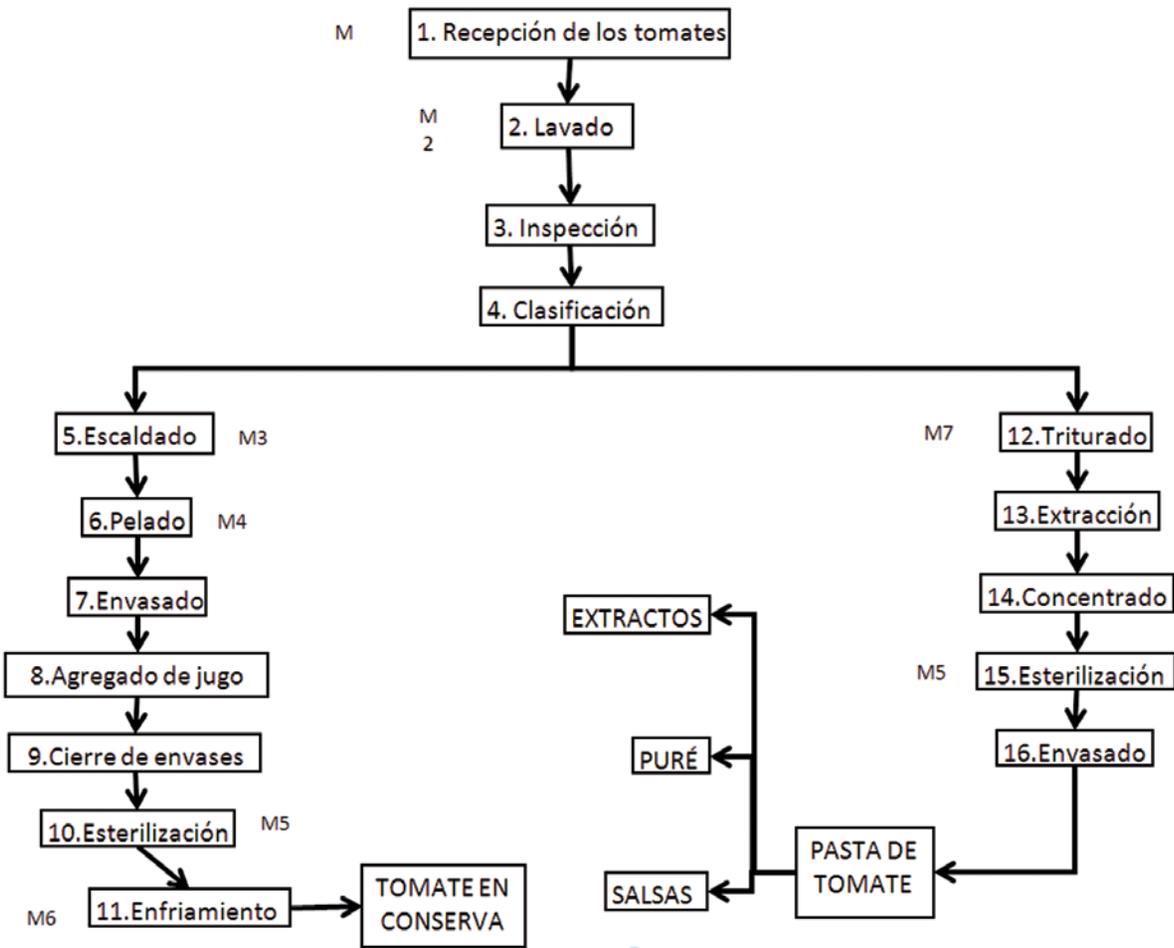


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2,...) |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| CÓD.                            | NOMBRE                 |
| M1                              | Lavadora de mallas     |
| M2                              | Lavadora por aspersion |
| M3                              | Autoclave              |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |
|                                 |                        |

## II GAMA. PIMIENTO EN CONSERVA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|---|------------|----------------------------------|
| 1  | Proveniente de campos de cultivo es recepcionado en zona de acopio de la planta de procesos. Se pesa la materia prima e identifica con los parámetros de campo, producto, fecha y hora de ingreso. Se realiza la primera clasificación de calidad: pimientos extra, primera, tiras... según la política de calidad de la empresa. | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Se realiza una primera limpieza superficial del pimiento  | Si         | Agua Potable                     |
| 3  | Pimientos seleccionados para el proceso de envasado inmediato   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | Pimientos seleccionados para el almacenaje a temperatura ambiental. El almacenaje se realiza en una zona seca carente de humedades, suiciedades o olores extraños y sin radiación directa de la luz. No transcurrirán más de cinco días hasta la entrada en la siguiente fase del proceso industrial.                             | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 5  | Los pimientos seleccionados para el almacenaje en frío se almacenan de forma rotacional, de manera que se pueda acceder al producto e identificando su fecha de entrada.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 6  | El asado se puede realizar de forma tradicional, mediante horno y utilización de combustibles como leña y gas. En industrias de mayor tamaño se realiza mediante procesos automáticos en los que se utilizan cintas transportadas y llama directa.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 7  | La limpieza del pimiento asado se realiza generalmente sin agua, de forma manual o mecanizado se procede al pelado. En caso de utilizar agua en este proceso se utiliza la limpieza por la técnica de mallas.   | Si         | Agua Potable                     |
| 8  | El pelado normalmente se realiza de forma manual. También se puede realizar de forma química mediante la utilización de hidróxido sódico.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 9  | En caso de realizar la limpieza química es necesario someter al producto a un lavado de aspersión.  | Si         | Agua Potable                     |
| 10 | En el desrabado y desbinzado del pimiento, se retira los rabos del pimiento y las semillas del mismo. Para el desbinzado, es necesaria la utilización de agua.  | Si         | Agua Potable                     |
| 11 | El envasado se realiza sin agua. Se añade el pimiento una vez limpio en botes con su propio líquido o añadiendo líquido gobierno.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 12 | El líquido gobierno puede realizarse mediante el propio jugo que desprende el pimiento una vez asado o añadiendo a éste jugo sal, aceite de oliva o semillas, ácido cítrico o zumo de limón. El grado de acidez de este líquido de gobierno condiciona la intensidad de esterilización posterior.                                 | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 13 | Después de la recepción de envases éstos se codifican para la fase posterior  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 14 | Igualmente las tapas son recepcionadas y codificadas para la utilización de las mismas en la siguiente fase   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 15 | En esta fase se procede al cierre y sellado del producto  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 16 | La intensidad de la esterilización depende del grado de acidez obtenido mediante el líquido gobierno de la fase 9. Los productos con menor acidez necesitan la utilización de autoclave.  | Si         | Agua potable                     |
| 17 | Después de la esterilización se procede al reposo, enfriamiento y etiquetado del producto.  | Si         | Agua Potable                     |

II GAMA. TOMATE EN CONSERVA.

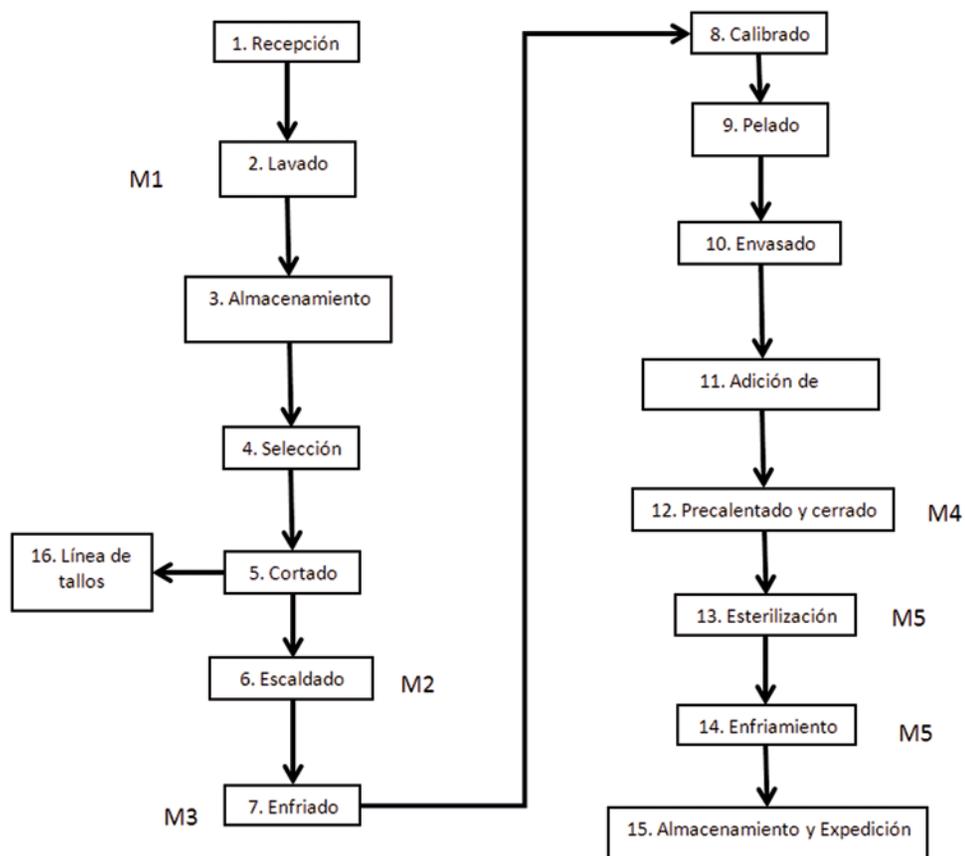


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                               |
| M1                             | Canales de agua                      |
| M2                             | Lavadora por aspersión               |
| M3                             | Escaldador                           |
| M4                             | Peladora vapor agua                  |
| M5                             | Autoclaves y esterilizadores de tubo |
| M6                             | Piscinas de agua                     |
| M7                             | Trituradora                          |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |
|                                |                                      |

## II GAMA. TOMATE EN CONSERVA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                  |
|----|---|------------|--------------------------|
| 1  | La materia prima llega a la industria en contenedores de fibra de vidrio o material plástico. Se descarga sobre canales de agua. Esta limpieza puede resultar única o combinada con la fase 2 del proceso.  | si         | Agua potable             |
| 2  | Se trata de una limpieza por aspersión, en la que se disponen los tomates bajo duchas. La eficiencia del lavado depende de la presión, tiempo, temperatura y volumen de agua utilizada.   | si         | Agua potable             |
| 3  | En la primera inspección se eliminan los tomates que no reúnan los requisitos de calidad. Se realiza de forma manual o mecánica. La selección de los frutos permite que la automatización del sistema sea más eficaz.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 4  | Las variedades recepcionadas se pueden clasificar por forma o tamaño. Para la realización de conservas son más importantes las siguientes características: acidez, contenido en azúcares y materia seca.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 5  | El escaldado de los tomates es un tratamiento en el que se mantienen los tomates a 95° C aproximadamente (dependiendo de sus características). Se realiza mediante agua caliente o vapor de agua.   | si         | Agua potable             |
| 6  | El pelado de los tomates se puede realizar de las siguientes maneras: 1. Aire caliente: Se pasan los tomates por un tambor por el que circula aire caliente. La piel se quema y es arrastrada por el aire. 2. Pelado enzimático: Se introducen los tomates en cloruro cálcico a -20°C, después se descongelan y la piel se elimina mediante duchas de agua. 3. Térmico: Se calientan los tomates con vapor de agua a presión y se someten a una descompresión. La piel "estalla" desprendiéndose del fruto. | si         | Agua potable             |
| 7  | El envasado tiene la función de proteger adecuadamente el producto de la contaminación de agentes externos. Los envases para la venta al consumidor suelen ser metálicos, de vidrio o cartón/plástico/aluminio, dependiendo de la presentación y tiempo de conservación.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 8  | Para la conservación del producto se añade el líquido de gobierno constituido por agua, sal y ácido cítrico ( E-330). Este jugo baja el pH del producto y alarga el tiempo de conservación.   | si         | Agua potable             |
| 9  | Después de añadir el líquido de gobierno se procede al cierre de los envases  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 10 | La esterilización de la conserva se puede realizar mediante; 1. Autoclave: Se alcanzan temperaturas de 110°-120°C y se realiza un enfriamiento rápido en piscinas de agua. 2. Llenado en caliente o aséptico: El tomate circula impulsado por una bomba a 110°C.  | si         | Agua potable             |
| 11 | Enfriamiento. El producto una vez envasado debe ser enfriado. Genralmente se utilizan piscinas de agua.   | si         | Agua potable             |
| 12 | La molienda en procesos industriales se puede realizar mediante rotura en caliente o rotura en frío (hotbreak o coldbreak). La utilización del agua en este proceso depende de la maquinaria industrial utilizada.  | si         | Agua potable             |
| 13 | La extracción del jugo, eliminación de pieles, semillas y otras partículas se realiza mediante tamices giratorios.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 14 | Mediante la aplicación de diferentes temperaturas y presiones se consigue eliminar el agua hasta la concentración deseada, dependiendo del producto que se quiere conseguir. ( exactos, puré o salsas).   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 15 | La esterilización de la conserva se puede realizar mediante; 1. Autoclave: Se alcanzan temperaturas de 110°-120° y se realiza un enfriamiento rápido en piscinas de agua. 2. Llenado en caliente o aséptico: El tomate circula impulsado por una bomba a 110  | si         | Agua potable             |
| 16 | El envasado tiene la función de proteger adecuadamente el producto de la contaminación de agentes externos. Los envases para la venta al consumidor suelen ser metálicos, de vidrio o cartón/plástico/aluminio, dependiendo de la presentación y tiempo de conservación.  | no         | Excepto agua de limpieza |

II GAMA. ESPÁRRAGO EN CONSERVA.

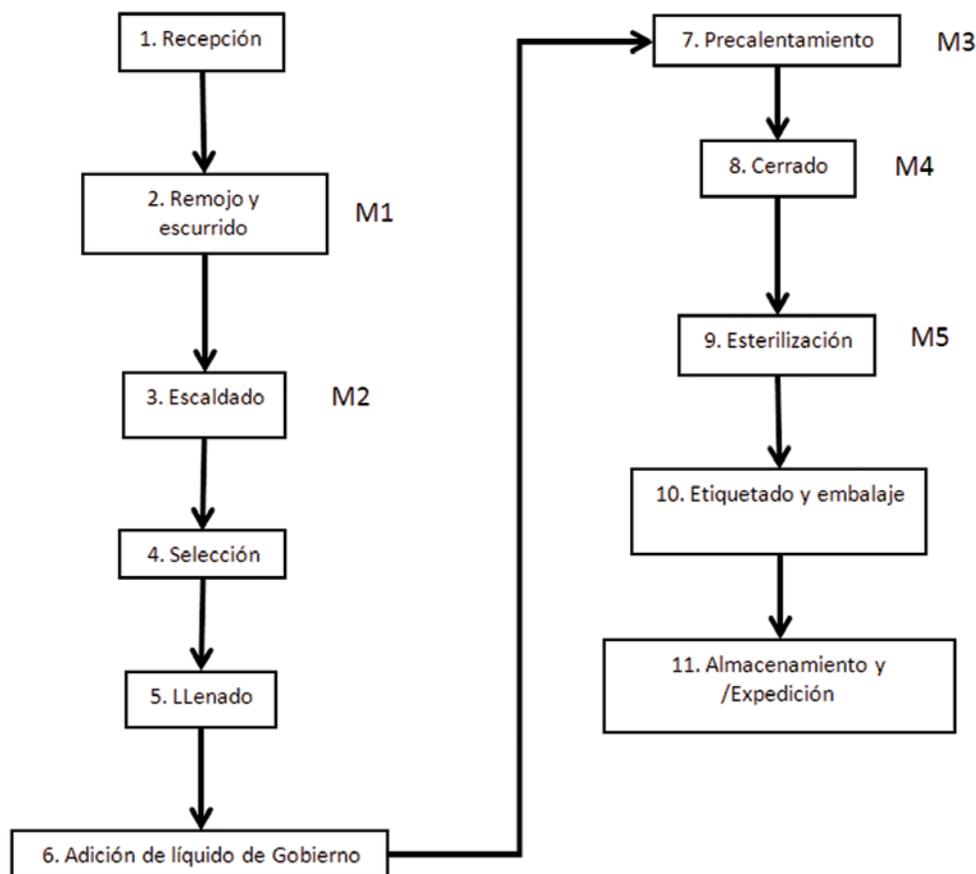


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                                       |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                                |
| M1                             | Piscinas de agua                      |
| M2                             | Escaldadora de inmersión              |
| M3                             | Lavadora aspersión / Piscinas de agua |
| M4                             | Calentador de vapor                   |
| M5                             | Autoclaves y esterilizadores de tubo  |
| M6                             | Autoclave                             |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |
|                                |                                       |

## II GAMA.ESPÁRRAGO EN CONSERVA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                  |
|----|---|------------|--------------------------|
| 1  | Es recepcionado a primeras horas de la mañana. Se eliminan los turiones verdes, rotos o torcidos. Son pesados y se realizan controles de calidad (variedades, fibrosidad, temperatura, etc.)  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 2  | El lavado se realiza en las cajas de recolección mediante sistemas de inmersión con agitación mecánica y duchas a presión. El agua tendrá unas concentraciones de cloro de 100-200 ppm, por lo que posteriormente para evitar sabores deberá ser aclarado mediante duchas de agua fría sin clorar.  | SI         | Agua potable             |
| 3  | Se almacenan en cámaras a 4°C y 95% de humedad relativa. Aunque no se prevén largas esperas, es conveniente un escurrido previo y controlar la rotación mediante el sistema FIFO.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 4  | Se retiran, en función de la política comercial de la empresa, los espárragos no aptos en base al color, aspecto y calibre.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 5  | Con objeto de eliminar la parte inferior del turión se coloca a los espárragos en unos cangilones arrastrados por una cinta transportadora. El corte se realiza mediante disco. En el primer corte se elimina la zona más lignificada, En el segundo, se separa el tallo, que llevará un proceso de producción paralelo y sincronizado a la producción de espárrago.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 6  | Con objeto de reblandecer los tejidos y destruir la asparagina y disminuir la carga microbiana. El proceso es continuo mediante inmersión en agua caliente. La duración es de unos 3 minutos, variando según calibre y características de los turiones.   | SI         | Agua potable             |
| 7  | Con objeto de detener la cocción se realiza el enfriado del espárrago. Primeramente se enfrían mediante aspersión sobre la cinta de preselección y el segundo por inmersión en forma continua más un lavado posterior por aspersión en el elevador alineador hacia la máquina calibradora.  | SI         | Potable                  |
| 8  | El calibrado se realiza mecánicamente mediante un sistema de rodillos divergentes.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 9  | El pelado puede hacerse de forma manual o mecánica, introduciéndose automáticamente los espárragos tras el calibrado en máquinas peladoras.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 10 | Los turiones salen por la parte inferior de la máquina peladora, con lo que las operaciones manuales se limitan a contar el número de espárragos en cada envase según calibre y procurar que queden suficientemente compactos para evitar roturas en los procesos posteriores.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 11 | La salmuera se añade en caliente, a 90-95°C, mediante el calentamiento del depósito de la llenadora automática. Los componentes y aditivos de la salmuera deben ser autorizados por la legislación vigente, tanto en España como en el país de destino.   | SI         | Potable                  |
| 12 | Los botes llenos se someten a la acción del vapor en un precalentador de tipo continuo, durante 4-8 minutos, inmediatamente después se procede al cerrado del envase mediante una cerradora automática.   | SI         | Potable                  |
| 13 | Mediante autoclave. El proceso consta de tres fases; en la primera de calentamiento hasta alcanzar la "temperatura de régimen", la segunda fase el autoclave se mantiene a esa temperatura de manera constante durante un tiempo determinado y la tercera fase de enfriamiento.   | SI         | Potable                  |
| 14 | Tras la esterilización es necesario un rápido enfriamiento para evitar la sobrecocción. Se realiza bajo presión en autoclave para evitar la deformación de los botes. El proceso finaliza al alcanzar los 40°C, de forma que se impide la reactivación de la flora termófila. Se utiliza agua clorada a 3-5 ppm con objeto de evitar recontaminación a través del cierre.   | SI         | Potable                  |
| 15 | Con el tiempo el espárrago se hace más firme, por lo que se hace recomendable almacenarlo como mínimo 30 días antes de proceder a su embalado definitivo, evitando deterioros. El almacenamiento debe realizarse a temperaturas inferiores a 25-26°C.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 16 | Los tallos de espárragos proceden en su mayor parte del corte realizado a los espárragos en su línea de procesado, aunque pueden aprovecharse como tallos los espárragos rotos frescos de longitud entre 1,5 y 7 cm. El proceso es similar a la fabricación de espárragos. La diferencia más significativa se encuentra en el nivel de funcionamiento de la maquinaria en el calibrado, que se realiza mediante una criba cilíndrica. | no         | Excepto agua de limpieza |

II GAMA. LEGUMBRES EN CONSERVA.

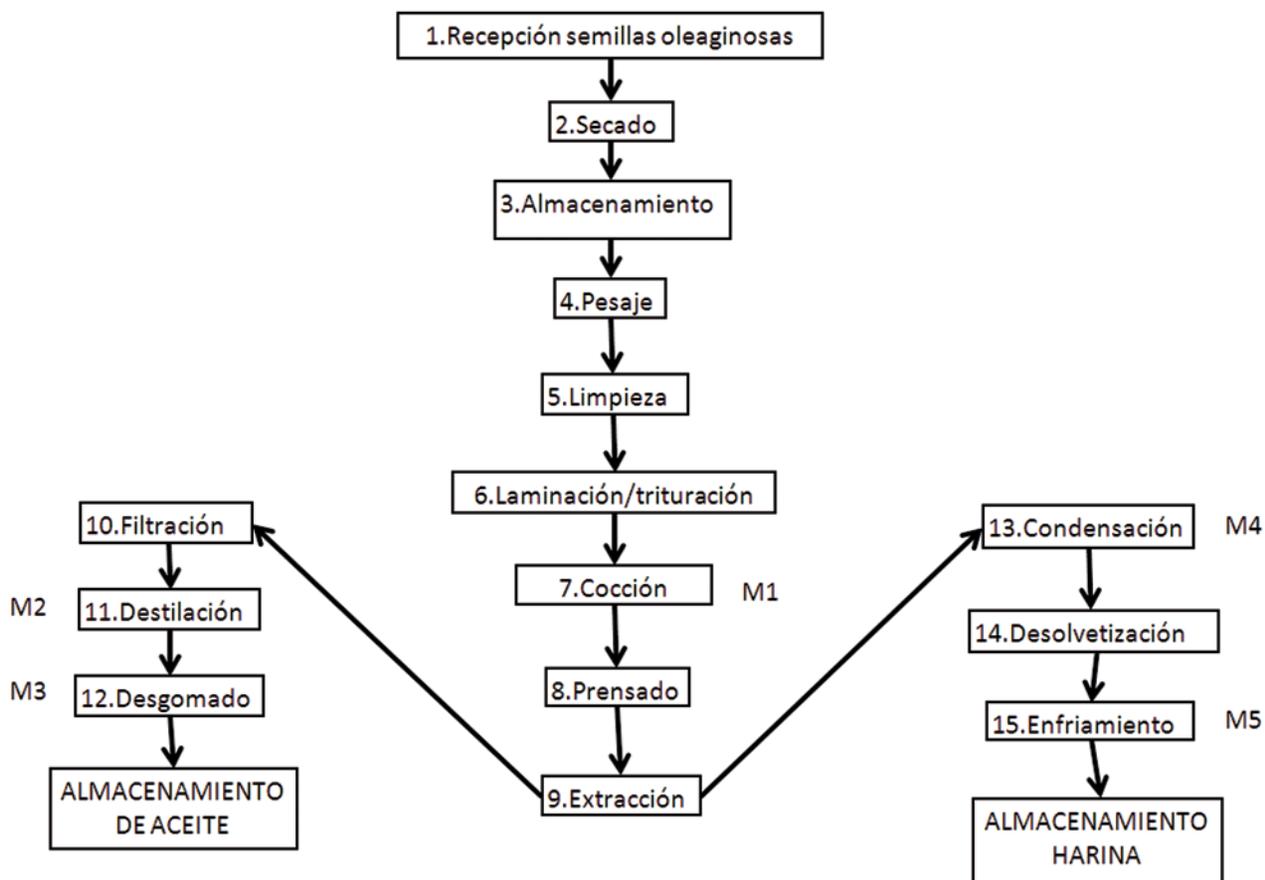


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |  |
|--------------------------------|--|
| CÓD.                           | NOMBRE                                   |
| M1                             | Piscinas de agua                         |
| M2                             | Escaldadora de inmersión ó vapor de agua |
| M3                             | Calentador de vapor tipo túnel           |
| M4                             | Cerradora botes con sistema de vapor     |
| M5                             | Autoclave                                |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |

## II GAMA.LEGUMBRES EN CONSERVA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                  |
|----|---|------------|--------------------------|
| 1  | En la recepción se realizan diversos controles de calidad (presencia de materias extrañas, defectos en granos, coloración, etc.)  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 2  | El tiempo de remojo varía en función de la especie de legumbre que se trate. La adición de aditivos al agua (metabisulfito, etc) varía en función de la especie. El agua es eliminada mediante maquinaria específica. Toda o parte del agua utilizada para esto es agua descalcificada.   | SI         | Agua potable             |
| 3  | Las legumbres se pueden escaldar mediante inmersión en agua hirviendo o tratándolas con vapor tan pronto como sea posible   | SI         | Agua potable             |
| 4  | La selección se realiza de manera manual sobre una cinta. El porcentaje de desechos varía en función de las condiciones en que llegue el producto. Es muy importante en esta fase evitar el contacto entre materia prima, producto seleccionado y material de desecho.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 5  | El llenado se realiza de manera automática, mediante una envasadora volumétrica. El envasado se realiza con el producto caliente, reduciendo el tiempo para alcanzar las temperaturas óptimas en las fases siguientes.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 6  | La adición del líquido de gobierno se realiza de manera automática. Los componentes de la misma deben ser autorizados por la legislación de los países de origen y destino.   | SI         | Agua potable             |
| 7  | El precalentamiento es el tratamiento térmico al que son sometidos los envases después de efectuar el llenado y antes de ser cerrados de forma que se desaloje parte del aire atrapado así como los gases intracelulares y los ubicados en el espacio de cabeza. Mediante un túnel de calentamiento tipo línea donde la corriente de vapor desplaza los gases del producto y del espacio de cabeza. El tiempo de tratamiento varía entre 5-10 minutos a 90°C. | SI         | Agua potable             |
| 8  | El cierre del envase debe realizarse lo más rápido posible y el cerrado debe ser perfecto. Para permitir el cierre perfecto, la maquinaria empleada dispone de un sistema de vapor.   | Si         | Agua potable             |
| 9  | La esterilización se realiza mediante autoclave. El tratamiento térmico consta de tres fases: elevación de la temperatura hasta el nivel deseado, mantenimiento a una temperatura deseada durante un cierto tiempo y refrigeración.   | Si         | Agua potable             |
| 10 | Por último se procede a su etiquetado y embalaje  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 11 | El producto final será destinado a almacenamiento para su posterior distribución  | no         | Excepto agua de limpieza |

OTROS ACEITES.

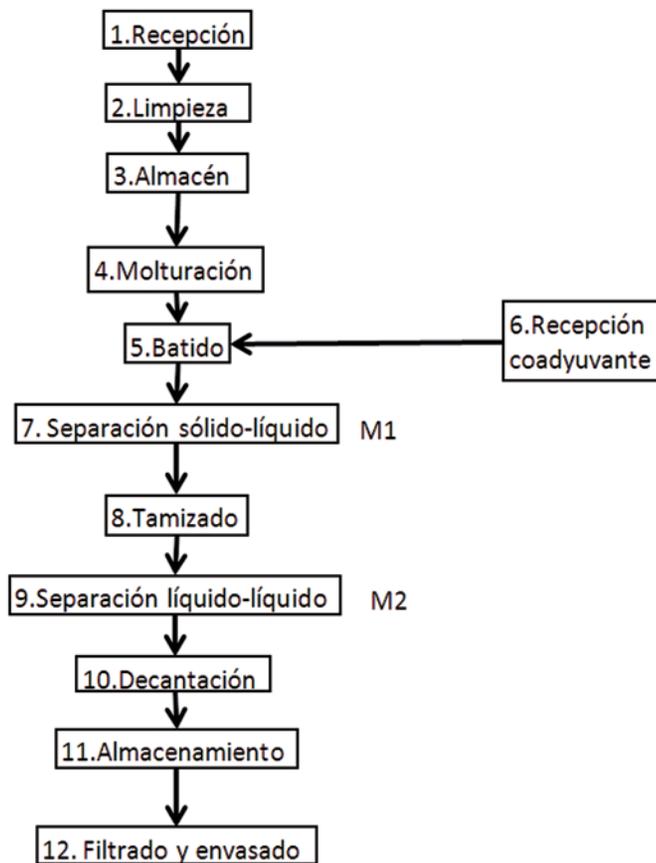


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                      |
| M1                             | Acondicionador              |
| M2                             | Calentador de vapor de agua |
| M3                             | Calentador de vapor de agua |
| M4                             | Condensador                 |
| M5                             | Intercambiador de calor     |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |

## OTROS ACEITES. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD                  |
|----|--|------------|--------------------------|
| 1  | Las semillas se descargan en tolvas generalmente enterradas y protegidas con rejillas. En esta fase se toman muestras que determinarán el grado de humedad y grasa de las semillas.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 2  | Para el secado de las semillas se utilizan secadores verticales. El producto cae por gravedad mientras es recorrido por una corriente de aire.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 3  | Para el almacenamiento de la semilla es indispensable que la semilla tenga un bajo contenido de humedad. Una vez que la semilla tiene una humedad idónea para el almacenamiento, pasarán a silos con techos cónicos.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 4  | Esta operación es muy importante a la hora de calcular el rendimiento global. Generalmente la pesada se realiza de forma automática.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 5  | Las semillas suelen contener materias extrañas como tierras, piedras... que deben ser eliminadas. Las limpiadoras están compuestas por tamices vibrantes produciendo la separación por diferencia de granulometría. En semillas como colza, basta con esta limpieza; mientras que semillas como las de girasol deben ser descascaradas antes de pasar a la siguiente fase. | no         | Excepto agua de limpieza |
| 6  | Para la laminación de semillas de colza se utilizan molinos de rodillo. Otras semillas como las de girasol son trituradas mediante molinos de martillos.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 7  | La cocción consiste en el calentamiento del material mediante vapor de agua. En esta fase se consigue aumentar la plasticidad del grano.   | Si         | Agua potable             |
| 8  | El material caliente es sometido a presión y se obtiene una parte del aceite que contiene.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 9  | El aceite que se traspasa va acompañado de sólidos que son eliminados mediante la extracción. En esta fase se separan los sólidos de los líquidos mediante lavados con miscelas y lavados con disolventes puros.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 10 | La segunda operación para la depuración del aceite será la filtración utilizando filtros de placa a presión.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 11 | La destilación de la miscela tiene como objetivo principal la separación del aceite y del disolvente de la miscela. Se realiza mediante un calentador que alcanza desde los 50° hasta los 105°C en su última etapa mediante vapor de agua.   | Si         | Agua potable             |
| 12 | Mediante el desgomado se eliminan sustancias como fosfátidos y otras impurezas. El proceso consiste en tratar el aceite con vapor de agua para que los fosfátidos se hidraten. Después pasan a una centrifuga la cual separa el aceite, el agua y las impurezas.   | Si         | Agua potable             |
| 13 | Todos los vapores generados en la destilación de la miscela deben ser condensados y reciclados para el proceso. Los condensados en este proceso están formados por agua y hexano. Debido a su diferencia de densidad permite decantarlos en tanques.   | Si         | Agua potable             |
| 14 | La harina que sale del extractor impregnada de disolvente y desaceitada se somete a la acción del calor para volatilizar el disolvente. Los gases provocados en esta fase son recirculados a un recuperador de gases húmedo.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 15 | El enfriamiento de la materia se provoca mediante un intercambiador de calor.  | Si         | Agua potable             |

ACEITE DE OLIVA.

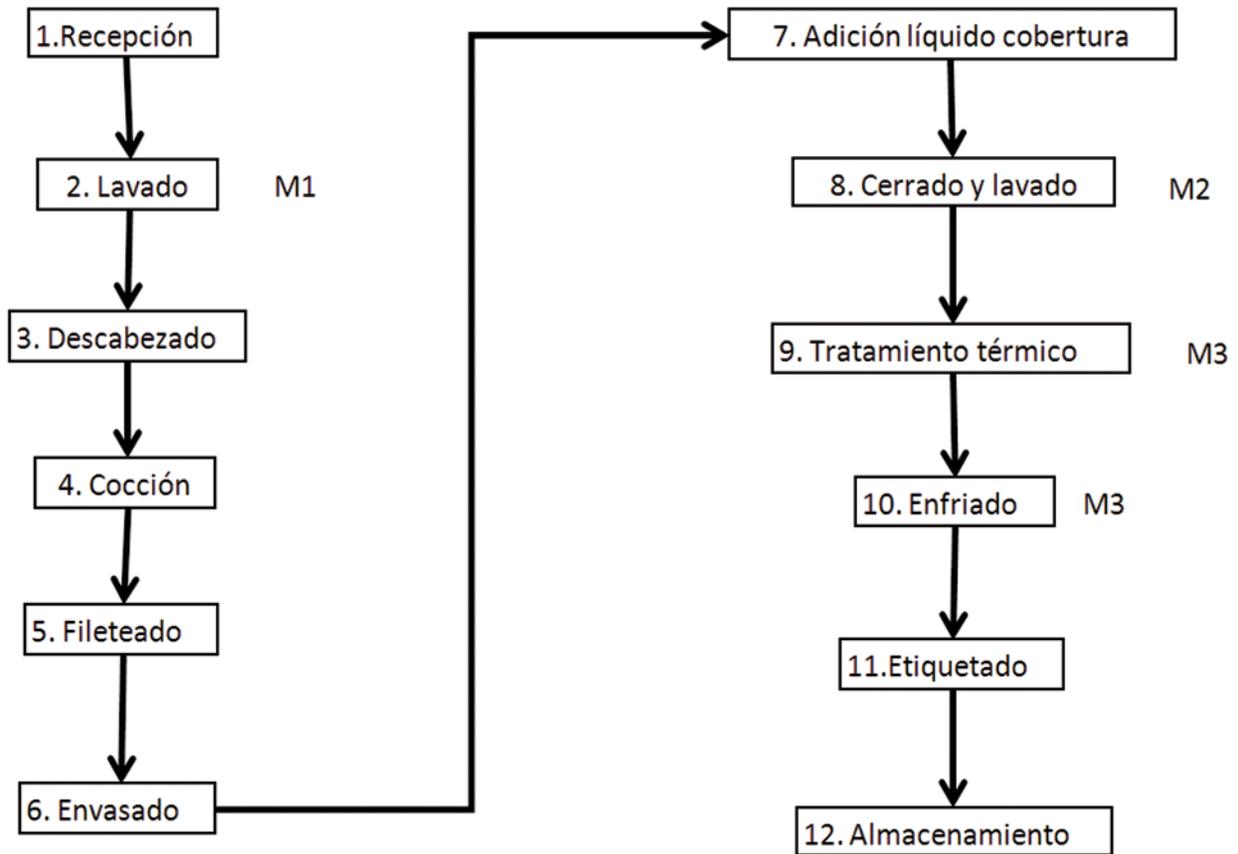


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE              |
| M1                             | Centrifuga          |
| M2                             | Centrifuga vertical |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |
|                                |                     |

## ACEITE DE OLIVA. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                  |
|----|---|------------|--------------------------|
| 1  | Habitualmente la aceituna se receptiona en tolvas metálicas sobre las que se vuelca el fruto. El primer control se hace en relación al peso de entrada para establecer parámetros de producción final.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 2  | En esta etapa se suprimen las hojas, tierra y otras materias que pudieran acompañar al fruto. El lavado se realiza mediante inmersión.  | si         | Agua potable             |
| 3  | La aceituna se almacena el menor tiempo posible hasta su molturación (preferentemente no más de 24 horas). Mantener demasiado tiempo la aceituna en la tolva causa su fermentación bajando la calidad final del producto.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 4  | La molturación o molienda se realiza para extraer los jugos de la aceituna. Hoy en día se realiza mediante molinos de martillos   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 5  | Para separar las fases líquidas (aceite y agua, de vegetación o alpechín) de la fase sólida u orujo, se somete la pasta obtenida en la anterior fase a un batido acompañado de aporte de calor que eleva la temperatura de la materia prima hasta 30-35°C. (Mayores temperaturas disminuyen la calidad del aceite)  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 6  | En la realización de aceite de oliva, en algunas variedades se utilizan coadyuvantes para facilitar la separación de las fases. En producción industrial la maquinaria más común para esta fase es la termobatidora.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 7  | En esta fase del proceso se procede a separar los sólidos de los líquidos. A pesar de que existen diferentes métodos todos se basan en el mismo principio: separación de las fases según su densidad mediante un movimiento giratorio. La elección de la maquinaria modificará el producto y subproducto. La mayor diferencia la encontramos hoy en día en líneas de dos fases y tres fases. En líneas de dos fases se produce aceite y alpeorujo; y en líneas de tres fases aceite, orujo y alpechín. En este proceso se añade agua a la materia prima; hasta el 50% del peso de la aceituna receptionada dependiendo de la línea utilizada y la calidad del producto final deseado. | si         | Agua potable             |
| 8  | El tamizado resulta un punto de control importante para minimizar la cantidad de partículas que acompañan el aceite. Los filtros, generalmente vibradores, consisten en tamices de acero.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 9  | La separación líquido-líquido se realiza mediante centrifugas verticales diseñadas para realizar una limpieza del aceite. Su funcionamiento se basa en la diferente densidad de los líquidos. En este proceso se añade hasta un 25% de agua (del total de volumen) para eliminar las impurezas que el aceite arrastra.  | si         | Agua potable             |
| 10 | La decantación se emplea tanto para el aceite como para el alpechín. Se trata de depósitos de 1000 a 3000 litros de capacidad conectados en serie. Hoy en día su función se enfoca principalmente en la eliminación del aire que el aceite absorbe en la etapa de centrifugado.   | no         | Excepto agua de limpieza |
| 11 | El almacenamiento debe proteger el aceite la acción directa de la luz, mantener el aceite a menos de 20°C , evitar el contacto con el aire, no transmitir olores ni sabores. Hoy en día se utilizan diferentes materiales.  | no         | Excepto agua de limpieza |
| 12 | Los filtros tienen como misión eliminar todos los residuos sólidos, así como el abrillantado del producto. En esta operación se utilizan agentes de filtración como tierras, celulosa... Finalmente se procede al envasado del producto. Existen equipos que realizan el envasado por peso o volumen. Los envases más utilizados son vidrio, metal y los constituidos por polímeros.  | no         | Excepto agua de limpieza |

CONSERVAS DE PESCADO.

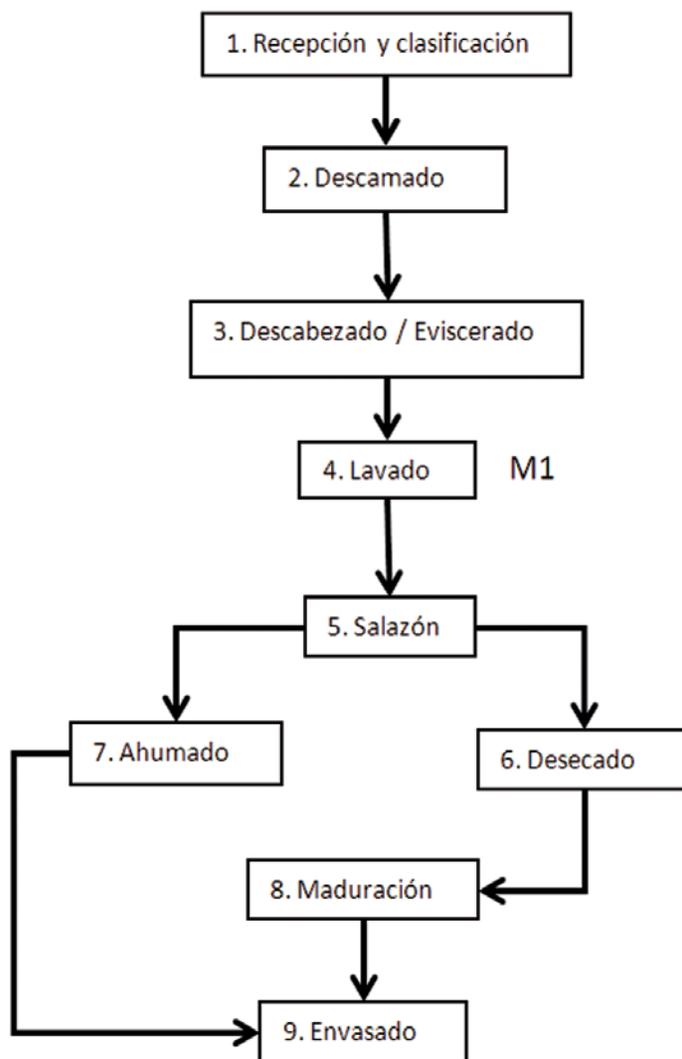


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |  |
|--------------------------------|--|
| CÓD.                           | NOMBRE                                       |
| M1                             | Lavadora de tambor / Lavadora transportadora |
| M2                             | Piscinas de agua                             |
| M3                             | Autoclave                                    |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |

## CONSERVAS DE PESCADO. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|--|------------|----------------------------------|
| 1  | En la recepción de las materias se realizan dos controles. Uno de temperatura; los productos frescos deben estar entre 0°C y 4°C, los congelados a -18°C. El otro control es visual y se controlan el color de la piel, la mucosidad y el grado de aplastamiento. El pescado debe tener la piel y la carne entera, un color homogéneo y sin decoloraciones.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Existen varios modelos de máquinas limpiadoras: Lavadoras de tambor de eje horizontal: consisten en un tambor inclinado con perforaciones que van girando y aseguran que el contenido se desplace hacia la salida. El lavado se realiza de forma continua bajo una corriente de agua. Lavadoras-transportadoras: se utilizan las cintas transportadoras como máquina de lavado.                        | Si         | Agua potable                     |
| 3  | En la industria, el descabezado y el eviscerado se llevan a cabo mecánicamente, y su principal requisito es evitar al máximo las pérdidas de tejido muscular. Existen varias técnicas, pero industrialmente la práctica más corriente consiste en descabezar las piezas con la ayuda de una cuchilla giratoria, luego se abre el abdomen con un corte y se separan las vísceras mediante dos rodillos. | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | El pescado es colocado en unas parrillas para ser cocido a 100 °C. El tiempo de cocción depende del tamaño y grasa del pescado.  | Si         | Agua potable                     |
| 5  | En esta fase deben eliminarse (generalmente de forma manual) todos los restos de espinas, vísceras, piel y sangre, así como las zonas oscurecidas. Los cortes deben ser realizados longitudinalmente al cuerpo del pescado obteniendo 4 filetes por pieza. El personal dispone de grifos para facilitar la limpieza.   | Si         | Agua potable                     |
| 6  | Una vez recibidos, los filetes son recortados manualmente. En caso del pescado pequeño, debe ser envasado de una sola pieza. El tamaño de las piezas de un mismo envase debe ser lo más homogénea posible. Debe quedar espacio suficiente para recibir el líquido cobertura.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 7  | Dependiendo de los casos, el líquido de cobertura se tratará de aceite de oliva, aceite de girasol, tomate o escabeche. El líquido debe oscilar entre el 10% y 35 % de la capacidad del envase, según producto, forma de presentación, dimensiones del envase y lo indicado en la etiqueta.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 8  | Las latas son cerradas herméticamente y lavadas para conseguir una buena conservación. El hermetismo del cierre se comprueba sumergiéndolo en agua.  | Si         | Agua potable                     |
| 9  | La esterilización se consigue mediante autoclave. El producto es sometido a altas temperaturas eliminando la existencia de posibles microorganismos patógenos. El llenado, cerrado y introducción en el autoclave deben ser continuos y no debe pasar más de una hora desde que se llena hasta que se introduce en el autoclave.   | Si         | Agua potable                     |
| 10 | El enfriamiento debe ser muy rápido llegando a los 40°C en el interior del envase en menos de 10 minutos. El agua de enfriamiento debe estar clorada.  | Si         | Agua potable                     |
| 11 | El contenido del etiquetado debe incluir el peso neto y peso escurrido.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 12 | El almacenamiento se debe realizar en lugar seco y limpio.   | no         | Excepto agua de limpieza general |

PESCADO EN SALAZÓN.

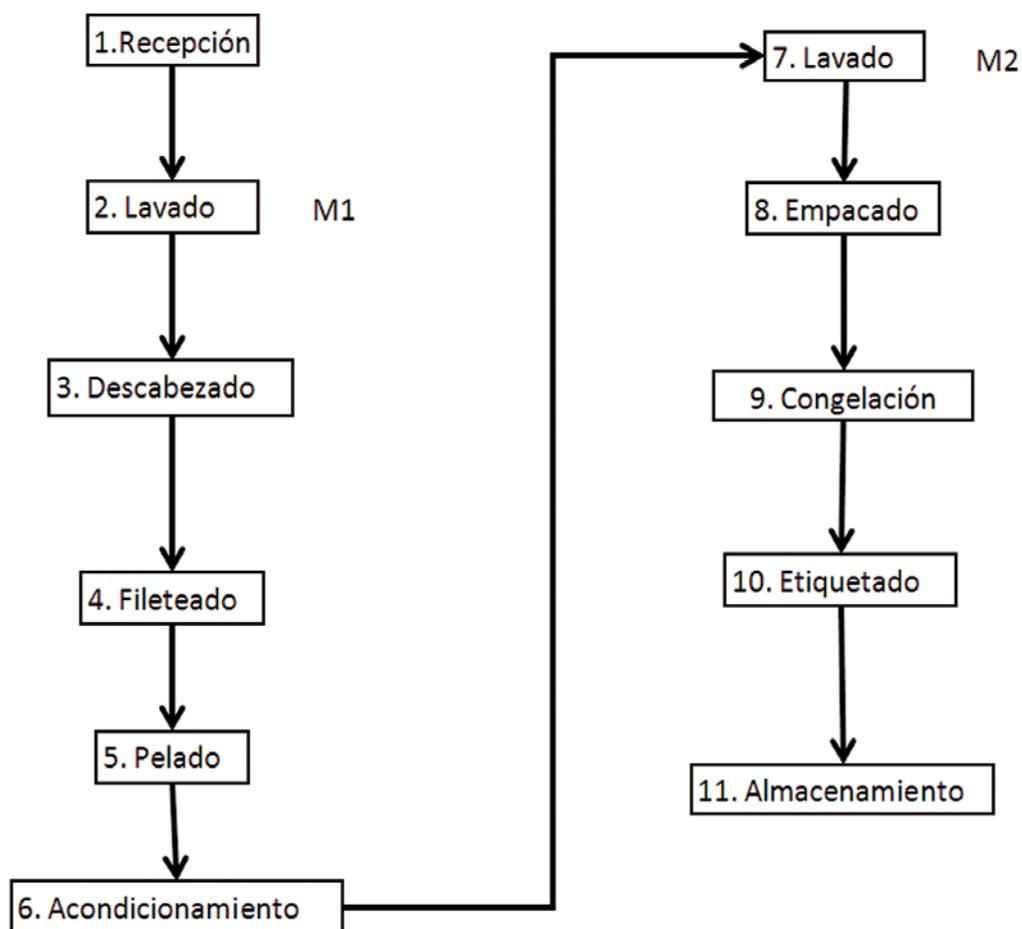


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |  |
|--------------------------------|--|
| CÓD.                           | NOMBRE                                       |
| M1                             | Lavadora de tambor / Lavadora transportadora |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |

## PESCADO EN SALAZÓN. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|---|------------|----------------------------------|
| 1  | En la categorización por tamaño se utilizan máquinas que toman como referencia el grosor máximo del pescado, que se correlaciona con la longitud de las piezas. El pescado va por las vías clasificadoras y cae en diferentes contenedores. Es decir, el pescado de menor grosor cae antes entre las vías y el de mayor grosor cae al final de las vías. La clasificación por peso se realiza en máquinas provistas de un sistema de pesado rápido y exacto.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | Es una operación delicada, ya que las máquinas utilizadas en el descamado mecánico no deben dañar la piel, ni debilitar la textura del tejido muscular. Las máquinas que se utilizan son: las máquinas de tambor, en que el pescado es descamado al rozarse contra las paredes ásperas del tambor; las rascadoras mecánicas, en que un rascador giratorio va pasando repetidamente a lo largo de la superficie del pez, desde la cola hasta la cabeza   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | En la industria, el descabezado y el eviscerado se llevan a cabo mecánicamente, y su principal requisito es evitar al máximo las pérdidas de tejido muscular. Existen varias técnicas, pero industrialmente la práctica más corriente consiste en descabezar las piezas con la ayuda de una cuchilla giratoria, luego se abre el abdomen con un corte y se separan las vísceras mediante dos rodillos.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | Existen varios modelos de máquinas limpiadoras; Lavadoras de tambor de eje horizontal: consisten en un tambor inclinado con perforaciones que van girando y aseguran que el contenido se desplace hacia la salida. El lavado se realiza de forma continua bajo una corriente de agua. Lavadoras-transportadoras: se utilizan las cintas transportadoras como máquina de lavado.   | Si         | Potable                          |
| 5  | Son los productos sometidos a la acción prolongada de la sal común (sólida o en salmuera) con o sin acompañamiento de otros condimentos o especias. El proceso de salazón se puede realizar de dos modos distintos: mediante la vía húmeda, en que el producto se somete a una inmersión en salmuera (solución concentrada de sal al 70 %-80 %) o mediante la vía seca, en que el producto se coloca entre capas de sal sólida.   | Si         | Potable                          |
| 6  | Los productos desecados se someten a la acción del aire seco u otro sistema apropiado, hasta conseguir que la humedad del reducto no sea superior al 15 %. Los productos seco-salados se someten a la acción de la sal común y del aire seco hasta conseguir una humedad inferior al 50 %. La finalidad del desecado o seco-salado es provocar la pérdida paulatina del agua al producto (mediante evaporación o difusión) como método de conservación. El proceso es similar al de los productos en salazón, y después son sometidos a un secado.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 7  | Existen dos métodos de ahumado: Ahumado en frío durante varios días, en que las temperaturas no sobrepasan los 30 °C. Este tipo de ahumado es muy aromático y da origen a la presencia en el pescado de sustancias conservadoras. Se suele utilizar este método para ahumar salmón, trucha, arenque y caballa. Ahumado en caliente, a temperaturas que pueden llegar a los 80 °C. En este caso se puede producir la coagulación del pescado por la acción del calor. Las sustancias conservadoras se pierden al transformarse en dióxido de carbono y agua como consecuencia de las altas temperaturas. Las anguilas, las truchas..., son productos que acostumbran a ahumarse en caliente. | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 8  | El tiempo de maduración varía según el producto que se está elaborando  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 9  | En aceite, sal o al vacío, en función del producto que se está elaborando   | no         | Excepto agua de limpieza general |

PESCADO CONGELADO.

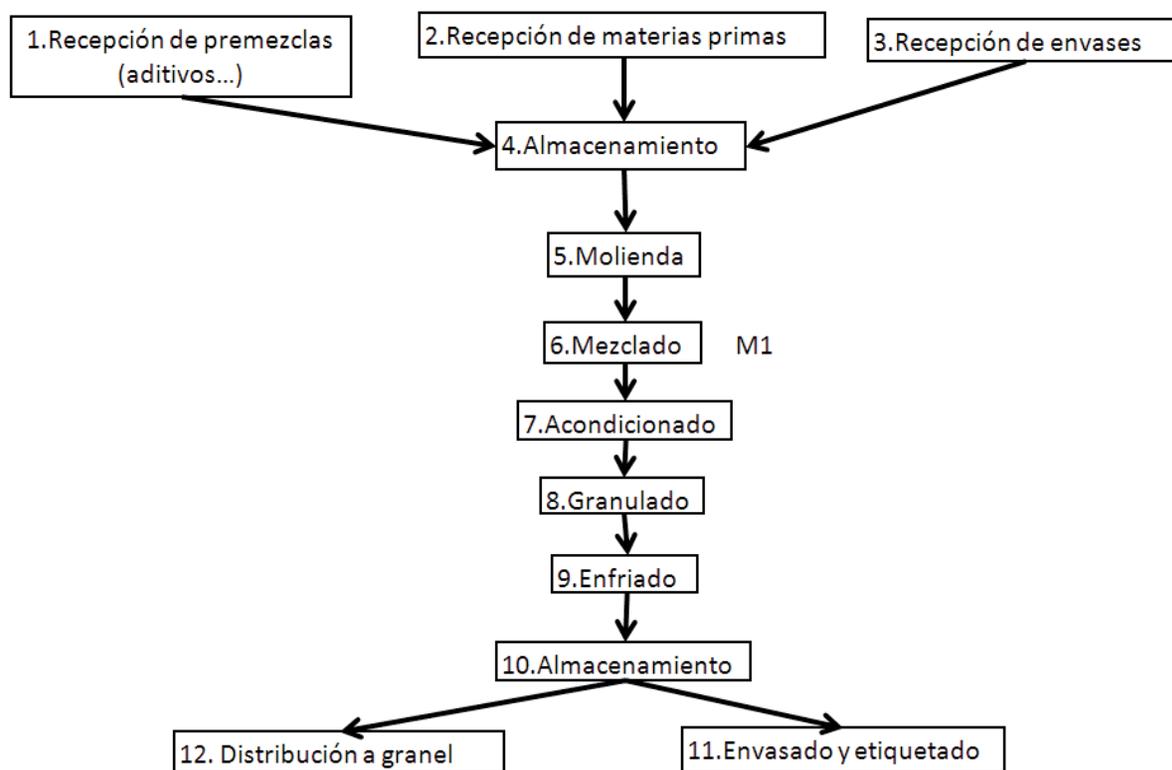


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |  |
|--------------------------------|--|
| CÓD.                           | NOMBRE                                       |
| M1                             | Lavadora de tambor / Lavadora transportadora |
| M2                             | Lavadoras - aspersión                        |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |
|                                |  |

## PESCADO CONGELADO. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE   | EXIGE AGUA | CALIDAD  |
|----|--|------------|--|
| 1  | Después de la descarga en tierra, el pescado refrigerado es recepcionado en los puntos habilitados en la planta de procesado para tal efecto, en los cuales se realiza inicialmente una inspección visual de la calidad del pescado con el objetivo de evaluar sus características físicas (Rigor mortis, coloración superficial, características de las branquias, olor y elasticidad muscular).      | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 2  | Existen varios modelos de máquinas limpiadoras; Lavadoras de tambor de eje horizontal: consisten en un tambor inclinado con perforaciones que van girando y aseguran que el contenido se desplace hacia la salida. El lavado se realiza de forma continua bajo una corriente de agua. Lavadoras-transportadoras: se utilizan las cintas transportadoras como máquina de lavado.                        | Si         | Agua potable                                   |
| 3  | En la industria, el descabezado y el eviscerado se llevan a cabo mecánicamente, y su principal requisito es evitar al máximo las pérdidas de tejido muscular. Existen varias técnicas, pero industrialmente la práctica más corriente consiste en descabezar las piezas con la ayuda de una cuchilla giratoria, luego se abre el abdomen con un corte y se separan las vísceras mediante dos rodillos. | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 4  | Después de eliminar la cabeza, cola y vísceras del pescado, éste es conducido a la máquina fileteadora, en donde las cuchillas circulares cortan el pescado longitudinalmente y paralelamente a la columna vertebral en dos porciones simétricas separando la musculatura completa de cada lado del pez y las espinas, para obtener finalmente filete de pescado.                                      | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 5  | Una vez se tiene el filete de pescado, este es sometido a un proceso de pelado o "despeleje", en el cual con un corte longitudinal, desde la cola hacia la cabeza, se separa la piel completamente de la carne.  | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 6  | En esta etapa de arreglo del filete, los operarios ubicados a cada lado de una banda transportadora, inspeccionan los filetes, removiendo defectos, bordes y partes que sean de calidad inferior para brindar una mejor apariencia al producto.  | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 7  | El lavado de la pulpa de pescado permite remover restos de piel y partículas extrañas que hayan quedado adheridas al filete antes de ser empacado y congelado. El filete es conducido a través de una banda transportadora bajo una lluvia de agua, la cual es rociada por medio de un sistema aspersor.   | Si         | Agua potable                                   |
| 8  | Esta operación consiste en el empaque al vacío de los filetes de pescado en bolsas de Polietileno. El empaque al vacío del filete se realiza con el objetivo principal de remover el aire de los empaques y de esta manera reducir el oxígeno disponible por empaque.  | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 9  | Una vez preparado el producto, es transportado al túnel de congelación donde se ubica en los estantes dispuestos para la inspección. Dentro del túnel el producto se somete a un proceso de congelación rápida a una temperatura de -20 o -30°C.   | no         | Excepto agua de limpieza general y descarchado |
| 10 | Se procede a la identificación y etiquetado  | no         | Excepto agua de limpieza general               |
| 11 | El almacenamiento se debe realizar en lugar limpio y a temperaturas de -18°C.  | no         | Excepto agua de limpieza general               |

PIENSOS.

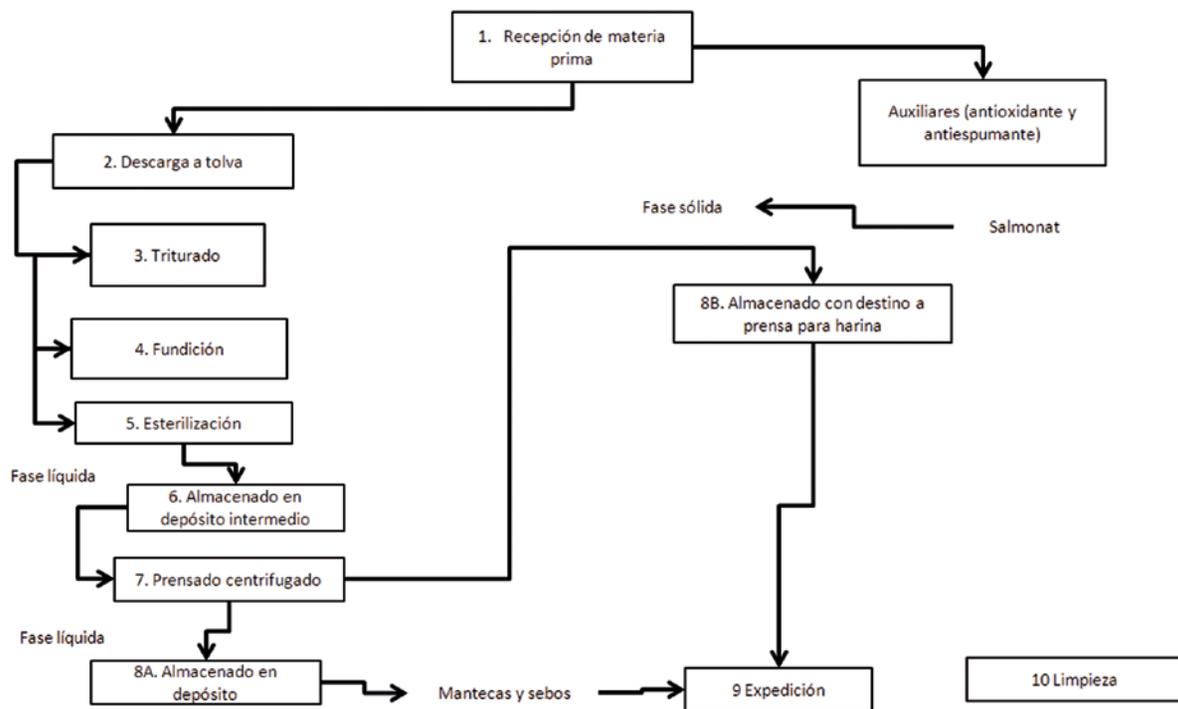


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| CÓD.                           | NOMBRE                      |
| M1                             | Inyectores de vapor de agua |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |
|                                |                             |

## PIENSOS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD                          |
|----|---|------------|----------------------------------|
| 1  | En esta fase se receptionan y seleccionan las premezclas y aditivos que posteriormente se le añadirán al pienso en las cantidades estipuladas.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 2  | A la fábrica de piensos llegan camiones que contienen las materias primas. Antes de la descarga se toma una muestra de la materia para la realización del primer control. La materia se descarga en piqueras. Posteriormente pasará al almacenamiento en silos.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 3  | Los envases se receptionan y guardan hasta la última fase.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 4  | El almacenamiento de las materias receptionadas se realiza de diferentes maneras. La materia prima se guarda en silos. Melazas y grasas líquidas también pueden ser almacenadas en silos de menor tamaño. Los aditivos pasan a los almacenes para su óptima conservación.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 5  | La molienda es el tratamiento físico que se da a la materia prima para reducir el tamaño de la partícula, conseguir la granulometría adecuada y una mejor homogeneización en las fases posteriores.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 6  | El objetivo de la mezcla es distribuir uniformemente todas las materias primas necesarias para la obtención del producto final. Antes de pasar a la fase de granulación, las harinas pueden someterse a una homogeneización mediante la utilización de vapor de agua. Una melazadora posterior es la encargada de la inyección de la melaza y otros líquidos al pienso. | Si         | Agua potable                     |
| 7  | El acondicionamiento hidrotérmico puede ser utilizado para preparar la mezcla a la granulación. Se realiza mediante la inyección de vapor de agua o modificación de temperatura y presión. La utilización de agua en esta fase depende del método utilizado.  | Si         | Agua potable                     |
| 8  | La granulación es una fase en la que se modifican las características de la materia prima para conseguir una conglomeración. Se aplica presión sobre el subproducto, provocando la salida de la masa de pienso por los agujeros de una matriz.  | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 9  | El pienso entra en el enfriador donde mediante la utilización de aire frío, se consigue la bajada de temperatura y secado del producto.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 10 | Una vez terminado el proceso de producción, el pienso pasa a almacenaje en silos separados por características.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 11 | Desde los silos el pienso pasa a ser envasado en sacos y etiquetado para su posterior distribución.   | no         | Excepto agua de limpieza general |
| 12 | El pienso también puede ser distribuido a granel.   | no         | Excepto agua de limpieza general |

GRASAS. SUBPRODUCTO CON ALTO CONTENIDO EN GRASAS.

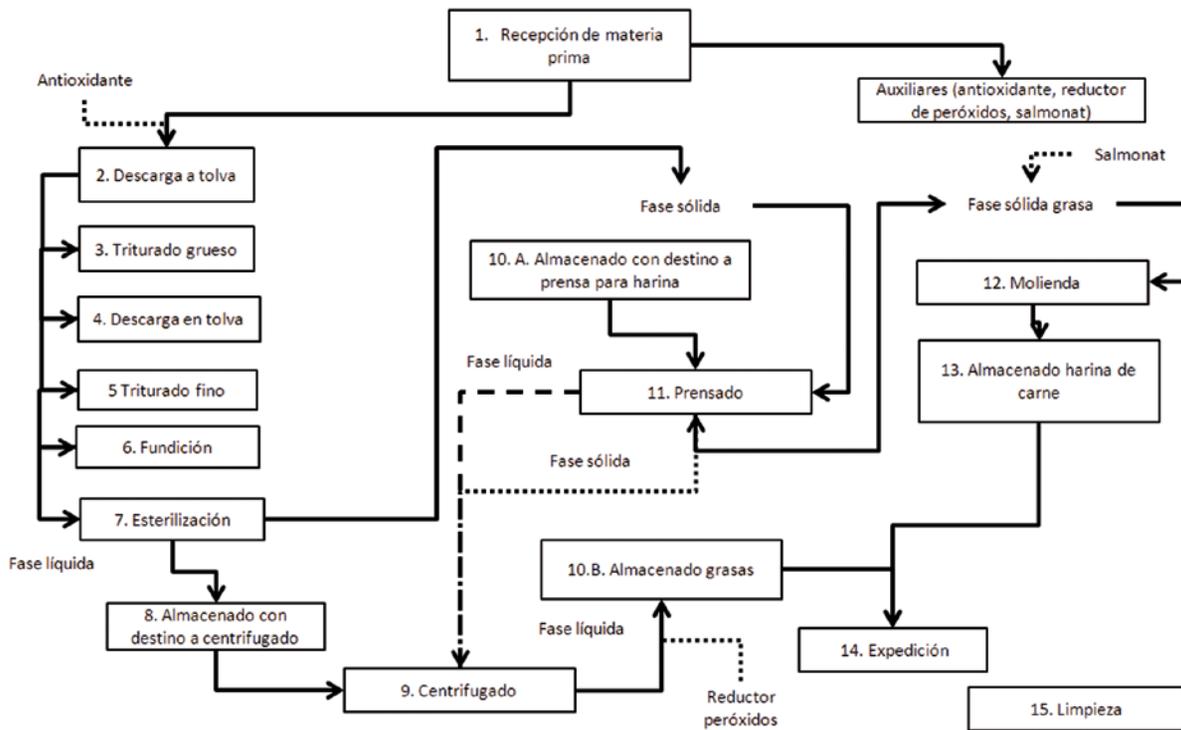


| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |        |
|--------------------------------|--------|
| CÓD.                           | NOMBRE |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |

## GRASAS. SUBPRODUCTO CON ALTO CONTENIDO EN GRASAS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº  | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|-----|---|------------|---|
| 1.2 | 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. Para evitar los vertidos 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  | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 3   | 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. En el proceso se generan vertidos que son enviados a la línea de depuración   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 4   | La fundición 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. Todos los métodos 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. 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. Se producen condensados de evaporación del agua de la materia prima durante el calentamiento y será importante identificar su destino. En el caso de la fusión húmeda, entre el 50 y el 90% del agua residual total provendrá de los condensados de los autoclaves. | si         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la producción de vapor en el caso de fundición con camisa de vapor |
| 5   | 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), la masa debe someterse a una operación de esterilización en la que se alcancen los parámetros exigidos. Este proceso se lleva a cabo con un autoclave convencional, cuyos condensados producen los correspondientes vertidos   | si         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la producción de vapor   |
| 6.7 | Tras un almacenamiento en un depósito intermedio, se separan la fase sólida (chicharro) y la fase fundida (grasa). Esta operación se realiza generalmente con prensas de tornillo. En el proceso se genera agua residual que es enviada a la línea de depuración  | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 7   | Consiste en la eliminación de los sólidos de la grasa obtenida mediante percolación y prensado o mediante centrifugado. Tras esta operación se obtiene el sebo o manteca final. En el proceso se genera agua residual que es enviada a la línea de depuración   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 8A  | El sebo o manteca final es almacenado en un depósito refrigerado hasta su expedición final  | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 8B  | El resto deshidratado se enviará a la línea de fabricación de harinas animales, descrita en el siguiente diagrama   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 9   | Por último se procede al almacenamiento refrigerado y la expedición final en depósitos isoterms   | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 10  | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica en el mismo. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación   | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP             |

GRASAS. SUBPRODUCTO CON BAJO CONTENIDO EN GRASAS.



| MAQUINARIA ASOCIADA (M1,M2...) |        |
|--------------------------------|--------|
| CÓD.                           | NOMBRE |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |
|                                |        |

## GRASAS. SUBPRODUCTO CON BAJO CONTENIDO EN GRASAS. DESCRIPCIÓN DE FASES.

| Nº       | DESCRIPCIÓN DE LA FASE  | EXIGE AGUA | CALIDAD   |
|----------|---|------------|---|
| 1.2      | 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 o triturado grueso. Para evitar los vertidos 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   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 3        | 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. En el proceso se generan vertidos que son enviados a la línea de depuración   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 4.5.     | Tras ser descargado en una tolva intermedia el producto del primer picado, se procede a un triturado más fino   | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones                                   |
| 6        | La fundición 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. Todos los métodos 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. 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. Se producen condensados de evaporación del agua de la materia prima durante el calentamiento y será importante identificar su destino. En el caso de la fusión húmeda, entre el 50 y el 90% del agua residual total provendrá de los condensados de los autoclaves. | si         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la producción de vapor en el caso de fundición con camisa de vapor |
| 7        | 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), la masa debe someterse a una operación de esterilización en la que se alcancen los parámetros exigidos. Este proceso se lleva a cabo con un autoclave convencional, cuyos condensados producen los correspondientes vertidos.  | si         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la producción de vapor   |
| 8.9      | Después de un almacenamiento refrigerado se procede al centrifugado en tornillo sinfín del chicharro separando una fracción seca, que se enviará al prensado de la fase sólida, y una fracción húmeda que se enviará al almacenamiento refrigerado de grasas previo a la expedición de las mismas.  | no         | Excepto agua sin especificaciones concretas para la limpieza de las instalaciones.                                  |
| 10A      | Del proceso de tratamiento de subproductos con alto contenido en grasas provienen fracciones secas destinadas a la fabricación de harinas.  | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 10B      | El sebo o manteca final es almacenado en un depósito refrigerado hasta su expedición final  | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 11       | En el prensado de la materia seca se produce un lixiviado que, en forma de fracción líquida, vuelve al proceso de centrifugado y a su posterior almacenamiento refrigerado. Por su parte, la fracción seca (fase sólida grasa) es enviada al proceso de molienda  | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 12       | 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   | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 13<br>14 | Por último se procede al almacenamiento refrigerado y la expedición final   | no         | Excepto agua para limpieza  |
| 15       | Proceso crítico y de especial relevancia para garantizar el control de los APPCC. En la limpieza manual el destino final del agua es el vertido a colector o cauce, con una importante carga orgánica en el mismo. El proceso de limpieza abarca también la limpieza general de las superficies de la instalación   | si         | Agua potable. En cualquier caso puede darse una recirculación si se trata de un sistema de limpieza CIP             |

## 1. Consideraciones a tener en cuenta en lo referente al aprovechamiento de agua en calderas y generadores de vapor

Como consideraciones generales para el uso del agua en calderas y generadores de vapor, pueden destacarse las siguientes:

El agua puede generar algunos problemas en la caldera y el circuito de agua caliente:

- Incrustaciones debidas al depósito sobre las paredes de la caldera de precipitados cristalinos que, al impedir la transmisión de calor, den lugar a recalentamientos locales y posibles explosiones:
  - > de calcio y/o magnesio (debidas a la presencia de sales de calcio y/o magnesio –carbonatos o sulfatos- menos solubles en agua caliente que en agua fría)
  - > debidas a una concentración excesiva de sílice para la alcalinidad del agua contenida en la caldera.
- Arrastre de gotas de agua con el vapor, lo cual provoca un descenso en el rendimiento energético
- Arrastre de sílice con el vapor, que genera problemas en las turbinas.
- Corrosiones facilitadas por un exceso de oxígeno disuelto en el agua.

Las características que han de mantenerse en el agua de una caldera vendrán garantizadas por los tratamientos externos que se realicen sobre el agua de aportación y los condensados, por la eliminación física o química del oxígeno y por el acondicionamiento del agua de la caldera. En el caso que nos ocupa nos centraremos en las calidades que han de conseguirse para el agua de aportación y para los condensados, ya que las aguas provenientes de una eventual recuperación deberían respetar dichas calidades.

Las características de entrada de agua de calderas se especifican a continuación<sup>1</sup> :

### Requisitos según norma UNE-EN 12953-10. CALDERAS PIROTUBULARES

| Parámetro                     | Unidades | Agua de alimentación para calderas de vapor |        | Agua de relleno para calderas de agua caliente |
|-------------------------------|----------|---|--------|--|
| Presión de servicio           | bar      | 0,5 a 20                                    | >20    | cualquiera                                     |
| Apariencia                    | -----    | Clara, libre de sólidos en suspensión       |        |  |
| Conductividad directa a 25 °C | mS/cm    | No especificada                             |        |  |
| pH a 25 °C                    | -----    | > 9,2b                                      | > 9,2b | >7   |
| Dureza total                  | mmol/l   | < 0,01c                                     | < 0,01 | < 0,05   |
| Hierro                        | mg/l     | < 0,3                                       | < 0,1  | < 0,2  |
| Cobre                         | mg/l     | < 0,05                                      | < 0,03 | < 0,1  |
| Sílice                        | mg/l     | No especificada                             |        |  |
| Oxígeno                       | mg/l     | < 0,05d                                     | < 0,02 | -----  |
| Aceites/grasa                 | mg/l     | < 1   | < 1    | < 1  |
| Sustancias orgánicas          | -----    | Nota e a pie de tabla                       |        |  |

- a. Si existe cobre en el sistema, el valor de pH debe mantenerse entre 8,7 y 9,2.
- b. Con agua descalcificada de pH > 7 debe considerarse el pH del agua de caldera.
- c. A presión de servicio < 1 bar, debe ser aceptable una Dureza total máxima de 0,05 mmol.
- d. En instalaciones de funcionamiento intermitente o sin desgasificador térmico deben utilizarse aditivos filmantes o reductores de oxígeno.
- e. Las sustancias orgánicas pueden descomponerse, formando ácido carbónico u otros compuestos ácidos que pueden generar corrosión y depósitos en el sistema, favorecen además la formación de espumas y arrastres de agua en el vapor

**1 grado francés = 10 ppm de CO<sub>3</sub>Ca = 10 mg/l de CO<sub>3</sub>Ca = 0,1 mmol/l = 0,2 miliequivalentes**

<sup>1</sup> No han de confundirse estos requisitos con los que se plantearían para el agua contenida en calderas y circuitos (información que también se facilita en algunos conocidos tratados). Se trata, por lo tanto, de las características recomendables para el agua de aportación.

**Procesos más habituales de acondicionamiento previo del agua de aportación**

El tratamiento previo de las aguas de aportación de generadores de calor, en general, y de calderas en particular, es la precipitación química de los compuestos insolubles de los elementos indeseables contenidos en un agua. Los procesos que con mayor frecuencia se dan son:

- Eliminación de los iones calcio y magnesio (dureza)

El tratamiento de precipitación química más utilizado para la eliminación del calcio y del magnesio es el de la descarbonatación por cal; se busca en este eliminar la dureza temporal (llamada también dureza bicarbonatada). Así pues, este tratamiento únicamente conduce a una eliminación parcial de la suma de los iones calcio y magnesio, puesto que no ejerce acción alguna sobre la dureza permanente<sup>1</sup>.

Si las dosis de reactivos se ajustan con exactitud, se reduce la alcalinidad del agua que en las condiciones habituales de presión y temperatura está comprendida entre 20 y 30 ppm de CaCO<sub>3</sub> en aguas blandas. La presencia de coloides orgánicos puede impedir la cristalización, y por ello se añaden al agua bruta reactivos coagulantes (sulfato de alúmina, cloruro férrico, etc.) con el fin de eliminar estos coloides.

Aunque es poco frecuente, todavía se procede a la eliminación de la dureza mediante carbonato sódico en frío, asociada a la precipitación de los bicarbonatos de calcio y magnesio con cal; con este procedimiento no es posible reducir la dureza total por debajo de las 30 a 40 ppm de CaCO<sub>3</sub>. Generalmente, es preferible combinar la descarbonatación con cal con un desendurecimiento mediante un intercambiador de cationes en el ciclo Na.

Una variante del proceso de tratamiento conjunto mediante cal y carbonato sódico, es la eliminación del calcio y magnesio por precipitación con sosa cáustica donde la precipitación del carbonato cálcico va unida a la formación de carbonato sódico, el cual reaccionará sobre la dureza permanente.

- Eliminación del silicio

La eliminación del silicio corresponde más bien a un proceso de adsorción que de precipitación química propiamente dicha, sin embargo esta eliminación se combina generalmente con la reacción de descarbonatación. El contenido de silicio de un agua natural puede transformarse en un silico-aluminato complejo de calcio y hierro, esto se consigue añadiendo al agua dosis convenientes de cloruro férrico, aluminato sódico y cal, los resultados generalmente mejoran si se realiza al mismo tiempo la descarbonatación del agua, pudiendo llegar los porcentajes de reducción al 70 u 85 %.

El silicio puede eliminarse también con hidróxido magnésico ya sea en frío o en caliente. En frío, el procedimiento consiste en introducir en el agua hidróxido magnésico preparado "in situ", partiendo de óxido magnésico, puesto en solución por inyección de CO<sub>2</sub> y precipitado seguidamente por cal, obteniéndose unos resultados, similares a los indicados en el apartado anterior. En caliente, consiste en tratar el agua a una temperatura próxima a los 100°C con una mezcla de cal y polvo de magnesia anhidra porosa; la sílice se fija entonces por adsorción hasta quedar un contenido residual del orden de 1 mg/l. Este procedimiento seguido de un desendurecimiento, se utiliza con frecuencia en la alimentación de calderas de presión media.

- Eliminación de fluoruros y fosfatos

El ión fluoruro se insolubiliza en forma de fluoruro cálcico que precipita hasta el límite de su solubilidad. Los fosfatos precipitan por medio de una sal de calcio o de hierro, en forma de fosfatos de dichos iones, también en estos casos se aceleran las reacciones por la presencia de cristales preexistentes, dando lugar a la formación de precipitados voluminosos.

- Precipitación de hidróxidos metálicos

En este caso se trata principalmente de la eliminación de metales pesados: cadmio, cobre, cromo, plomo, níquel, cinc, hierro, etc. Estos metales tienen la propiedad común, siempre que se encuentren en estado de iones y no de complejos, de precipitar en forma de hidróxidos o incluso de hidrocarbonatos, en una zona de pH característica de cada uno de ellos. Para pHs comprendidos entre 8,5 y 9,5, puede decirse que, en general, la solubilidad de estos metales permanece dentro de unos límites tolerables.

<sup>1</sup> La dureza (o contenido global de sales de calcio y magnesio que hacen al agua dura), se expresa en grado hidrotimético (TH), habitualmente en grados franceses. La dureza está compuesta por la dureza carbonatada o dureza temporal (contenido en hidrogenocarbonatos y carbonatos de Ca y Mg) y la dureza no carbonatada o dureza permanente (diferencia entre el TH total y la dureza carbonatada, que expresa el contenido en sulfatos y cloruros de Ca y Mg). A diferencia de la segunda, la dureza temporal desaparece con facilidad al hervir el agua, puesto que el carbonato de calcio es menos soluble en agua caliente que en agua fría, y se produce una precipitación de bicarbonato de calcio fuera de la solución, dejando el agua menos dura

Como ya se ha indicado, para que la precipitación sea rápida, es preciso que la reacción tenga lugar en presencia de una masa de cristales ya formados, así pues, los aparatos utilizados en la precipitación reactores con masa de contacto granular. Para este tipo de tratamiento, exceptuados los decantadores estáticos que producirían una reacción excesivamente lenta, se utilizan los decantadores que combinen con la floculación.) o de lecho de fangos.

Los aparatos con masa de contacto granular, se caracterizan por el empleo de una masa granular denominada 'catalizante', generalmente constituida por granos de arena de 0,2 a 0,4 mm. El carbonato cálcico precipita en la superficie de los granos, lo que da lugar a una buena separación del precipitado. Finalmente señalar que existen aparatos especialmente diseñados para los procesos de precipitación en caliente, cuyo funcionamiento no difiere gran cosa de los decantadores clásicos.

### Tratamiento de los condensados

Otra cuestión es el tratamiento de los condensados de calderas de vapor antes de su inclusión en forma de retorno al agua de aportación.

Se trata aquí de eliminar los productos de corrosión, de mineralización a entradas de agua bruta por fugas en los condensadores y de eliminación de hidrocarburos en algunos casos.

Para ello, los sistemas utilizados son:

- Filtración con celulosas, resinas sintéticas o diatomeas.
- Desmineralización con lechos de mezclado catión-anión o con intercambiadores de cationes seguidos de un lecho de mezclado.
- Filtración y desmineralización unidas
- Filtración con filtros magnéticos (muy rara)

## 2. Consideraciones a tener en cuenta en lo referente al aprovechamiento de agua en circuitos de refrigeración

Los circuitos de refrigeración pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Circuito abierto

Es aquel en el que se toma el agua del medio natural, preferiblemente fría, se pasa a través de un intercambiador de calor donde se calienta, y finalmente se devuelve al medio natural.

- Circuito cerrado

Es aquel en el que el fluido receptor está confinado en un anillo estanco, se pasa a través de la fuente, calentándose, se pone en contacto con el intercambiador disipándose el calor y por último vuelve otra vez a efectuar el ciclo.

- Circuito semiabierto

En éste, el agua caliente se enfría al hacerla pasar a contracorriente a través del aire en una torre de refrigeración. El agua una vez realizada su función es recirculada. Debido a una pérdida de agua por evaporación, es necesario reponer agua para mantener el volumen del circuito. Habitualmente hablamos de torres de refrigeración a circuito abierto o torres a circuito cerrado (aunque, en realidad, son ambas de circuito semiabierto). Prácticamente siempre estaremos ante torres de tiro forzado o inducido (las de tiro libre sólo se dan en grandes procesos térmicos).

Los principales problemas derivados del uso de agua en los circuitos de refrigeración son:

- Incrustación
- Corrosión
- Contaminación biológica

Por lo tanto, para su uso, las aguas circulantes en las torres de refrigeración han de tratarse con:

- Anticorrosivo desincrustante
- Biocidas no oxidantes u oxidantes (que liberan cloro y resultan más corrosivos). Según norma UNE 100-030-94
- Dispersantes
- Agentes antiespumantes.

Además de lo anterior, el agua de aporte ha de ser ablandada. Por lo general se considera que las características del agua de aporte coinciden con las del agua potable de uso público, aunque, desde luego, no es una obligación. En los equipos de enfriamiento evaporativo (torres de refrigeración, condensadores evaporativos) el enfriamiento es obtenido por evaporación de una pequeña parte del agua circulante según fluye a través de la unidad. Cuando esta agua se evapora, se mantienen las impurezas inicialmente presentes en el agua. A menos que se extraiga una cantidad pequeña de agua del sistema (purga), la concentración de sólidos disueltos aumentará rápidamente y conducirá a la formación de incrustaciones, corrosión, o ambas. También, el agua necesita ser repuesta ya que se está perdiendo del sistema con la evaporación y la purga.

La cantidad total de agua de reposición, conocida como aporte, se define como:

$$\text{Aporte} = \text{Pérdida por evaporación} + \text{Purga}$$

La pérdida por evaporación depende principalmente de la cantidad de calor que está siendo extraída y, en menor grado, de la humedad relativa del aire entrante. Una fórmula general es 0,44 l, de agua evaporada por cada 1000 kJ de calor extraído. Como fórmula general para el cálculo del agua de aportación necesaria, se ha documentado la siguiente:

$$8 \text{ l} / 1000 \text{ Kcal de agua}$$

La cantidad de purga está fijada por los ciclos diseñados de concentración del sistema. Éstos dependen de la calidad del agua de aporte y de la calidad exigida para agua circulante.

Los ciclos de concentración son la relación de la concentración de los sólidos disueltos en el agua circulante comparada con la concentración de los sólidos disueltos en el agua de aporte. Una vez definidos los ciclos de concentración, la cantidad de purga a realizar puede ser calculada como:

$$\text{Caudal de purga} = \text{Pérdidas por evaporación} / (\text{ciclos de concentración} - 1)$$

Como regla general se recomienda que para su diseño los ciclos de concentración estén entre 2 y 4.

En lo referente al control del agua de recirculación, ha de tenerse en cuenta que, además de las impurezas presentes en el agua de aporte, cualquier impureza o partícula biológica del aire es transportada al interior de la torre e introducida al agua circulante. Por ello, debe existir un programa de supervisión in situ que asegure que el sistema de tratamiento de agua está manteniendo la calidad del agua dentro de los límites exigidos por la normativa de control de la legionelosis.

Los problemas de instalación de las torres de enfriamiento, unidos a los altos costos de mantenimiento, característicos de un "círculo abierto", han llevado a su sustitución sistemática por refrigeradores de agua industrial de circuito cerrado provistos de compresores de refrigeración. De hecho, algunos de los problemas más serios relacionados con la torre de enfriamiento, como incrustaciones, formación de algas, contaminación bacteriana y corrosión ácida, deben enfrentarse con trabajos de mantenimiento continuos y costosos.

A su vez, estos dispositivos requieren de un aporte de agua para paliar las pérdidas por evaporación y purga, y es un valor que depende por tanto de cada instalación, principalmente de la cantidad de calor extraído.

Por lo que hace referencia a los aerorefrigeradores, al tratarse de un sistema que basa su principio de refrigeración en la utilización del aire, se obvia cualquier tipo de problemática sobre los aspectos medioambientales del agua.

Alternativas:

- Equipo frigorífico: Los refrigeradores de agua y las plantas de refrigeración se han desarrollado como soluciones típicas a los problemas de los sistemas de enfriamiento mencionados. Sin embargo, el uso de compresores de refrigeración para el enfriamiento de máquinas requiere un alto consumo de energía, lo que se traduce en elevados

costos energéticos. A fin de reducir estos costos energéticos, los “sistemas de enfriamiento ambiente” (sistemas freecooling) se propusieron como alternativa para ahorrar energía durante las estaciones frías. Sin embargo, por razones técnicas, los equipos frigoríficos deben funcionar con una temperatura de agua refrigerante que no supere los 15-18° C, aún cuando la temperatura de aceite necesaria es de 40 a 50° C. Esto limita la posibilidad de ahorrar energía en un período del año extremadamente breve. Además, los refrigeradores de agua industriales y las plantas de refrigeración son maquinarias complejas y requieren personal altamente capacitado para realizar los trabajos de instalación y mantenimiento.

- Sistema de enfriamiento seco (aerorefrigerador): Constituye la última tecnología para el intercambio térmico aire-agua. Se compone de una extensa superficie de cobre y aluminio provista de aletas y con ventiladores axiales de alta velocidad de circulación. Estos intercambiadores térmicos ofrecen gran fiabilidad y una buena función; son capaces de mantener la temperatura del agua a unos pocos grados sobre la temperatura ambiente. El gran desarrollo tecnológico llevado a cabo en su construcción, ha permitido una importante reducción en su precio. Son la solución perfecta para el enfriamiento de máquina; trabajan en circuito cerrado, lo que evita el consumo de agua y los complicados trabajos de mantenimiento característicos de las torres de enfriamiento; además, su consumo eléctrico representa una octava parte del consumo del equipo frigorífico con compresores de refrigeración. Sólo es necesaria una planta de distribución simple y económica, ya que los caños no se aíslan y no se requieren conductos de aire debido a su instalación exterior. Por último, la total ausencia de mantenimiento hace que el enfriador seco represente la solución más fiable a largo plazo.

- $.PF = m \times \Delta T \times Ce$

PF = Potencia frigorífica.

M = caudal del agua a enfriar en m<sup>3</sup>/h

$\Delta T$  = salto térmico

Ce = calor específico del agua (4,186 KJ/Kg)

#### Uso de agua regenerada para condensadores evaporativos. Requisitos del RD 1620/2007

Legionella spp:

- Ausencia UFC/L

- Para su autorización se requerirá:

- La aprobación, por la autoridad sanitaria, del Programa específico de control de las instalaciones contemplado en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Uso exclusivamente industrial y en localizaciones que no estén ubicadas en zonas urbanas ni cerca de lugares con actividad pública o comercial.

Sólidos en suspensión: 5 mg/L

Turbidez: 1 UNT

Nematodos intestinales 1huevo/10 L

ESCHERICHIA COLI Ausencia. UFC/100 mL

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EQUIPOS DE DEPURACIÓN <sup>1</sup>

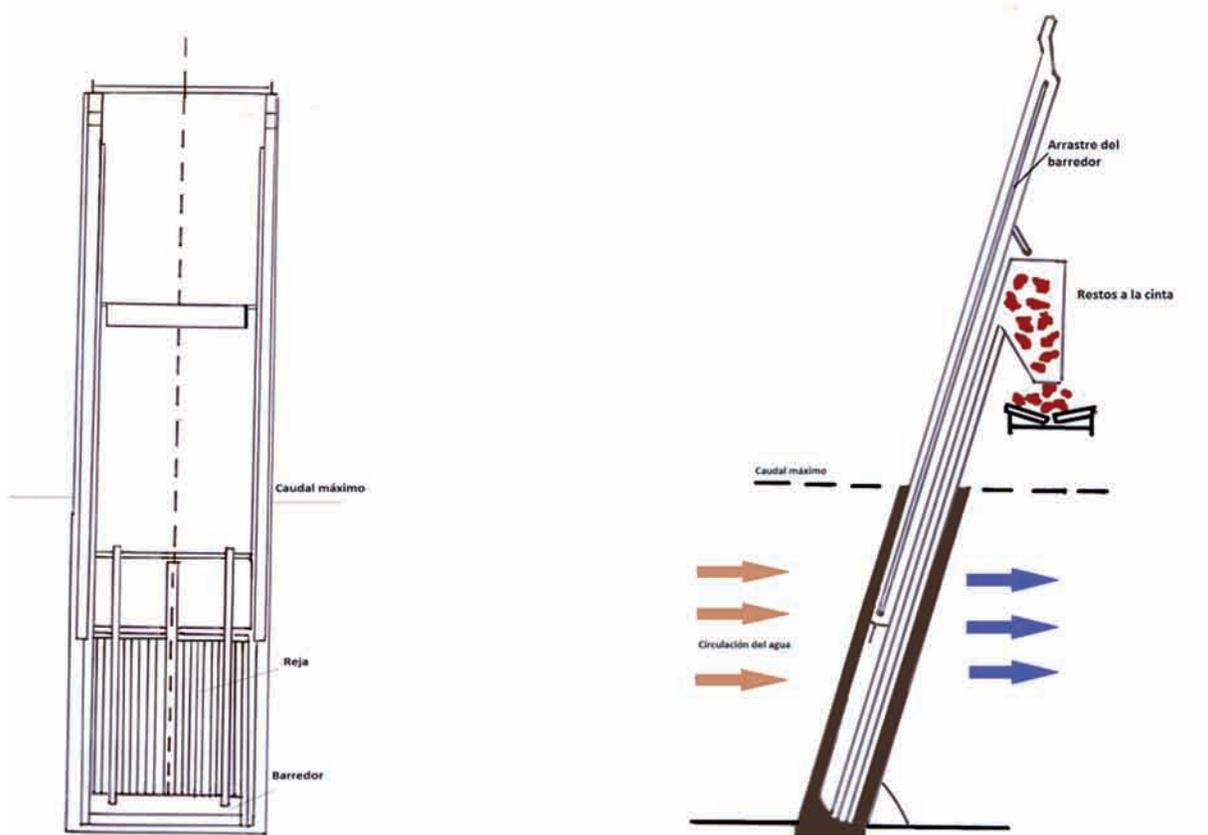
<sup>1</sup> Realizar un esquema con la distribución de equipos de depuración (SD1, SD2...SDn). Puede ser interesante dibujar la red de distribución interna de agua (tuberías, arquetas, sumideros, etc.)

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

| FASES / EQUIPOS DE DEPURACIÓN        |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|--------------------------------------|--------|-------------|--------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|------------------|-----------|------------------|
| FASE                                 | EQUIPO | DESCRIPCIÓN | PARÁMETRO/S DETERMINANTE | RENDIMIENTO TEÓRICO | RENDIMIENTO PRÁCTICO | VALOR PARÁMETRO ENTRADA | VALOR PARÁMETRO SALIDA | DIMENSIONAMIENTO |           | OBSERVACIONES ** |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        | Q máx            | Q nominal |                  |
| Tipo de pretratamiento o tratamiento |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |
|                                      |        |             |                          |                     |                      |                         |                        |                  |           |                  |

1 \* Puede ser interesante anotar características del equipo, especificaciones del fabricante, anomalías observadas, características de las conducciones asociadas (diámetro, material).

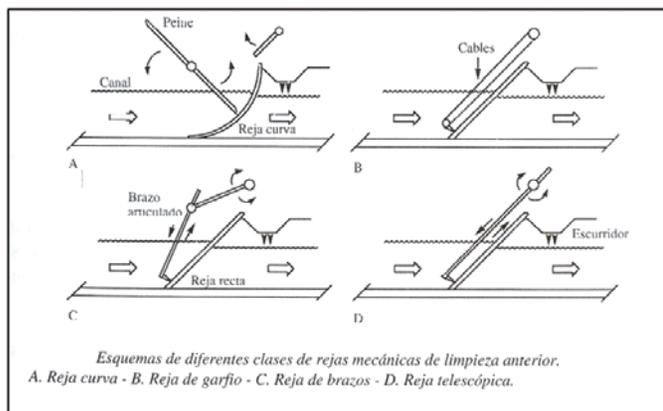
## CROQUIS REJAS DE CREMALLERA



## REJAS. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El desbaste tiene por objeto retener y separar los cuerpos voluminosos, flotantes y en suspensión, que el agua arrastra consigo. El equipo más sencillo utilizado para este fin son las rejillas.

Las rejillas están compuestas por varillas y barras paralelas, de diferentes secciones, con abertura de tamaño uniforme, que varía de unos casos a otros, y que se sitúan en posición transversal al caudal de tal forma que el agua ha de pasar a través de ellas, quedando los sólidos retenidos. Las barras se colocan, como norma general, con un ángulo de 45 a 60°, aunque en ocasiones se hace de forma vertical, y de forma lo más regular posible, y en un tramo recto, con el fin de conseguir una velocidad de aproximación lo más homogénea posible.



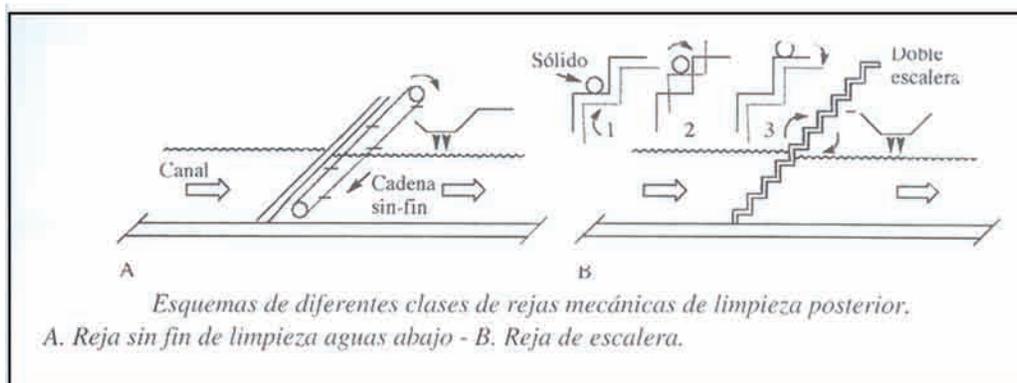
Las rejas pueden clasificarse de muchas formas:

- Por la posición de las barras. Se clasifican en **horizontales**, **verticales** e **inclinadas**.
- Por la separación entre barras. Dependiendo de la luz de paso de las rejas, es decir, de la separación entre las barras, pueden ser:
  - > Rejas **gruesas**, de 30 a 100 mm
  - > Rejas **medias**, de 10 a 30 mm.
  - > Rejas **finas**, de 3 a 10 mm
- Por su sistema de limpieza. Se clasifican en rejas de limpieza **manuales** (mediante rastrillado), utilizadas en pequeñas instalaciones y rejas de limpieza mecánica. En éstas, el sistema limpiador está regulado a tiempo fijo mediante un programador o a tiempo modificado dependiendo de la pérdida de carga que se genera en la reja; Rejas **mecánicas** la limpieza se realiza de forma automática. El sistema limpiador puede actuar en continuo (este sistema sólo se utiliza con aguas fuertemente cargadas de sólidos y durante tiempos cortos, por ejemplo en tormentas), o a intervalos (regulados a tiempo fijo mediante un programador o a tiempo modificado dependiendo de la pérdida de carga que se genera en la reja)

- Dependiendo de la cara por donde se realice la limpieza:

Rejas mecánicas de limpieza anterior. Pueden ser rejas **curvas** (con gran superficie útil, la limpieza se realiza por uno o dos peines montados en el extremo de un brazo que gira alrededor de un eje horizontal. Se utilizan en instalaciones de tipo medio con aguas de carga media), **rejas rectas de limpieza alternativa** (se colocan generalmente montadas a  $80^\circ$  sobre la horizontal y cuentan con un dispositivo de barrido que suele estar constituido por un rastrillo unido a un carro que se desplaza con cremalleras, un rastrillo unido a un carro móvil accionado por cables y un garfio o cu carón oscilante) y **rejas de limpieza continua** (se suelen utilizar para desbaste fino con aguas poco cargadas en materias gruesas. Entre ellas destaca la reja autolimpiante, reja móvil similar a una cadena sin fin).

Rejas mecánicas de limpieza posterior. Eliminan atascamientos debidos a obstrucciones en el pie de la reja que se presentan en las rejas de limpieza frontal. Entre ellas encontramos las **rejas de peines** montados sobre cadena sin fin, la **pre-reja de rastrillos** montado sobre cadena sin fin (en ambos casos la reja recta y vertical se limpia de forma continua mediante un dispositivo montado sobre una cadena sin fin) y la **reja de escalera** (reja compleja en la que se realiza al mismo tiempo la separación de sólidos y el escurrido de los mismos. Presenta dos rejas en forma de escalera, desplazada una respecto a la otra. La primera hace una labor de desbaste, mientras que la segunda, que se encuentra detrás, presenta un movimiento circular que permite el paso de los sólidos de un escalón al siguiente).



| CARACTERÍSTICAS DE LAS REJAS MECÁNICAS |                      |                            |                           |                       |                           |
|--|----------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Clase                                  | Presencia de sólidos | Caudal (m <sup>3</sup> /h) | Profundidad del canal (m) | Anchura del canal (m) | Espacio entre barras (mm) |
| <b>Limpieza aguas arriba</b>           |                      |                            |                           |                       |                           |
| Reja curva                             | Media                | 10 a 5000                  | 0,4-1,7                   | 0,3-2,0               | 12 a 80                   |
| Reja cremallera                        | Alta                 | 100-10.000                 | 1,5-5,0                   | 0,6-2,0               | 12 a 80                   |
| Reja de rastrillo                      | Baja                 | 100-15.000                 | 2,5-10,0                  | 0,6-4,5               | 12 a 80                   |
| Reja de garfio                         | Alta                 | 1000-40.000                | 2,5-10,0                  | 1,5-5,5               | 12-100                    |
| Reja cadena sin fin                    | Baja                 | 100-15.000                 | 1,5-8,0                   | 0,8-3,0               | 12 a 25                   |
| <b>Limpieza aguas abajo</b>            |                      |                            |                           |                       |                           |
| Reja de peine                          | Alta                 | 500-15.000                 | 1,5-4,0                   | 0,8-4,0               | 10 a 60                   |
| Reja de escalera                       | Alta                 | 800-2.200                  | 0,4-1,0                   | 0,3-1,0               | 5 a 15                    |

Bueno et al, 1997

| RENDIMIENTO                   |                      |                             |                           |                       |                            |                |                       |                     |                  |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| EQUIPO                        | CARACTERÍSTICAS      |                             |                           |                       |                            | CONDICIONANTES |                       |                     |                  |
|                               | Presencia de sólidos | Caudal en m <sup>3</sup> /h | Profundidad del canal (m) | Anchura del canal (m) | Espacio entre barras (mm?) | Volumen diario | Vertido continuo (N1) | Picos extremos (N2) | Temperatura alta |
| A                             | M                    | 10 a 5000                   | 0,4-1,7                   | 0,3-2,0               | 12 a 80                    |                | **                    | *                   | ***              |
| B                             | A                    | 100 a 10000                 | 1,5-5,0                   | 0,6-2,0               | 12 a 80                    |                | **                    | *                   | ***              |
| C                             | B                    | 100 a 15000                 | 2,5-10,0                  | 0,6-4,5               | 12 a 80                    |                | **                    | *                   | ***              |
| D                             | A                    | 1000 a 40000                | 2,5-10,0                  | 1,5-5,5               | 12 a 100                   |                | **                    | *                   | ***              |
| D                             | B                    | 100 a 15000                 | 1,5-8,0                   | 0,8-3,0               | 12 a 25                    |                | **                    | *                   | ***              |
| F                             | A                    | 500 a 15000                 | 1,5-4,0                   | 0,8-4,0               | 12 a 60                    |                | **                    | *                   | ***              |
| G                             | A                    | 800 a 2200                  | 0,4-1,0                   | 0,3-1,0               | 5 a 15                     |                | **                    | *                   | ***              |
| *** Óptimo **Bueno *Aceptable |                      |                             |                           |                       |                            |                |                       |                     |                  |

| DESCRIPCIÓN |   |
|-------------|---|
| Equipos     | A Reja curva. B Reja cremallera. C Reja de rastrillo, D Reja de garfio. E. Reja cadena sin fin. F Reja de peine. G Reja de escalera   |
| (N1)        | Velocidades de aproximación de 0,3 a 0,6 m/s para rejas manuales y de 0,6 a 0,9 m/s si se trata de rejas mecánicas. Velocidades de paso a través de la reja de 0,6 a 1 m/s. La fórmula de referencia utilizada es $A = (Q_{\text{máx}}/V_{\text{máx}} \cdot h) \cdot [(a + S)/S] + \Delta h$ , donde, A = Anchura del canal en mts, $Q_{\text{máx}}$ = Caudal máximo en m <sup>3</sup> /s, $V_{\text{máx}}$ = Velocidad máxima en la reja en m/s, h= Altura de la lámina de agua antes de la reja a caudal máximo en mts., a= Anchura de las barras expuestas al agua, en mts., S= Separación entre barras, en mts., $\Delta h$ = Perdida de carga provocada por la reja, en mts. |
| (N2)        | Suele considerarse 1,2 m/s la velocidad máxima admitida.  |

### TAMIZ ESTÁTICO DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El tamizado es una filtración sobre un soporte delgado. Se trata de hacer pasar el agua a través de una chapa con perforaciones o un enrejado muy fino. Se considera como una reja fina o muy fina. También se fabrican sobre tela metálica o plástica de malla fina.

Según las dimensiones de los orificios de paso del soporte se distinguen dos variantes:

- Microtamizado. Se realiza sobre malla metálica o plástica, con paso inferior a 100 micras. Se utiliza preferentemente para retener materiales en suspensión de muy pequeño tamaño contenidos en aguas para reutilización o en aguas residuales ya pretratadas.
- Macrotamizado. Se realiza sobre malla metálica o plástica o en chapa acero perforado. Su paso es superior a 0,3 mm y menor de 10 mm. Se utilizan en distintos tipos de aplicaciones para retener materias en suspensión: flotantes o semiflotantes, residuos animales o vegetales pelos y plumas en mataderos, insectos, ramas, algas, hierbas de tamaños entre 0,3 mm y unos milímetros

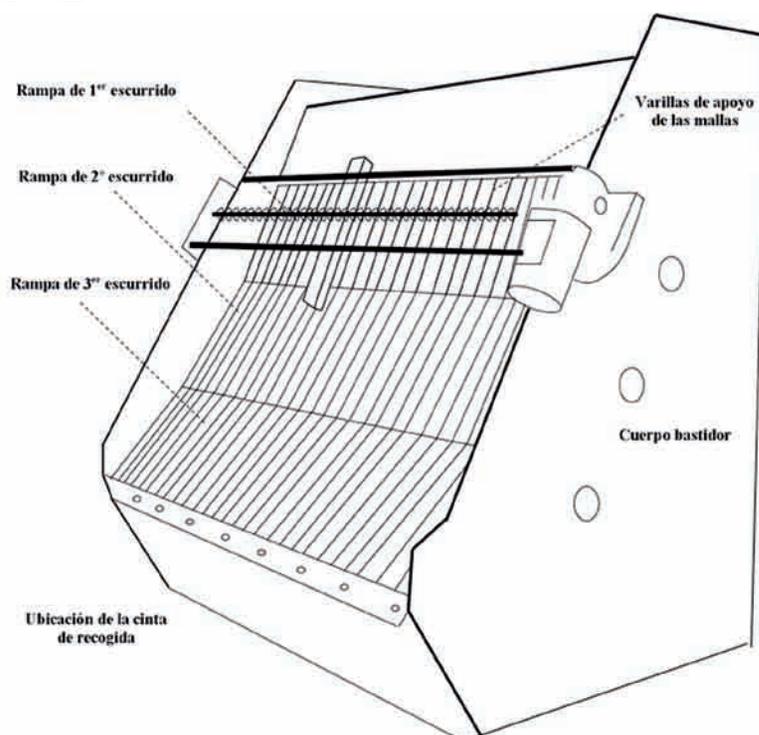
Los tamices pueden clasificarse, según la forma de alimentarlos, en tamices instalados a ras de agua y tamices alimentados por bombeo. Los primeros son poco habituales en el sector, ya que están diseñados para volúmenes de agua muy grandes (más de 100 m<sup>3</sup>/h, siendo los tamices fijos alimentados por bombeo los que se describen en esta ficha.

Los tamices estáticos alimentados por bombeo tratan caudales de 5 a 1000m<sup>3</sup>/h, según el tipo y finura del tamizado.

El tamiz estático está constituido por un bastidor (habitualmente de acero inoxidable) que cuenta con dos compartimentos fundamentales: el depósito de entrada y el de salida. Frontalmente cuentan con una reja constituida por barras horizontales, de acero inoxidable, rectas o curvadas, sobre las que se fija una malla de tamizado con una luz de entre 0.1 y 3 mm. El agua se distribuye por la parte superior de la reja, cuya inclinación con la horizontal disminuye progresivamente de arriba abajo, entre los 65 y los 45° aproximadamente. De esta forma se obtienen sucesivamente los efectos de separación, escurrido y evacuación de las materias sólidas.

El fluido a tratar es llevado a cabeza del tamiz por bombeo o a presión. Después de cierto tiempo de retención, determinado por el llenado de la caja de alimentación del tamiz, se produce un desbordamiento laminar en el que el vertido se desliza suavemente por la malla filtrante. En este deslizamiento el líquido pasa a través de la malla (la mayor parte en su primer tramo), quedando los sólidos retenidos en la superficie de ésta cayendo hacia la parte inferior escurriendo hasta salir fuera del tamiz. El líquido filtrado, cae en el depósito inferior siendo evacuado mediante tubería, por gravedad. Cuentan con un sistema de limpieza exterior, habitualmente con cepillo de nylon. Periódicamente se recomienda la disolución de restos y la desinfección con una disolución de ácido clorhídrico. Mediante una estructura de elevación se puede instalar el equipo en cabeza de planta, de forma que se pueda pasar a la siguiente etapa del tratamiento sin necesidad de bombeos

CROQUIS TAMIZ ESTÁTICO



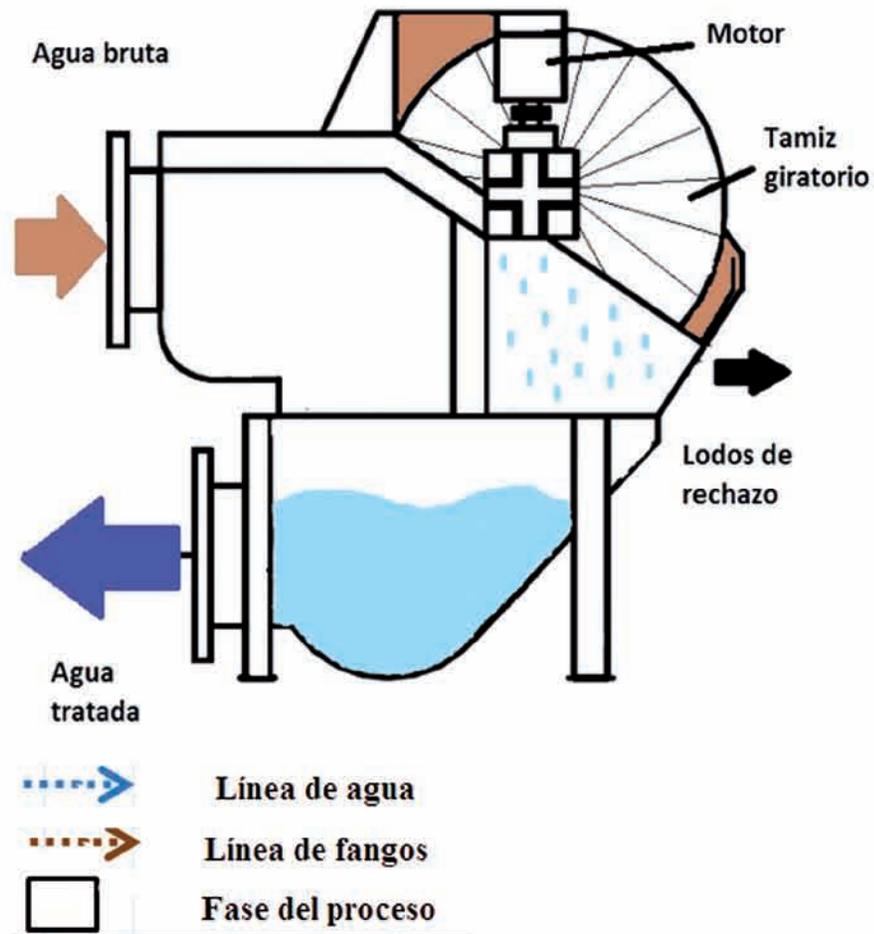
| RENDIMIENTO en m <sup>3</sup> /h (1) |    |         |       |       |        |                |                |                  |                |                  |
|--------------------------------------|----|---------|-------|-------|--------|----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|                                      |    | ANCHURA |       |       |        | CONDICIONANTES |                |                  |                |                  |
| Paso mm                              | en | 0,3     | 0,5   | 0,8   | 1,2    | 1,8            | Volumen diario | Vertido continuo | Picos extremos | Temperatura alta |
| 0,5                                  |    | 5a20    | 6a30  | 8a40  | 13a80  | 25a125         |                | ***              | *              | ***              |
| 0,75                                 |    | 6a25    | 8a40  | 10a50 | 20a90  | 30 a 130       |                | ***              | *              | ***              |
| 1                                    |    | 8a30    | 10a45 | 12a60 | 25a100 | 37a150         |                | ***              | *              | ***              |
| 1,5                                  |    | 15a35   | 15a50 | 16a70 | 30a130 | 50a200         |                | ***              | *              | ***              |

\*\*\* Óptimo \*\*Bueno \*Aceptable

(1) Dependiendo de la concentración, viscosidad, temperatura...

| FASE | DESCRIPCIÓN  |
|------|--|
| 1    | Llegada del agua bruta por bombeo o gravedad a la caja de alimentación. En ella se produce una pequeña retención que permite el rebose de forma laminar                |
| 2    | Paso del agua por la canaleta de filtrado mediante un deslizamiento suave. Filtrado principal en la rampa de primer escurrido (mayor pendiente)                        |
| 3    | Segundo escurrido de las partículas que retienen mayor cantidad de agua, en la rampa de segundo escurrido  |
| 4    | Escurreo final en la tercera rampa quedando los sólidos retenidos en la superficie de ésta cayendo hacia la parte inferior escurriendo hasta salir fuera del tamiz     |
| 5    | El Depósito final está situado en la parte inferior del tamiz, debajo de la malla, que recibe el vertido filtrado que es evacuado por tubería o cintra transportadora. |

CROQUIS ROTOTAMIZ



ROTOTAMIZ. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Un rototamiz es una máquina de tamaño reducido con un gran rendimiento, diseñada para la filtración y tamizado de agua con alto contenido en sólidos.

Al igual que ocurre con los tamices estáticos, pueden estar diseñados para tratar grandes cantidades de agua siendo introducidos directamente en el canal o tratar agua bombeada hasta el tamiz. Nos centraremos en este segundo caso por ser el habitual en el sector agroalimentario. Los rototamices alimentados por bombeo tratan caudales de 10 a más de 3000m<sup>3</sup>/h, según el tipo y finura del tamizado. La luz de paso de la rendija también abarca un amplio abanico, desde 0,15 hasta 3 mm.

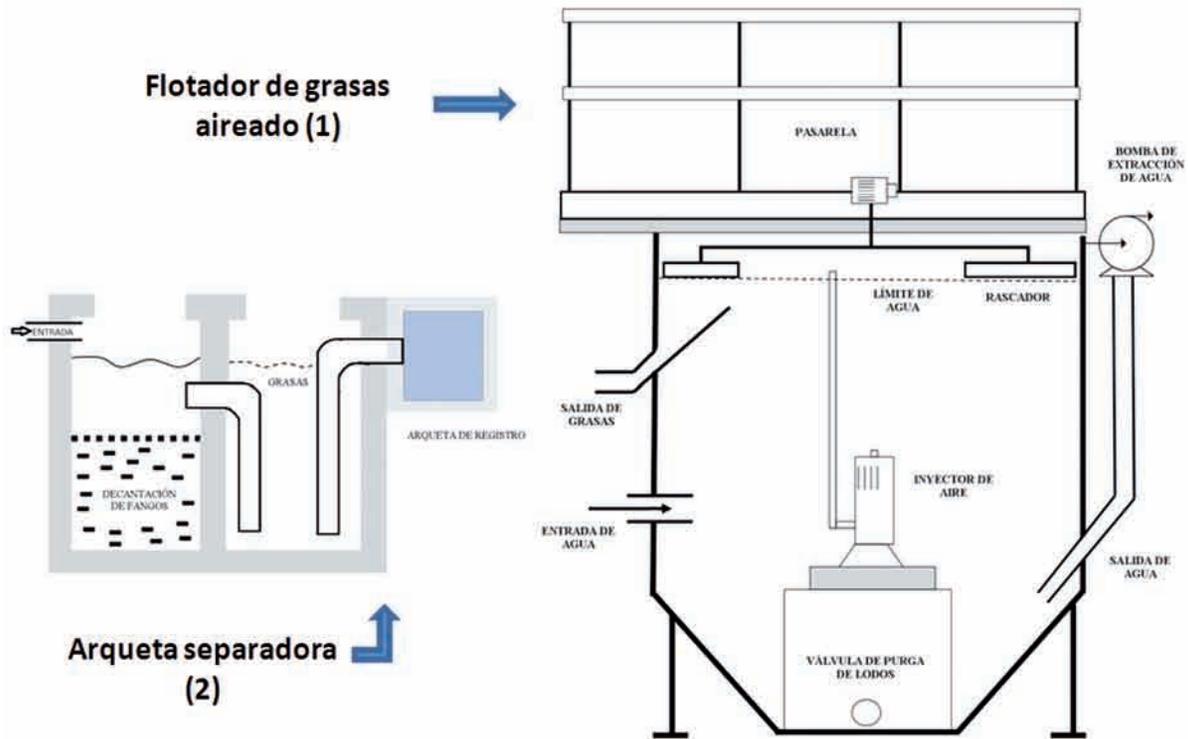
Los rototamices están compuestos por un cilindro filtrante, un cuerpo de filtro (compuesto por una caja de distribución y un depósito receptor), rasqueta limpiadora, grupo de accionamiento, depósito receptor y tubo de limpieza.

El agua residual se introduce en el equipo por gravedad o por bombeo y se distribuye uniformemente a lo largo de un tambor filtrante el cuál está girando continuamente. Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie o en el interior del cilindro (dependiendo del diseño del equipo) y son desplazadas por medio de la rotación hacia unas rasquetas y conducidas a la bandeja de descarga. Posteriormente el agua es filtrada a través de una malla con el diámetro o luz adecuado. El lavado y limpieza de la malla se realiza, en ocasiones, mediante boquillas pulverizadoras de agua situadas en el eje del tambor y a lo largo del mismo. Gracias a su construcción y a los sistemas de autolimpieza, se evita la saturación del equipo por exceso de sólidos. Este equipo está preparado para trabajar en continuo con un mantenimiento mínimo

| RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /h)                      |                             |     |     |     |     |     |                |                  |                |                  |
|--|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|------------------|----------------|------------------|
| Paso en mm   | m <sup>2</sup> de tamiz (1) |     |     |     |     |     | CONDICIONANTES |                  |                |                  |
|  | 0,35                        | 0,6 | 1   | 1,2 | 2   | 3   | Volumen diario | Vertido continuo | Picos extremos | Temperatura alta |
| 0,2  | 8                           | 20  | 30  | 45  | 50  | 100 |                | ***              | *              | ***              |
| 0,3  | 12                          | 30  | 50  | 60  | 100 | 160 |                | ***              | *              | ***              |
| 0,5  | 20                          | 50  | 90  | 100 | 180 | 290 |                | ***              | *              | ***              |
| 0,8  | 25                          | 70  | 115 | 140 | 250 | 380 |                | ***              | *              | ***              |
| 1,0  | 30                          | 80  | 125 | 150 | 270 | 410 |                | ***              | *              | ***              |
| 1,5  | 40                          | 100 | 160 | 190 | 350 | 520 |                | ***              | *              | ***              |
| 2,0  | 47                          | 115 | 180 | 220 | 400 | 600 |                | ***              | *              | ***              |
| 2,5  | 52                          | 125 | 200 | 240 | 440 | 670 |                | ***              | *              | ***              |
| 3,0  | 55                          | 135 | 215 | 260 | 475 | 720 |                | ***              | *              | ***              |
| *** Optimo **Bueno *Aceptable                        |                             |     |     |     |     |     |                |                  |                |                  |
| (1) Calculado a partir de información de fabricantes |                             |     |     |     |     |     |                |                  |                |                  |

| FASE | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|
| 1    | Introducción del agua residual por bombeo o gravedad por la brida de alimentación   |
| 2    | El agua pasa a través de los perfiles que forman el tambor y los sólidos superiores a la luz de malla quedan retenidos en su superficie, siendo transportados por el tambor |
| 3    | Los residuos son separados por un rascador que roza continuamente el tambor separando la película de residuos del mismo.  |
| 4    | El agua filtrada pasa a la cámara de recogida a través de los perfiles limpios de sólidos.  |
| 5    | El agua tamizada sale por una conexión embreada, situada en la cámara de recogida del agua filtrada, en su parte inferior   |
| 6    | La limpieza del tambor se resliza periódicamente mediante unas boquillas existentes en su interior que inyectan agua a contracorriente.                                     |

## CROQUIS SEPARADORES DE GRASAS



## SEPARADORES DE GRASAS. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Los equipos para el desaceitado son muy variados y se pueden clasificar, dependiendo de su especificidad de acuerdo con la cantidad de aceites y grasas a separar en:

**Equipos no específicos.**

Utilizados, cuando las cantidades de grasas no son muy grandes. Se aprovecha el sedimentador primario o incluso el desarenador, utilizando la superficie del sedimentador o una fracción de la superficie de un desarenador aireado. Las espumas-aceites se recogen por vertido o rascado. El uso de desarenadores para la eliminación de grasas mediante inyección de aire y las consideraciones respecto al aporte de aire a los mismos se describirán en la ficha correspondiente a dichos equipos.

**Equipos específicos**

Ideados específicamente para la eliminación de grasas y aceites. Los hay de diseños y dimensiones muy variadas, dependiendo del tipo de grasa a tratar, del origen y cantidades del vertido y de la calidad exigida para el agua final. Se describen a continuación, como dos ejemplos de complejidad muy distinta, las arquetas separadoras y los flotadores de grasas aireados.

Las arquetas separadoras son un dispositivo extremadamente simple, compuesto por una o dos arquetas de hormigón (habitualmente dos). La primera de ellas recibe el agua bruta y sirve de tanque de decantación de sólidos. El agua pasa por gravedad libre a la segunda arqueta, en la que se produce la flotación de las grasas, siendo evacuada el agua por un sumidero sifónico a la arqueta final de toma de muestras. El tiempo de retención ha de ser de 15 a 30 min., debiendo encontrarse la línea de entrada como mínimo 15 cm. debajo del nivel de agua y la salida de fondo.

Otro dispositivo más complejo es el flotador de grasa aireado. El equipo está constituido por un depósito cilindro-cónico equipado con un inyector de aire en su centro. En este dispositivo el proceso de flotación de las grasas se ve favorecido por el aporte de aire a baja presión por medio del inyector. Las pequeñas burbujas producidas hacen flotar las partículas de grasas que son retiradas en la superficie por medio de un rascador de barrido automático montado sobre una pasarela. La velocidad ascensional de las burbujas de grasa puede estimarse entre 3 y 4 mm/s. Por otro lado, los materiales decantados son recuperados gracias a una válvula de purga situada en el fondo del cono.

Combinado con una estación de bombeo, un tamiz y un compactador de residuos, ofrece una solución eficaz del pretratamiento integrado.

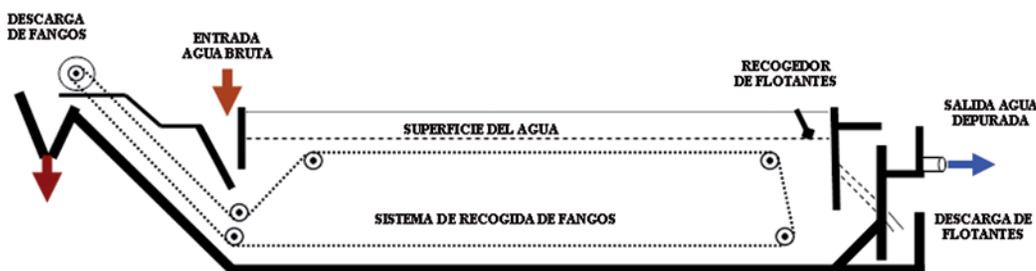
Como dato de referencia ha de tenerse en cuenta que el límite inferior del tamaño de gota de aceite para obtener su separación es de 0,015 cm.

Los sistemas de flotación por aire disuelto son los más habituales en la industria de la carne, dando resultados de hasta un 90% de eliminación de grasas.

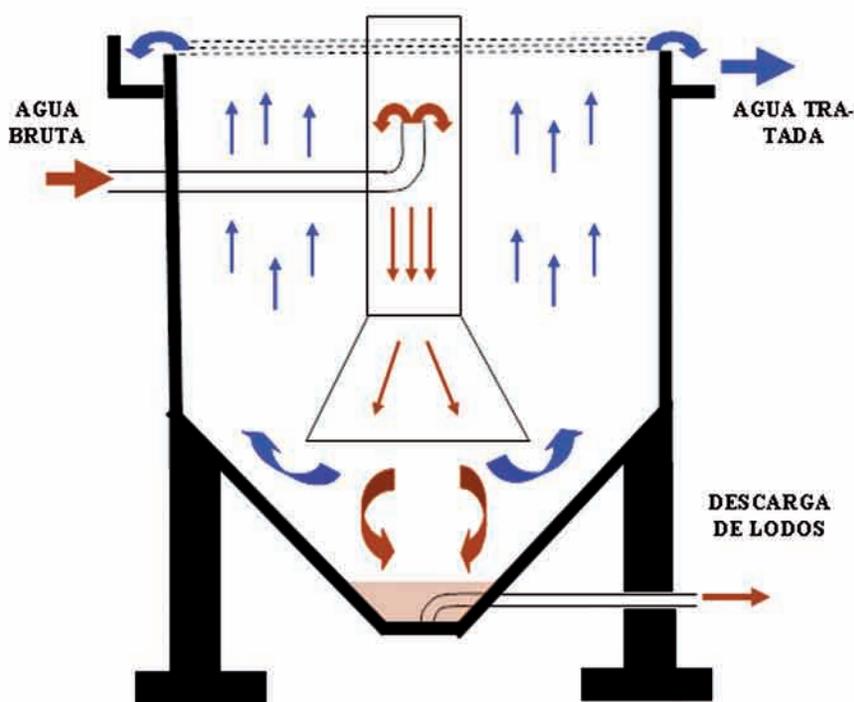
| RENDIMIENTO                   |                 |                                  |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|--------|--------|-------------|-------------|----------------|------------------|----------------|------------------|--|
| EQUIPO                        | RENDIMIENTO (%) |                                  |        |        |             |             | CONDICIONANTES |                  |                |                  |  |
|                               | Grasas          | DBO5                             | DQO    | MES    | Parámetro E | Parámetro F | Volumen diario | Vertido continuo | Picos extremos | Temperatura alta |  |
| 1                             | 85              | 45                               | 45     | 85     |             |             |                | ***              | *              | *                |  |
| 2                             |                 |                                  |        |        |             |             |                | ***              |                | *                |  |
|                               |                 | superficie transversal en m2     |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |
|                               |                 | 3                                | 4      | 5      | 6           | 7           | 8              | 9                | 10             | 11               |  |
| m3/h de aire                  |                 | 4 a 10                           | 6 a 11 | 7 a 13 | 9 a 14      | 10 a 15     | 12 a 17        | 13 a 18          | 15 a 19        | 16 a 20          |  |
| Carga hidráulica              |                 | <35 m3/m2/hora (a Qmáx)          |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |
| Tiempo retención              |                 | 10 - 15 min (a Qmed)             |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |
| Caudal de aire                |                 | 0,5 a 2 m3/h por m3 de capacidad |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |
| *** Optimo **Bueno *Aceptable |                 |                                  |        |        |             |             |                |                  |                |                  |  |

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN   |
|--------|---|
|        | "El aporte de agua, dependiendo de la superficie del flotador, se clacula, según algunos autores, mediante la relación 0,20 m <sup>3</sup> /m2.h  |
|        | Para obtener resultados de un mínimo del 80% de eliminación de grasas, el tiempo de retención ha de ser de 10 a 30 minutos y el consumo de aire de 0,75 a 3 m <sup>3</sup> de aire/m <sup>3</sup> de agua tratada |
|        | Los separadores de grasa cuentan con normativa específica: UNE-EN 1825-1 y 2 de 2005.   |

### CROQUIS DESARENADOR HORIZONTAL



### CROQUIS DESARENADOR VERTICAL



### DESENREDADOR. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El desarenado tiene como objeto el extraer de agua partículas más o menos finas, a las que de forma genérica se les llama arenas. Estas arenas no son putrefactivas y tienen velocidades de sedimentación altas. Al eliminar las arenas se consigue disminuir la densidad de los fangos posteriores, evitar el atascamiento de canales y tubería, eliminar sedimentos en canales y tanques y disminuir la abrasión de elementos mecánicos y tuberías. Por todo ello pueden considerarse tanto sistemas de pretratamiento de aguas finales como sistemas de acondicionamiento de aguas de baja calidad (reutilizadas, regeneradas o tomadas de cauce) para su utilización. Un ejemplo claro es la reutilización de aguas de lavado de productos vegetales con importante carga de partículas de tierra

Los desarenadores consisten en unos canales o tanques, en los cuales por disminución de la velocidad del agua residual, se produce una decantación diferencial o selectiva, de aquellas partículas de densidad elevada. A su vez, la velocidad del agua es lo suficientemente elevada como para evitar la deposición de los sólidos en suspensión de naturaleza orgánica (hecho que provocaría digestiones anaeróbicas no deseadas),

## ANEXO 6

### FICHAS DESCRIPTIVAS DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN. Anexo 6.5: Desarenadores

11

siendo fundamental el mantenimiento de una velocidad constante -entre 0,2 y 0,4 m/seg. (valor óptimo es 0,3)

Otro tipo de desarenador es el de flujo vertical. El equipo permanece lleno, no influyendo el caudal a tratar. La eliminación de las arenas se fija de acuerdo con la velocidad ascensional del líquido. Se puede utilizar como clasificador y permite evitar fácilmente la retención de la materia orgánica. Dado que esta materia presenta velocidades máximas de sedimentación del orden de 0,3 m/s se suelen utilizar velocidades de ascensión del orden de 0,3 m/s, que evitan su retención

La extracción de las arenas en los desarenadores puede ser manual o automática. La extracción automática puede realizarse por tornillo sin fin o directamente por bomba aspirante (o emulsor de aire) montada sobre puente rodante previa recogida en canal. También puede optarse por el barrido (por cadenas sin fin o por puente de rasquetas) hacia una fosa de recogida, en el extremo de la entrada, seguido por una evacuación por bombeo

En ocasiones se aprovecha el desarenador (o el sedimentador), utilizando la superficie del desarenador para la eliminación de grasas y aceites. Las espumas-aceites se recogen por vertido o rascado. En el sistema conjunto, en el mismo tanque de desarenado se crea una zona de tranquilización donde se acumulan las grasas en la superficie, ayudadas por la inyección de aire a baja presión desde el fondo, evacuándose por vertedero o por barrido superficial

| PARÁMETROS DESARENADORES HORIZONTALES |                     |                      |   |   |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------|---|---|
| Diámetro partículas mm                | Velocidad sediment. |                      |   |   |
|                                       |                     |                      | No aireados                                       | Aireados  |
| 0,15                                  | 40-50 m/h           | Carga hidráulica     | <70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hora (a Qmáx) | <70 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hora (a Qmáx)   |
| 0,2                                   | 65-75 m/h           | Velocidad horizontal | 0,24-0,40 m/seg                                   | <0,15 m/seg   |
| 0,25                                  | 85-95m/h            | Tiempo de retención  | 45-90 s   | 2 - 5 min (a Qmáx)                                  |
| 0,3                                   | 109-120 m/h         | Relación long-anch   |   | 3:1 a 5:1   |
|                                       |                     | Relación long-prof   | 20-25 h. lámina                                   |   |
|                                       |                     | Relación anch-prof.  |   | 1:1 a 5:1   |
|                                       |                     | Suministro de aire   |   | 8 - 10 Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> superficie |
| *** Optimo **Bueno *Aceptable         |                     |                      |   |   |

| FASE | INFORMACIÓN DE UTILIDAD  |
|------|--|
|      | Para tamaño de partícula superior a 0,2 mm de diámetro y densidad de 2,6, la velocidad de decantación es 0,018 m/seg. Conociendo la altura del agua y la velocidad de caída se determina el tiempo necesario para que una partícula llegue desde la superficie del líquido hasta el fondo del canal, y si este tiempo se multiplica por la velocidad horizontal del líquido dará la longitud teórica del desarenador |
|      | $V=Q[(60/TR)]$ , siendo V, Volumen unitario del tanque (m <sup>3</sup> ), Q = Caudal (m <sup>3</sup> /h), y TR = Tiempo de retención (min)   |
|      | $S=Q/Cs$ ; $L=\sqrt{S} \times a$ , siendo S = Superficie de la lámina de agua (m <sup>2</sup> ), Cs = Carga superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h), L = Longitud del tanque (m), a = Relación largo/ancho   |
|      | En los desarenadores de flujo vertical, dado que esta materia presenta velocidades máximas de sedimentación del orden de 0,3-0,3 m/s se suelen utilizar velocidades de ascensión del orden de 0,3 m/s, que evitan su retención   |

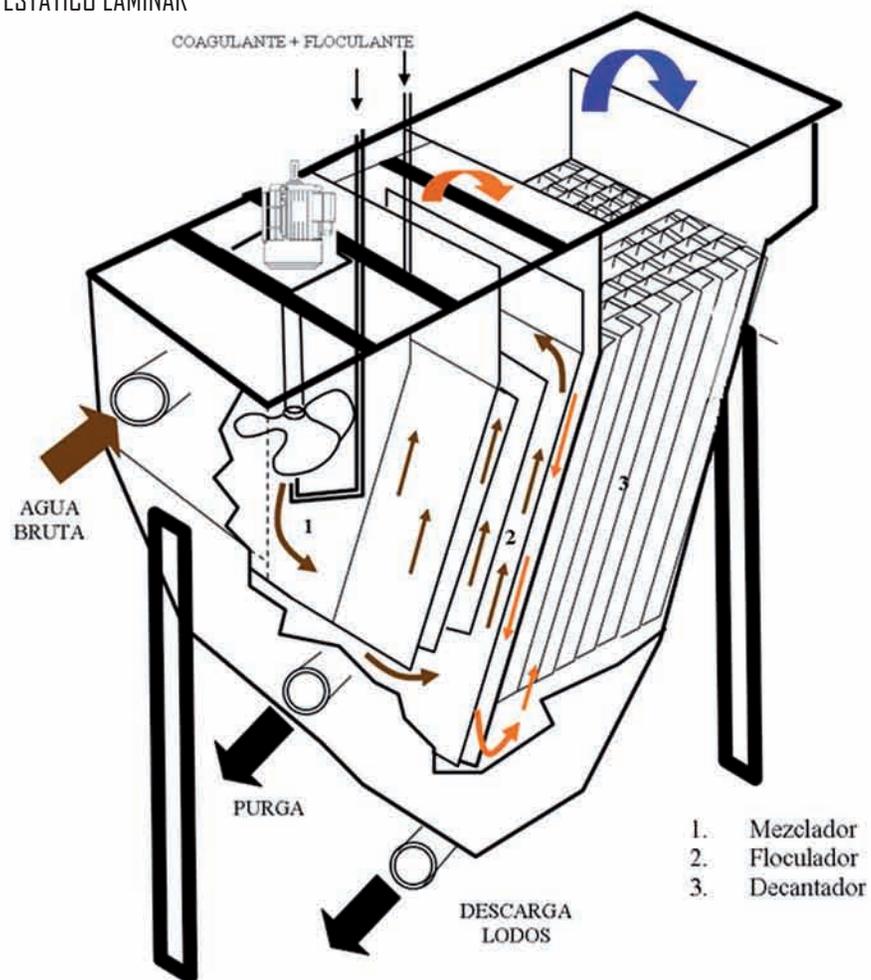
**TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.**

La homogeneización es el proceso por el cual se obtiene un efluente de entrada al tren de depuración razonablemente homogéneo y constante. Se trata de un dispositivo previo al tratamiento primario y posterior a los pretratamientos.

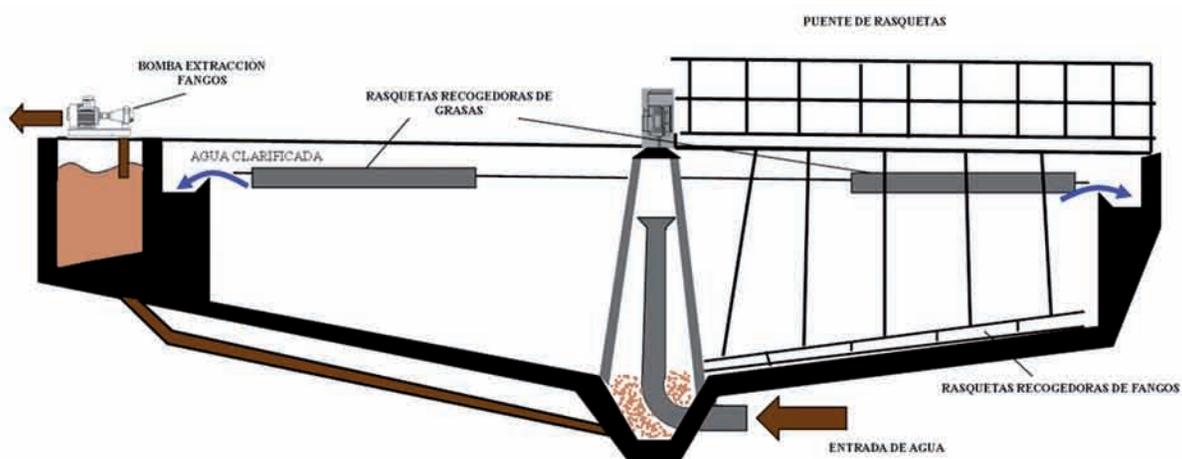
Habitualmente ese proceso se realiza en tanques de homogeneización, con un objetivo múltiple:

- La homogeneización del flujo. Evidentemente resulta de especial utilidad en empresas que trabajan cinco días a la semana o con uno o dos turnos. El tanque de homogeneización permite regular el flujo y utilizar el sistema de depuración las 24 horas del día y los 7 días de la semana en el mismo régimen de aprovechamiento.
- La homogeneización de la materia orgánica y el balance de nutrientes. Lógicamente un tren de depuración estará diseñado para operar a un régimen de funcionamiento concreto definido para un margen de concentración de contaminantes determinado. Regular dicha carga orgánica en un sector en el que se dan considerables fluctuaciones en el vertido a lo largo del día resulta muchas veces imprescindible. En los tanques de homogeneización suele instalarse un sistema para la agitación mediante recirculación del vertido y/o aireadores sumergibles, para homogeneizar y evitar decantaciones y malos olores al impedir fenómenos anaeróbicos, así mismo mejorar las características del vertido al reducir la contaminación gracias a la oxidación de contaminantes.
- El balance de pH. El tratamiento biológico de aguas con alto contenido de materia orgánica ha de producirse en un margen concreto de acidez del vertido (por ejemplo con lodos activos ha de darse entre 6.5 y 8.5. Para ello es posible que resulte necesaria la dosificación de ácidos o bases diluídas.

CROQUIS DECANTADOR ESTÁTICO LAMINAR



CROQUIS DECANTADOR CIRCULAR



## DECANTADORES. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

La sedimentación o decantación es una operación de separación sólido-líquido en la cual las partículas, más pesadas que el fluido, se depositan en el fondo por acción de la gravedad. El proceso de sedimentación es, habitualmente, una de las fases de un tren de depuración más completo, de forma que podemos encontrarlos como uno de los equipos iniciales (asociado, por ejemplo, a decantación de partículas inertes de cara al acondicionamiento de aguas de uso auxiliar), como un equipo intermedio (posterior a un proceso de fangos activados, filtro percolador, SBR, etc..) o como una fase final de tratamiento (clarificación definitiva previa al vertido o a la reutilización)

Dependiendo de las necesidades y usos encontramos diferentes tipos de decantador:

- Decantadores estáticos (sin recirculación de fangos)

> Decantador cilindro-cónico. Se trata de un equipo de flujo vertical, para caudales de hasta 20 m<sup>3</sup> por hora. Este decantador, como se verá más adelante, puede ir precedido de un floculador, e incluso de un desarenador. La pendiente de la parte cónica del aparato está comprendida entre los 45 y los 65°, según la naturaleza de los lodos y el tratamiento aplicado. Su diseño es muy similar al que puede consultarse en la ficha dedicada a los desarenadores

> Decantador estático laminar. Cuentan con una zona de mezcla del agua y de los reactivos de tratamiento, un floculador acelerado y una zona de decantación laminar dotado de lamelas, presentando a su vez una tolva de compactado de fangos. Se trata de un sistema de decantación sin recogida mecánica de fangos, pero mucho más complejo que el decantador cilíndrico-cónico. El sistema podría englobarse en los descritos como "reactor de mezcla+floculador+decantador" en la ficha correspondiente. Por resultar un sistema de decantación muy habitual en depuradoras compactas, se facilita su esquema en la presente ficha.

> Decantadores circulares. Se trata de un sistema de los denominados "con barrido de fangos". En ellos, los sólidos depositados son retirados del tanque por algún medio mecánico o hidráulico, consiguiendo un espesamiento de los lodos y una reducción de su volumen. En los decantadores circulares el sistema de barrido va sujeto a una estructura que gira alrededor del eje del depósito. Según el tratamiento utilizado y la calidad del agua tratada, puede ser conveniente prever un sistema de eliminación de espumas en superficie, especialmente si se quiere utilizar también como desengrasador. La construcción más habitual es la de puente radial, de arrastre periférico. Un grupo motorreductor, montado sobre el puente, acciona una rueda motriz que se desplaza sobre el muro de coronación del decantador. La barredora de superficie va fijada rígidamente a la pasarela giratoria, y las rasquetas de fondo son arrastradas por la misma pasarela.

> Decantadores rectangulares o longitudinales. Presentan la ventaja de que permiten una implantación más compacta de los diferentes equipos de tratamiento, si bien su costo es generalmente más elevado. Normalmente se adopta una relación longitud-anchura comprendida entre 3 y 6. La profundidad de los depósitos está comprendida, frecuentemente, entre 2,5 y 4 m. La pendiente del fondo es del orden del 1%. El sistema de barrido puede ser accionado por un puente que abarque el depósito, y que se desplace de un extremo a otro del decantador, o mediante cadenas sin fin sumergidas. Las fosas de fangos van situadas debajo de la llegada de agua bruta, y la recogida de espumas inmediatamente antes de la llegada de agua decantada. El rascador de fondo desplaza los fangos en sentido contrario al de circulación de agua y el rascador de superficie en el mismo sentido. Su diseño es muy similar al del esquema que puede consultarse en la ficha dedicada a los desarenadores.

>Decantadores estáticos con succión de fangos.

En ellos, la eliminación del lodo se produce por succión mediante tubos sumergidos. El efecto de succión se realiza por vacío. Se utilizan fundamentalmente para decantadores de diámetro grande y fangos activados con el fin de reducir el tiempo de permanencia de los fangos en el decantador y evitar su degradación

- Decantadores dinámicos (con recirculación de fangos)

Para que puedan flocular las partículas presentes es preciso que se pongan en contacto unas con otras. La floculación se facilita considerablemente agitando el líquido. Por otra parte, las posibilidades de encuentro de las partículas aumentan con su concentración en el agua, y a ello se debe la idea de reforzar dicha concentración conservando en el líquido un elevado porcentaje de los fangos formados en el tratamiento anterior. La agitación necesaria para que se mezclen el agua a tratar, el reactivo y los fangos, debe ser suficientemente lenta para que no se rompa el flóculo ni se provoque una nueva suspensión coloidal. Para conseguir que los fangos se mezclen con el líquido, pueden utilizarse dos procedimientos:

>Aparatos de recirculación de fangos: los fangos se separan del agua clara en una zona de decantación. Seguidamente, se recirculan haciéndoles pasar a una zona de mezcla, provista de un sistema de agitación mecánica (Accelerator, Turbocirculator) o hidráulica (Circulator). El agua bruta, a la que se han añadido los reactivos, se introduce igualmente en esta zona de mezcla. (DEGREMONT, 1979). El sistema resulta muy similar al descrito como "reactor de mezcla+floculador+decantador" en la ficha correspondiente.

>Aparatos de lecho de fango propiamente dicho. (Tipo Pulsator): no se pretende que circule el fango. Se trata solamente de mantenerlo en forma de una masa en expansión, que el agua puede atravesar de abajo arriba, de manera regular y uniforme. La agitación, muy lenta, tiene lugar en el punto de introducción del agua a tratar. El decantador está constituido por un depósito de fondo plano, provisto en su base de una serie de tubos perforados que permiten introducir el agua bruta uniformemente por todo el fondo del decantador. En su parte superior va provisto de una serie de tubos perforados o canaletas para la evacuación del efluente. En el seno del lecho de fango o de la zona de recirculación, el fango se encuentra en suspensión y ocupa un volumen aparente que varía según su densidad y la velocidad ascensional del agua. No puede producirse aglomeración. La verdadera separación tiene lugar en unas zonas tranquilas previstas en el decantador, del cual sólo ocupan una pequeña parte. Los fangos se concentran en estas fosas (llamadas también concentradores) de las que se extraen automáticamente, por medio de válvulas o de sifones, accionados por un programador.

## DECANTADORES. DATOS DE UTILIDAD

| TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS SEGÚN SU TAMAÑO |           |            |
|---|-----------|------------|
| Material  | mm        | ts         |
| Grava   | 10        | 0,3 s      |
| Arena gruesa  | 1         | 3 s        |
| Arena fina  | 0,1       | 38 s       |
| Limo  | 0,01      | 33 min     |
| Bacterias   | 0,001     | 55 h       |
| Partículas coloidales (*)                             | 0,0001    | 230 días   |
| Partículas coloidales (*)                             | < 0,00001 | > 230 días |

(\*) Evidentemente, para bacterias y partículas coloidales, el elevado tiempo de sedimentación necesario exigirá la coagulación-floculación previa para que la decantación tenga éxito.

(\*\*) para sedimentación libre de partículas de arena de densidad aproximada 2,65

| SEDIMENTACIÓN LIBRE DE PARTÍCULAS DE ARENA VELOCIDADES DE SEDIMENTACIÓN (**) |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |
|--|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| d  | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 1   |
| vc   | 0,2   | 0,7  | 2,3  | 4    | 5,6  | 7,2  | 15  | 27  | 35  | 47  | 74  |
| v'c  | 0     | 0,5  | 1,7  | 3    | 4    | 5    | 11  | 21  | 26  | 33  | -   |
| v''c   | 0     | 0    | 1,6  | 3    | 4,5  | 6    | 13  | 25  | 33  | 45  | 65  |
| vi   | 15    | 20   | 27   | 32   | 38   | 42   | 60  | 83  | 100 | 130 | 190 |

- d: diámetro, cm
- vc: velocidad de sedimentación en un fluido de velocidad horizontal nula, cm/s
- v'c: velocidad de sedimentación para un fluido de velocidad horizontal  $V_l$ , cm/s
- v''c: velocidad de sedimentación para un fluido de velocidad horizontal 0,3 m/s
- $V_l$ : velocidad horizontal crítica de arrastre de la partícula sedimentada, cm/s

## PARA DECANTADORES RECTANGULARES

- Dimensiones del decantador: L, W y H,
- Velocidad de sedimentación  $v_s$
- Velocidad de arrastre  $v_a$  (debida al caudal Q).
- Caudal: Q.
- ts: Tiempo necesario para que la partícula alcance el fondo del decantador.
- $t_s = H / v_s$
- $v_s = H / t_s$

En otras palabras, el tiempo de sedimentación deberá igualarse al tiempo de retención hidráulico que dependerá de la forma del depósito y de las condiciones de operación, en concreto del caudal.

$$t_R = V / Q = (L \times H \times W) / Q$$

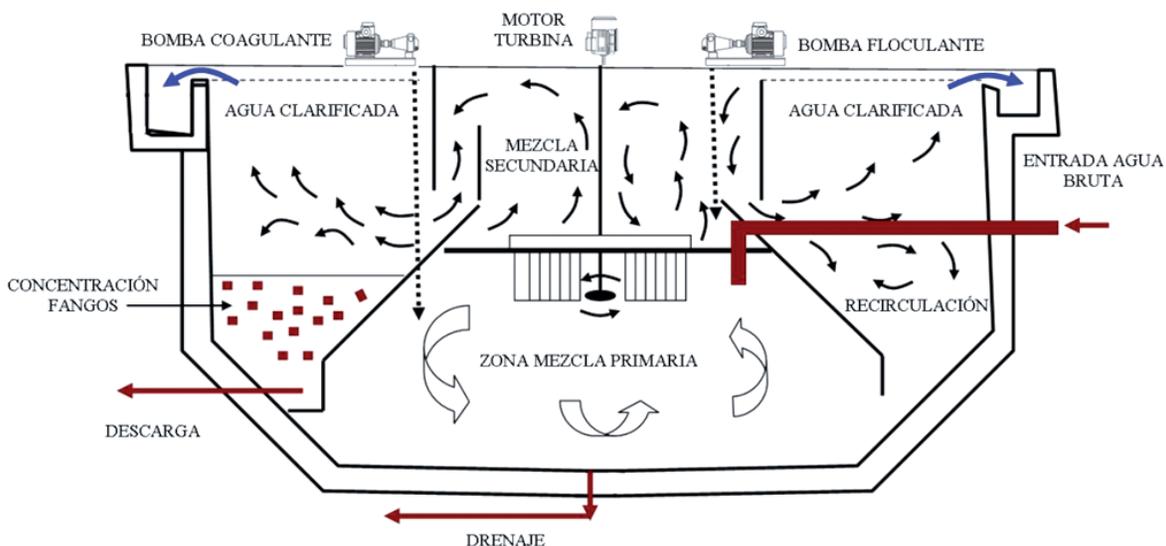
de este modo:

$$\begin{aligned} t_s &= t_R \\ H / v_s &= (L \times H \times W) / Q \\ v_s &= Q / Sh \end{aligned}$$

En conclusión, la velocidad de sedimentación depende tan solo de la sección horizontal del decantador ( $Sh$ ), o, lo que es lo mismo ( $L \times W$ ).

Todas las partículas que tengan velocidad de sedimentación superior a  $v_s$  quedarán eliminadas, mientras que aquellas que tengan velocidades de sedimentación menores, ya sea por tratarse de partículas más pequeñas o menos densas, se eliminarán sólo en un porcentaje determinado que viene dado por la relación  $v_s / v$ .

CROQUIS REACTOR DE MEZCLA + FLOCULADOR + DECANTADOR



REACTOR DE MEZCLA + FLOCULADOR + DECANTADOR. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Conceptos básicos:

**Coagulación:** adición de un determinado producto químico a una dispersión coloidal, produciendo una desestabilización de las partículas en suspensión, eliminando las fuerzas que las mantienen separadas (fuerza electrostática o inter-iónica) y produciendo una aglomeración de estas cuando establecen contacto entre sí. Resulta fundamental conseguir una distribución muy rápida y homogénea del coagulante con el fin de aumentar las oportunidades de contacto entre partículas. El proceso se lleva a cabo en un reactor de mezcla.

Opciones:

- Adición de iones: absorben o reaccionan con la superficie del coloide disminuyendo su potencial
- Adición de polielectrolitos: rebajan la carga de las partículas en una primera fase y forman puentes entre partículas que son absorbidas por un mismo polímero en una segunda fase
- Adición de sales metálicas: provocan reacciones de hidrólisis formándose sustancia de tipo hidróxido de caras multivalentes (origen de la coagulación)

**Floculación:** formación de partículas sedimentables a partir de partículas desestabilizadas de tamaño coloidal. Obtenida la coagulación, se continúa con la agregación o aglutinación de diferentes partículas con el fin de alcanzar la decantación. El objetivo es la formación de puentes químicos o enlaces físicos. El proceso se basa en la mezcla moderada y prolongada para transformación de partículas submicroscópicas a discretas y visibles. De esta forma se consigue un equilibrio y se aumenta la posibilidad de contacto entre las partículas, a la vez que se evita la rotura de flóculos ya formados. El proceso se lleva a cabo en un floculador

Productos químicos para floculación:

Sales de aluminio (sulfato de aluminio)

Sales de hierro (cloruro férrico, sulfato férrico y sulfato ferroso)

**Sedimentación:** proceso físico de eliminación de sólidos en suspensión por efecto de la gravedad. El proceso se realiza en un decantador.

- No válido para partículas de tamaño sumamente pequeño
- No válido para partículas de carácter coloidal

- Necesidad de procedimientos que aglomeren partículas para formar agregados mayores y de mayor velocidad de sedimentación (coagulación y floculación)

#### Equipos utilizados:

##### Reactor de mezcla: tanque vertical

Tanques verticales con tiempos de retención muy pequeños, oscilando entre 0,5 y 3 minutos en los cuales se lleva a cabo la dosificación de los reactivos apropiados. El sistema de alimentación suele dotarse de una placa deflectora o rompechorros a la entrada de los líquidos. La salida se lleva a cabo por rebose por la parte superior. Con el fin de producir una gran turbulencia se emplean difusores de aire o bien agitadores. En el caso de utilizar estos últimos debe evitarse la formación de vértices y remolinos, que reducen la eficiencia. Para evitarlo se pueden instalar en el tanque deflectores, repartidos regularmente a lo largo de todo su perímetro. En equipos muy pequeños los vértices pueden evitarse, variando el ángulo de ataque del agitador.

##### Floculador

Tanques en los cuales, por medio de una agitación lenta, se produce la formación de los flóculos. Los tiempos de retención varían de las aguas a tratar así como de los reactivos a utilizar variando entre 10 y 30 minutos. La agitación se puede efectuar con aire, con un consumo de 0,5 a 0,9 m<sup>3</sup> aire/m<sup>3</sup>, o bien con diferentes tipos de agitadores de velocidad lenta. Generalmente, se suelen utilizar agitadores con variador de velocidad, con el fin de poder ajustar la velocidad en cada momento a las necesidades propias del proceso.

##### Decantador

Los flóculos formados en el proceso, son separados del agua mediante un proceso posterior de decantación o bien de flotación. Tanto los decantadores como los sistemas de flotación han sido descritos en otras fichas de esta guía. En el caso de separación por decantación ha de tenerse en cuenta que los flóculos formados tienen generalmente una velocidad de decantación elevada, pudiéndose utilizar unas cargas hidráulicas altas, debiéndose realizar ensayos para su determinación.

##### Decantadores con coagulación y decantación

En el mercado existen unos equipos compactos, que en una sola unidad, incluyen el reactor de mezcla, el floculador y el sedimentador. Se trata de decantadores provistos de una pequeña turbina de agitación en un compartimento central, que actúan como reactor de mezcla y como floculador. El coste global de instalación del proceso utilizando estos equipos es más reducido, aunque no resultan tan versátiles como los compuestos por unidades independientes.

En estos tanques se pueden considerar cuatro zonas: una primera zona de mezcla y reacción en la parte interior, donde se inyectan los coagulantes; una segunda zona de mezcla lenta o floculación; una tercera zona donde se establece el manto de lodos y, por último, una cuarta zona en la que se produce la decantación y el agua clarificada sube hasta las canaletas de salida.

##### Ubicación del sistema de coagulación-floculación.

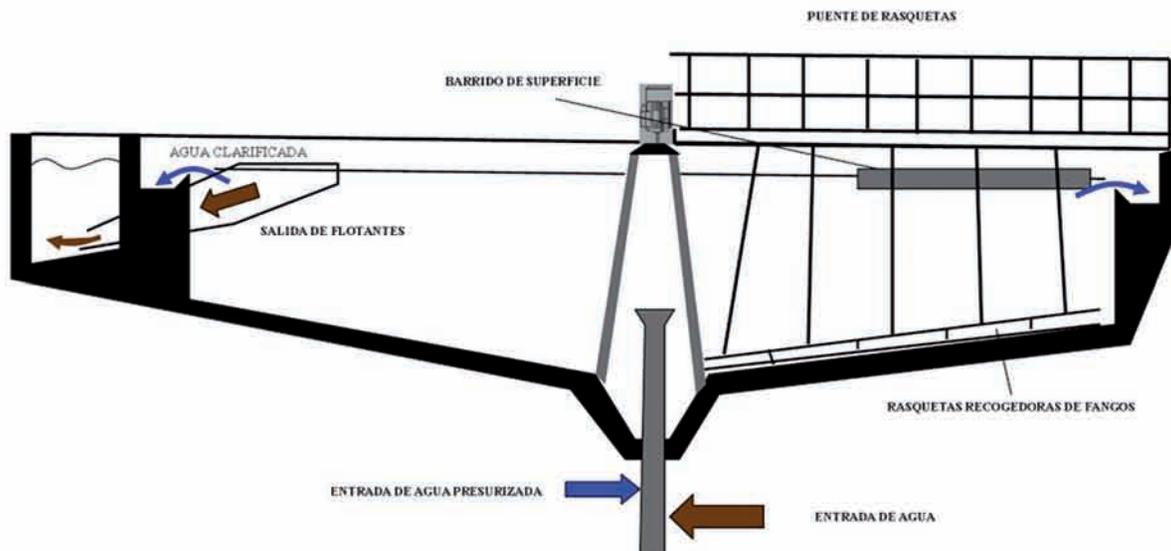
Dependiendo del objetivo final del sistema, el proceso de coagulación-floculación puede ubicarse en diferentes posiciones dentro de un tren general de depuración:

- Como un proceso de acondicionamiento del vertido previo a la decantación primaria:  
Pretratamiento > coagulante/floculante > decantación primaria > reactor biológico > decantación secundaria > filtración, decantación o flotación
- Como un proceso de acondicionamiento del agua tratada, previo a un proceso de afino  
Pretratamiento > decantación primaria > reactor biológico > decantación secundaria > coagulante/floculante > filtración, decantación o flotación

| RENDIMIENTO |    |       |      |       |     |         |     |     |      |            |               |
|-------------|----|-------|------|-------|-----|---------|-----|-----|------|------------|---------------|
| CASO        | pH | Color | DBO5 | DQO   | SST | GRA-SAS | NTK | NH4 | NO3- | COLIFORMES | Fósforo total |
| 1           |    | 97    | 97   | 94    | 98  | 98      | 73  | 78  |      | 70         |               |
| 2           |    |       | 72   | 70    | 64  | 94      | 95  | 75  | 50   |            | 50            |
| 3           |    | 50-60 |      | 65-75 |     |         |     |     |      |            |               |
| 4           |    | 65-75 |      | 85-90 |     |         |     |     |      |            |               |

| CASO | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|
| 1    | Proceso de coagulación con sulfato de alúmina (250 mg/l) y floculación con polielectrolito (5mg/l) en un matadero (López López, 2008)   |
| 2    | Coagulación-floculación mediante una sal de aluminio (policloruro de aluminio, PCA) y polímeros orgánicos PA, polímero aniónico y PC, polímero catiónico), para obtener la separación vía flotación (similar al separador de grasas aireado de la ficha de separación de grasas) (Abia y Rodríguez) |
| 3    | Rendimiento general de polielectrolitos (según BUENO, JL, et al., 1997)   |
| 4    | Rendimiento general de sales metálicas (según BUENO, JL, et al., 1997)  |

### CROQUIS SISTEMA DAF



### FLOTACIÓN. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

En la flotación interviene la diferencia entre la masa volúmica de sólidos o de glóbulos líquidos y la del líquido en el que se encuentran en suspensión. Sin embargo, contrariamente a lo que ocurre en la decantación, este proceso de separación sólido-líquido o líquido-líquido únicamente se aplica a partículas que tienen una masa volúmica real (flotación natural) o aparente (flotación provocada) inferior a la del líquido que las contiene. En la "flotación provocada", se aprovecha la aptitud que tienen ciertas partículas sólidas o líquidas para unirse a burbujas de gas (generalmente, aire) y formar conjuntos "partícula-gas" menos densos que el líquido en el que se encuentran, con lo cual se concentran en la superficie libre del mismo.

Para que sea factible la flotación de partículas sólidas o líquidas, más densas que el líquido, es preciso que la adherencia de las partículas a las burbujas de gas sea mayor que la tendencia a establecer un contacto entre las partículas y el líquido.

En el tratamiento de aguas que utiliza aire como agente de flotación, y en función de cómo se introduzca en el líquido, se tienen dos sistemas de flotación:

- Flotación por aire inducido (CAF): En el caso de la flotación por aire inducido la generación de burbujas se realiza a través de difusores de aire, normalmente situados en la parte inferior del equipo de flotación, o bien inducidas por rotores o agitadores. En este caso el tamaño de las burbujas inducidas es mayor que en el caso anterior.
- Flotación por aire disuelto (DAF): La operación es similar al caso anterior, sólo que en este sistema el aire se introduce en el agua residual bajo una presión de varias atmósferas. Los elementos principales de estos equipos son la bomba de presurización, el equipo de inyección de aire, el tanque de retención o saturador y la unidad de flotación propiamente dicha, donde tiene lugar la reducción brusca de la presión, por lo que el aire disuelto se libera, formando multitud de microburbujas de aire.

### CAF

Sistema de flotación empleado para separar las partículas sólidas en el agua residual. Gracias a su diseño simple, la unidad es fácil de operar y su costo de instalación, operación y mantenimiento es mínimo. Este sistema inyecta microburbujas de aire directamente en el flujo de agua residual sin tener que disolverlo previamente, ya que el aire es lo único que pasa por las boquillas, éstas no se tapan. Este sistema no necesita compresores de aire, bombas de recirculación ni tanques de presión. El esquema es muy similar al del flotador de grasas aireado, que puede consultarse en la ficha correspondiente.

## DAF

La flotación por aire disuelto (DAF) se basa en el sistema de someter al agua a recircular a una inyección de aire a presión (algunos fabricante recomiendan 5 -6 bares), bajo la cual el aire se disuelve en el agua. Posteriormente, esta mezcla de aire y agua residual se introduce en el depósito de flotación. Al reducir esta presión a 1 bar en las toberas de despresurización se forma pequeñas burbujas de aire de 30-50 micras, que rápidamente se adhieren a las impurezas en el agua y en consecuencia producen un alto nivel de clarificación. Todas las impurezas suben a la superficie donde son separadas mediante un mecanismo de arrastre. Los equipos de tratamiento DAF pueden estar a su vez dotados con lamelas, ser de tipo abierto o abiertos y prefabricados, siendo los segundos los más habituales.

Alternativamente, se puede incorporar al equipo una unidad de recirculación, donde parte del efluente, entre un 15-20% es recirculado presurizado y semi-saturado con aire, el cual se mezcla con el afluente antes de ser admitido en el estanque de flotación. A continuación, se describen las características más importantes de los principales elementos de estos equipos de tratamiento.

### Tanque de flotación

En estos tanques es donde tiene lugar la despresurización del agua residual y se produce la flotación de los elementos a eliminar. Estos tanques, cuando son de poca capacidad, se construyen en acero al carbono, mientras que los de capacidad elevada son de obra civil. Los tiempos de retención varían entre 30 y 60 minutos. La construcción de estos tanques pueden ser de forma rectangular o bien circular, estando provisto en el primer caso de unas barrederas arrastradas por cadenas sinfín para la extracción de las espumas y en el segundo caso dichas barrederas son radiales. Los tanques de despresurización, deben estar provistos de concentradores y purga de fangos

### Adición de aire

El aire utilizado en estos equipos, normalmente es tomado de los servicios generales de planta, o bien se instala un compresor en la depuradora, siendo suficiente una presión de 5-6 bares. La cantidad de aire necesario en el proceso dependerá del sistema de inyección, diseño del calderín de presurización, presión de operación, temperatura y composición del agua a tratar. La forma de inyección de aire es en la descarga de la bomba de presurización, instalando determinados suministradores un difusor en la línea anterior al tanque, otros métodos son por inyección a través de un eyector o bien directamente en el tanque de presurización.

### Calderín de presurización

En este tanque, tiene lugar la disolución del aire en el agua residual, siendo el tiempo de retención entre 1 y 3 minutos. En algunos diseños, se instalan difusores para facilitar el contacto entre el aire y el agua. Válvula de despresurización.

En la línea de descarga del calderín de presurización, se instala la válvula despresurizadora. Un factor a tener muy en cuenta, es que la mencionada válvula debe encontrarse lo más próximo a la zona de despresurización del tanque, con el fin de evitar la formación de burbujas de aire en la línea y en consecuencia una pérdida de eficiencia de la unidad.

### DATOS DE UTILIDAD:

En el cálculo de sistemas de flotación con inyección de aire, ha de manejarse la relación aire/sólidos  $A/s$  (aire en ml y sólidos en mg). La fórmula de trabajo si todo el sistema está presurizado es

$$A/s = \{1,3a (fP-1)\}/Sa$$

siendo  $a$ , la solubilidad del aire en ml/l,  $f$  la fracción de aire disuelto a una presión dada (generalmente 0,8),  $P$  la presión en atmósferas y  $Sa$  la concentración de sólidos en fango en mg/l

Si sólo se presuriza la recirculación, la fórmula es:

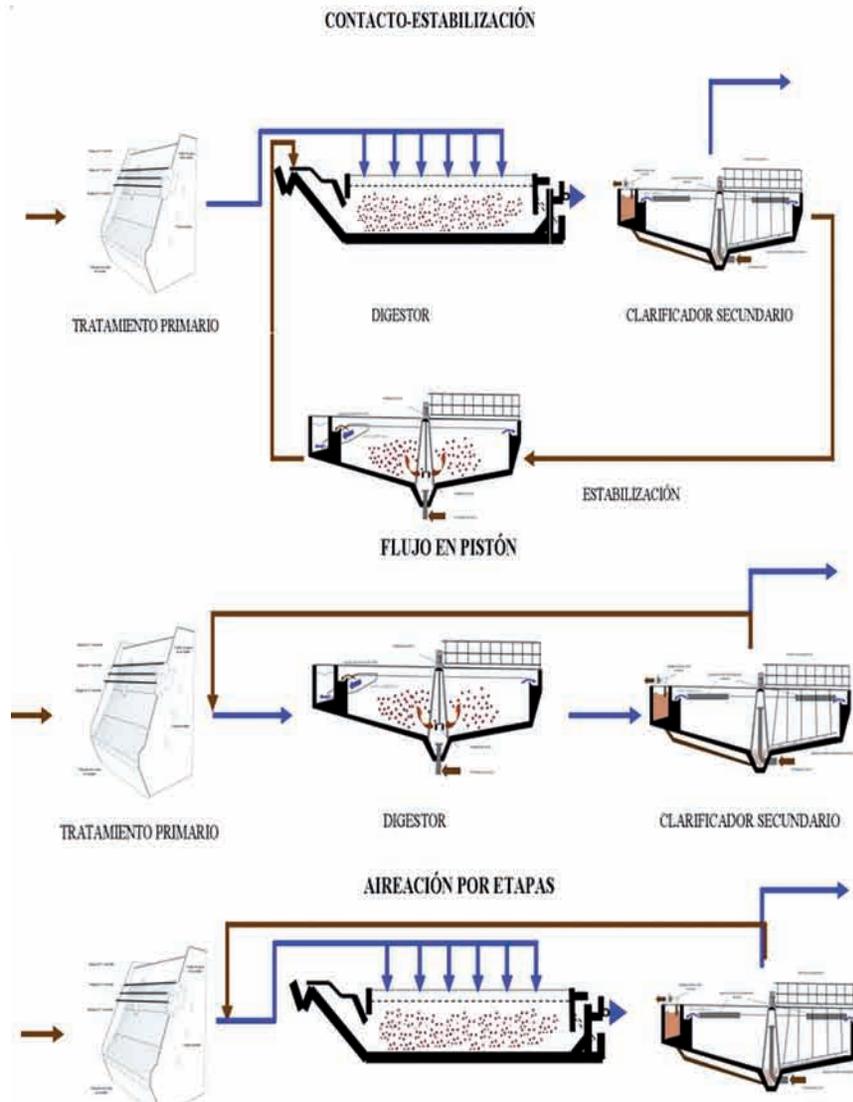
$$A/s = \{1,3a (fP-1)R\}/QSa$$

siendo  $R$  el caudal recirculado presurizado en m<sup>3</sup>/día y  $Q$  el caudal del líquido mezcla en m<sup>3</sup>/día.

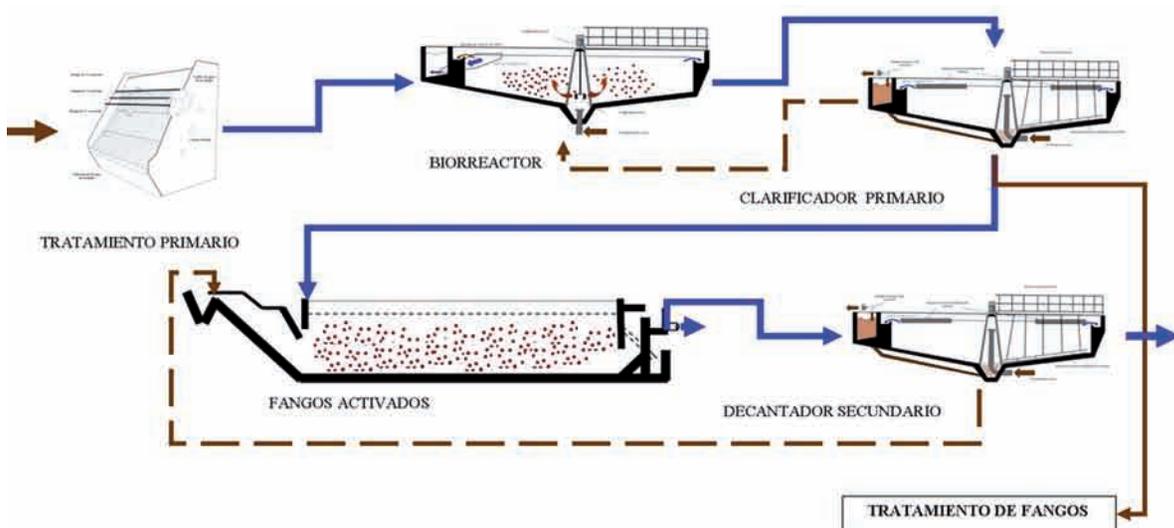
| RENDIMIENTO |                 |         |     |         |         |               |                |                     |                   |                       |
|-------------|-----------------|---------|-----|---------|---------|---------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| EQUIPO      | RENDIMIENTO (%) |         |     |         |         |               | CONDICIONANTES |                     |                   |                       |
|             | Grasas          | DBO5    | DQO | MES     | Fósforo | Turbi-<br>dez | Color          | Vertido<br>continuo | Picos<br>extremos | Tempera-<br>tura alta |
| 1           | 89              | 74      | 77  | 85      |         |               |                |                     |                   |                       |
| 2           | 89              | 45      |     | 85      |         |               |                |                     |                   |                       |
| 3           | 95              | 75      |     | 95      |         |               |                |                     |                   |                       |
| 4           |                 |         | 91  | 95      | 95      | 97            | 92             |                     |                   |                       |
| 5           | 90              |         | 40  | 60      |         |               |                |                     |                   |                       |
| 6           |                 | 10 a 30 |     | 75 a 98 |         |               |                |                     |                   |                       |
| 7           |                 | 75      |     | 75 a 98 |         |               |                |                     |                   |                       |
| 8           | 90-100          |         |     | 40 a 95 |         |               |                |                     |                   |                       |

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN   |
|--------|---|
| 1      | Sistema CAF en fabricación de pescado (Según Solana, M & Aznar, A, 2002)  |
| 2      | Sistema CAF sin floculación (Según información de fabricantes)  |
| 3      | Sistema CAF con floculación (Según información de fabricantes)  |
| 4      | Sistema DAF con floculación de Cloruro Férrico (Según Hermosilla, D et al 2008) Sector utilizado: fabricación de aceite de pescado      |
| 5      | Sistema DAF sin floculación (Según información de fabricantes)  |
| 6      | Sistema DAF sin recirculación de agua (Según Hermosilla, D et al 2008) Sector utilizado: matadero avícola en periodo de 5 a 30 minutos. |
| 7      | Sistema DAF con recirculación de agua (Según Hermosilla, D et al 2008) Sector utilizado: matadero avícola en periodo de 5 a 30 minutos. |
| 8      | Sistema DAF con recirculación de agua (Según Bueno, JL et al, 1997) Sector utilizado: conservas de carne.                               |

CROQUIS FANGOS ACTIVADOS TRADICIONALES



CROQUIS DOBLE ETAPA



**FANGOS ACTIVADOS. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El procedimiento consiste en provocar el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculos, fangos activados, en un depósito o balsas de aireación agitado y aireado, alimentado con el agua a depurar.

En sistemas de depuración completos suele producirse previamente un tratamiento primario, después del cual el agua residual es introducida en un tanque de aireación donde se mezcla con los fangos activos. La fuerte agitación del depósito tiene por objeto evitar sedimentos y homogeneizar la mezcla de los flóculos bacterianos y el agua usada. A esa mezcla se le denomina licor mixto. El objeto de la aireación consiste en disolver el oxígeno en el agua con el fin de hacer frente a las necesidades respiratorias de las bacterias aerobias. Excepcionalmente, la aireación se puede realizar con aire enriquecido de oxígeno o incluso oxígeno puro, pero habitualmente se realiza mediante aireadores de superficie o por difusores estáticos de aire sumergidos.

Durante el período de retención los microbios se alimentan de la materia orgánica presente en el agua. Después de un tiempo de contacto suficiente, el agua aireada, licor mixto que sale de la balsa de aireación, ha de ser decantada antes de su vertido final y, por lo tanto, es necesaria una decantación secundaria en la que se separa el fango. Dependiendo de la temperatura, del pH y del tiempo de retención y de otras variables, puede desarrollarse asimismo el fenómeno de la nitrificación. En algunos casos, parte de los fangos son recirculados al tanque de aireación para ser mezclados de nuevo con el influente para mantener una concentración constante de bacterias en ella. Dado que toda eliminación de DBO conduce a una producción de fangos, es necesario efectuar una extracción de los llamados fangos en exceso, los cuales son reciclados al tratamiento fisicoquímico para ser deshidratados junto con los fangos del tratamiento primario.

Los diferentes sistemas de fangos activados pueden caracterizarse por su carga másica ( $C_m$ ), que da una aproximación de la relación entre la masa diaria de contaminación que debe eliminarse y la masa de bacterias depuradoras (o concentración de fangos -MLSS-). Pueden distinguirse sistemas de (Degremont, 1979):

- > fuerte carga másica:  $C_m > 0,5$  kg DBO5 por día y kg de fangos
- > mediana carga másica:  $0,2 < C_m < 0,5$
- > pequeña carga másica:  $0,07 < C_m < 0,2$
- > carga másica muy pequeña o aireación prolongada:  $C_m < 0,07$

También puede hablarse, aunque es un concepto menos específico del sistema de fangos activados, de carga volúmica ( $C_v$ ):

- > fuerte carga volúmica:  $C_v > 1,5$  kg DBO5 por día y m3 de depósito de aireación
- > mediana carga volúmica:  $0,6 < C_v < 1,5$
- > pequeña carga volúmica:  $0,35 < C_v < 0,6$
- > aireación prolongada:  $C_v < 0,35$  (Degremont, 1979)

En el sistema más convencional de fangos activados, denominado de Flujo en Pistón, la aireación y la clarificación se efectúan en dos depósitos diferentes, siendo necesario un bombeo de los fangos que se recirculan entre el clarificador y el depósito de aireación. Este sistema presenta la ventaja de suministrar una excelente calidad del agua y de favorecer la nitrificación. Por el contrario provoca un fuerte consumo de oxígeno a la entrada del depósito debido a la introducción puntual de toda la carga contaminante. Este problema puede atenuarse por medio de la "alimentación escalonada", o "aireación por etapas", en la que el agua a tratar se reparte a lo largo del canal de aireación, mientras que todo el fango recirculado se introduce en cabeza.

También podemos hablar de otros procesos de fangos activados:

- Mezcla completa

Los procesos de mezcla completa se caracterizan por la uniformidad de las características del licor en el tanque de aireación o balsa aireada.

Este sistema permite obtener la misma proporción de agua a tratar, de fangos activados y de oxígeno (es decir, la misma carga másica) en cualquier punto del depósito de aireación. Este sistema soporta mejor que otros los efectos de choque, pero es menos favorable a la nitrificación (Degremont, 1979). Es un sistema que resulta de aplicación difícil en grandes depósitos (especialmente en los de forma alargada) pero puede realizarse fácilmente en aparatos compactos.

Este proceso consiste básicamente en una mezcla completa de bacterias y agua residual en un tanque de aireación de micro burbuja. Este tipo de tratamiento es el más comúnmente utilizado a nivel mundial para tratar aguas residuales de ciudades de población media, además de ser uno de los procesos más estudiados y seguros, con el cual es posible lograr eficiencias en la remoción de los contaminantes entre 85% y 95% para un tiempo de retención hidráulico de 3 a 5 horas.

Este proceso se realiza en tanques en forma simétrica; en cualquier punto del estanque, hay igual proporción de líquidos y lodos e igual DBO.

- Aireación Prolongada

Es un proceso de mezcla completa que consiste en un tanque con un sistema de aireación por turbinas, aireadores sumergibles o difusores cerámicos. Éstos mantienen la biomasa en suspensión e introducen el oxígeno necesario. Estos procesos se caracterizan por su baja carga másica y baja producción de fangos. Además, su utilización es interesante cuando se pretendan eliminar compuestos con nitrógeno simultáneamente con la materia orgánica.

En este proceso se mantiene la biomasa del fango activado en respiración endógena, es decir, la edad del fango es lo suficientemente alta como para que la concentración de sustrato sin asimilar sea baja, y por tanto, trabajemos con cargas másicas bajas ( $0.07 < C_m < 0.2$  Kg DBO5 por día y kg de fangos) La producción de fangos es baja y los rendimientos y consumo de oxígeno altos. El efluente se retiene en el reactor durante mucho tiempo, (más de 24 horas) y las concentraciones de biomasa del mismo oscilan entre 3000 y 6000 mg/l. No se precisa decantación primaria, aunque en algunos procesos con alta carga de gruesos es necesario un desbaste (mataderos, por ejemplo).

- Canales de Oxidación

Es una variante del anterior. Consiste en un canal de aireación, habitualmente en forma ovalada o de anillo, con sistema de aireación más frecuente de rotores que giran alrededor de un eje horizontal. El oxígeno se introduce por una intensa agitación de la superficie produciéndose además el movimiento del licor mixto a través del canal. Para que el funcionamiento sea correcto se necesita provocar una velocidad y gradiente de oxígeno uniformes en los canales. Esto se consigue con una separación entre aireadores tal que el tiempo de paso de agua entre ellos no supere los 3 ó 4 minutos. Al igual que en la aireación prolongada no se emplean decantadores primarios sufriendo el efluente un desbaste y desarenado antes de la aireación.

- Contacto más estabilización

Este sistema se adapta bien cuando el efluente tiene una gran cantidad de DBO5 en forma de sólidos en suspensión y coloidal. El proceso se desarrolla en dos tanques. En primer lugar se mezcla el agua residual con el fango de recirculación en una cámara de contacto, donde existe una aireación y mezcla completa. De esta forma los fangos activos absorben la materia en suspensión coloidal y parte de la disuelta a tratar. El tiempo de estancia en la cámara de contacto oscila entre 20 y 40 minutos. Con ello se

ha producido una importante reactivación de los fangos. Después del contacto se produce la sedimentación, recirculando el fango con la materia orgánica absorbida a la cámara de estabilización, donde es sintetizada en nuevas células durante un tiempo de 4 a 8 horas. La biomasa producida en el tanque de estabilización se envía nuevamente a la cámara de contacto para iniciar el ciclo. Éste es adecuado para puntas de caudal, carga y toxicidad. En general, el volumen de las cámaras de contacto más estabilización, representa el 50 % del volumen de reactor necesario en un proceso convencional.

- Doble etapa

Consiste en realizar una depuración biológica en dos etapas, cada una de las cuales presenta reactor biológico y decantador secundario.

En la primera etapa se alimenta la primera cuba con cargas elevadas, con un corto período de oxigenación, lo que favorece el desarrollo de microorganismos resistentes a elevadas cargas y sustancias tóxicas favoreciéndose las propiedades adsorbentes de los flóculos.

En la segunda etapa, se establece una carga media o baja, con un alto contenido en oxígeno, funcionando de forma similar a los procesos convencionales, predominando la oxidación biológica.

Este sistema es interesante para aguas residuales con fuertes variaciones de carga, ph, componentes tóxicos, etc., es decir, aguas residuales con fuerte componente industrial.

El alto rendimiento de depuración de la primera etapa es la clave para el buen funcionamiento del sistema: se puede alcanzar un rendimiento de eliminación de la DBO5 situada entre el 60 y el 80 % mediante un tiempo de aireación muy corto, una alta carga orgánica y una elevada carga de fango. En definitiva se trata de un proceso de alta carga, en el que un incremento de la carga de fango conlleva una disminución de la descomposición biológica de la materia orgánica y la eliminación de la carga orgánica es fundamentalmente debida a procesos físico-químicos.

Con una carga de fango superior a unos 5 Kg DBO5/Kg de materia en suspensión se puede obtener una eliminación del carbón orgánico mediante procesos independientes de la producción de fango, lo que significa que los procesos físico-químicos tales como floculación, coagulación y, eventualmente, adsorción, son los responsables del tratamiento.

En el sistema de Doble Etapa, el fango se utiliza como una sustancia floculante y parcialmente adsorbente. El exceso de fango de la segunda etapa, junto con el sobrenadante del digestor se utilizan para este propósito. Este fango tiene unas buenas condiciones de decantabilidad en el decantador primario debido al elevado grado de mineralización que presenta el fango procedente del digestor. El fango activado de las plantas de tratamiento mediante este sistema de doble etapa tiene una avanzada edad y una alta actividad específica, ya que las sustancias no activas son eliminadas en la primera etapa. Esta avanzada edad del fango posibilita el desarrollo de los microorganismos autótrofos y de crecimiento lento, con lo que se favorece la nitrificación y la descomposición de las sustancias degradables a largo tiempo.

Otras ventajas del sistema de Doble Etapa son su gran capacidad de absorber puntas de carga orgánica, que son laminadas en la primera etapa gracias al elevado rendimiento, con incremento de la carga orgánica de forma que la carga de la segunda etapa sufra pequeñas variaciones.

En general, por comparación con sistemas como la aireación prolongada, se puede considerar que el proceso de doble persigue, esencialmente, reducir el volumen de tratamiento.

### Problemas de los fangos activados.

La cantidad de flóculos que entra en el decantador secundario es muy grande, por lo que cualquier interferencia por sobrecarga hidráulica, cambio de densidad del fluido, corriente de convección o interferencias biológicas hace que este flóculo se fugue del decantador con el efluente.

El esponjamiento filamentoso o Bulking y el espumamiento biológico o Foaming son dos de los problemas mas frecuentes en las EDAR. Éstos son debidos a interferencias biológicas producidas por un exceso de organismos filamentosos en los fangos activos.

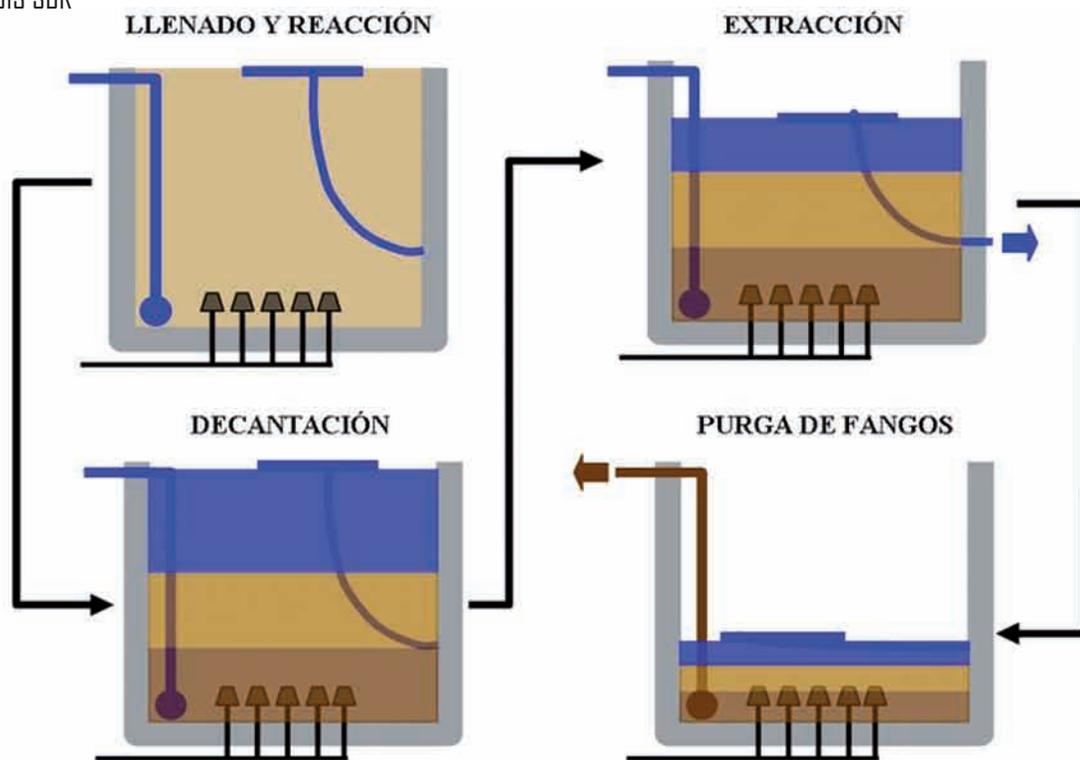
En el Bulking, los filamentos interfieren en la compactación del flóculo en el decantador secundario produciendo enlaces o puentes entre los flóculos de manera que el fango activo se fuga con el efluente. Al no compactarse o compactarse pobremente, el fango activo sedimenta sólo muy lentamente, por lo que se puede considerar que el bulking filamentososo representa un fallo en la macroestructura flocular. Una definición operacional comúnmente utilizada es la que utiliza como referencia el Índice Volumétrico del Fango: IVF. El riesgo de encontrar un fenómeno de bulking se refleja a partir de  $IVF > 150 - 300 \text{ ml/g}$

En el Foaming los organismos filamentosos producen una espesa espuma coloreada y en muchos casos abundantes flotantes en la decantación secundaria. La causa es la proliferación de algunas de las bacterias filamentosas cuya pared genera un comportamiento hidrofóbico de los flóculos.

El sistema de fangos activos es muy eficaz y flexible por lo que es ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas residuales tanto domésticas como industriales. Sin embargo uno de los problemas derivados de este sistema es la gran cantidad de fangos producidos y su difícil eliminación.

|   | CARGAS VOLÚMICAS (Cv) DE LOS DIFERENTES SISTEMAS  | CARGA MÁSCICA (Cm)        | RENDIMIENTO DBO5 |
|---|---|---------------------------|------------------|
| 1 Procedimiento tradicional (Flujo en pistón) | De 0,2 a 0,5 kg DBO5/m <sup>3</sup> con producción de fangos de 1,2 a 2,2 kg/m <sup>3</sup> de depósito | 0,2-0,6 kg DBO5/Kg MLSSV  | 85-95%           |
| 2 Aireación prolongada (Aireación por etapas) | De 0,1 a 0,5 kg DBO5/m <sup>3</sup> con producción de fangos de 3 a 5 kg/m <sup>3</sup> de depósito     | 0,3-0,8 kg DBO5/Kg MLSSV  | 85-95%           |
| 3 Contacto + estabilización                   | De 0,8 a 1,6 kg DBO5/m <sup>3</sup> con producción de fangos de 3 a 4 kg/m <sup>3</sup> de depósito     | 0,2-0,6 kg DBO5/Kg MLSSV  | 80-90%           |
| 4 Doble etapa                                 | kg DBO5/m <sup>3</sup> : 6 (1ª etapa) + 0,5 (2ª etapa)  | 0,05-0,2 kg DBO5/Kg MLSSV | 85-95%           |

CROQUIS SBR



SBR. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Dentro de la modalidad de fangos activos se encuentra el tratamiento biológico de depuración denominado reactor secuencial de flujo discontinuo, en inglés Sequential Batch Reactor (SBR). El SBR es un sistema biológico aerobio y discontinuo, es decir, que se desarrolla en presencia de oxígeno y funciona por ciclos. Los procesos unitarios que intervienen son idénticos a los de un proceso convencional de fangos activados. No obstante, existe entre ambos una importante diferencia: en las plantas convencionales, los procesos se llevan a cabo simultáneamente en tanques separados, mientras que en los SBR, los procesos tienen lugar secuencialmente en el mismo tanque. El empleo de un único tanque reduce sustancialmente el espacio y la inversión necesarios.

Estos sistemas se caracterizan por su flexibilidad operativa, el poco espacio requerido y por resultar fácilmente automatizables.

Los sistemas SBR son adecuados para el tratamiento de aguas residuales procedentes de empresas del sector agroalimentario (transformados vegetales, etc.) debido a la buena adaptación que presenta el sistema a la variabilidad de los vertidos (tanto en carga como en caudal).

Los tiempos de retención y las cargas varían con cada reactor y dependen en gran medida de la carga de agua residual específica (vertido a cauce, a colector, aprovechamiento para riego, otra reutilización...)

Las etapas del proceso que se suceden en el tanque son: llenado, aireación-reacción, decantación, vaciado y purga.

- Fase de llenado.

En ella se alimenta, desde una balsa o depósito de homogenización, el agua bruta; esta fase dura, en procesos industriales, varias horas. En el primer 25% del tiempo de llenado, tan solo se alimenta agua,

en la segunda fase además de la alimentación se agita el contenido del reactor, y el resto del tiempo de la fase de llenado, se alimenta, se agita y además se inyecta aire, para garantizar la actividad bacteriana. Esta fase se puede a su vez dividir en distintos tipos de llenado (estático, anóxico y aireado), según nos interese minimizar el consumo de energía eléctrica o la producción de fangos, así como realizar un proceso de eliminación de nitrógeno y/o fósforo o seleccionar bacterias floculenteas frente a las filamentosas. Por tanto, regulando el tiempo de llenado se puede controlar la decantabilidad del licor mezcla, mejorando los valores de SVI (índice volumétrico de fangos).

- Fase de reacción.

En ella se agita y se airea el líquido. Esta fase se divide en 5 subfases en las que se puede variar el sistema de aireación y de agitación a conveniencia. En esta fase es en la que las bacterias van a realizar la digestión de los contaminantes. El tiempo de duración de esta fase es muy variable, pero se documentan tiempos de unas dos horas en procesos industriales agroalimentarios (conservas vegetales). Gracias a dicho sistema, el mecanismo se puede utilizar exclusivamente como agitación o como agitación y aireación simultánea. Una vez el reactor lleno, se inicia el proceso de reacción, que puede ser aerobio, anóxico o una combinación de ambos. La fase aerobia puede ser utilizada para transformar el amonio en nitratos (nitrificación), mientras que la fase anóxica se utilizará para pasar este nitrato a nitrógeno gas. Mediante la instalación de oxímetros, pH-metros y redoxímetros, se consigue controlar el proceso combinando rendimiento y correcto consumo energético. El tiempo dedicado al proceso de reacción es, aproximadamente, del 35% del ciclo total.

- Decantación, en esta fase se paran los aireadores y agitadores, convirtiendo el reactor en un enorme decantador estático. Dicha capacidad de separación hace que sea posible una gran concentración de sólidos en el reactor. Las bacterias, que componen el fango activo decantarán al fondo del depósito y el agua depurada, ya sin materia orgánica en disolución, va a quedar en la parte superior del líquido. Durará alrededor de 1-2 horas, habitualmente, suponiendo, aproximadamente, un 20% del tiempo total de operación.

- Extracción, a través de un colector flotante se extrae el agua, ya depurada, de la parte superior de la balsa durante un tiempo equivalente al 15% del tiempo total de operación (duración aproximada). El agua tratada se envía, habitualmente, hasta una balsa para su homogenización para su posterior vertido final.

- Purga de fangos. Para evitar que las bacterias presentes en el líquido del reactor crezcan hasta niveles excesivos, al acabar la extracción de agua, se realiza una purga de fangos del fondo y se envían a la línea de tratamiento de fangos. El fango concentrado en el fondo del reactor se puede purgar al final de cada ciclo o después de un número de ciclos determinados, de tal forma que se controla la concentración de microorganismos en el reactor. Al ir acumulando los fangos en un número de ciclos determinado se puede realizar una digestión de los mismos, minimizando su producción. El tiempo destinado a este proceso es, aproximadamente, el 5% del tiempo total de la operación.

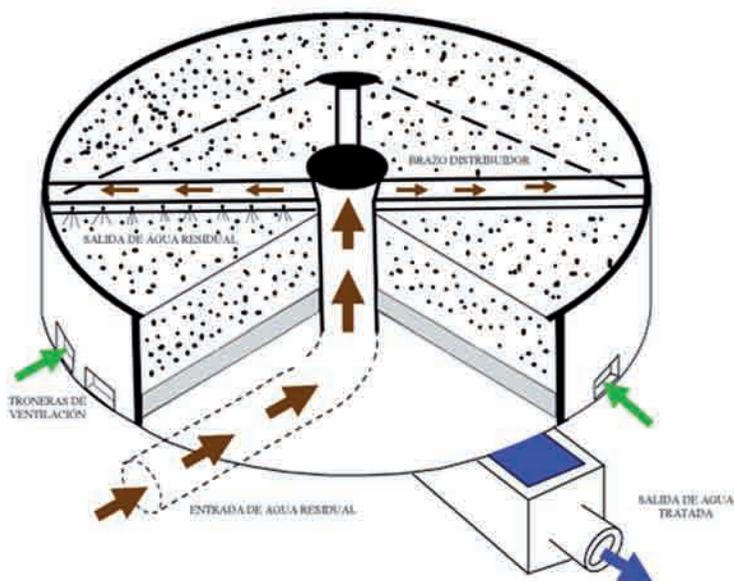
Los rendimientos de depuración de DQO que se obtienen oscilan entre el 90% y el 95%.

Otra característica que hace al sistema SBR muy interesante es la posibilidad de eliminar con él nitrógeno y fósforo. En el mismo reactor se pueden conseguir condiciones anaeróbicas, anóxicas y aerobias, combinando los ciclos según la necesidad, lo cual nos permite la eliminación de nutrientes cuando sea necesario. Al no mezclarse el vertido de entrada con el de salida, podemos llegar al máximo rendimiento requerido, sin el límite por la mezcla con la entrada de los demás sistemas. En los sistemas SBR se llegan a rendimientos superiores al 98 % en eliminación de nitrógeno y fósforo y mayores del 99 % en contaminación carbonosa (DQO – DBO5).

| RENDIMIENTO                   |                 |         |         |           |         |                    |                  |                |                |                  |
|-------------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|--------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| Fuente                        | RENDIMIENTO (%) |         |         |           |         |                    | CONDICIONANTES   |                |                |                  |
|                               | MES             | DBO5    | DQO     | Nitrógeno | Fósforo | Coliformes fecales | Carga hidráulica | Carga orgánica | Picos extremos | Temperatura alta |
| 1                             | 91 a 93         | 97 a 99 | 96 a 97 | 51 a 66   | 61 a 63 | ***                |                  | ***            | **             | **               |
| 2                             |                 | 85-95   |         |           |         |                    |                  |                |                |                  |
| 3                             |                 |         |         |           |         |                    |                  |                |                |                  |
| *** Óptimo **Bueno *Aceptable |                 |         |         |           |         |                    |                  |                |                |                  |

| FUENTE | DESCRIPCIÓN                             |
|--------|---|
| 1      | Según pilotaje de empresa especializada |
| 2      |   |
| 3      |   |

## CROQUIS FILTRO PERCOLADOR



## FILTROS PERCOLADORES. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Dentro de los sistemas de tratamiento de aguas residuales por medios biológicos aerobios, encontramos dos grandes variantes: los sistemas adheridos a lecho y los sistemas en suspensión. Dentro de los primeros, en los cuales la biomasa microbiana se fija a un soporte sólido, tenemos, a su vez, dos posibilidades: que los soportes se encuentren en posición fija (filtros biológicos, lechos bacterianos o filtros percoladores) o que las partículas de soporte no se encuentren en posición fija (como ocurre con los lechos fluidizados o lechos móviles). En esta ficha se describe la primera de las opciones: los filtros percoladores, filtros biológicos o lechos bacterianos.

Un filtro percolador es un lecho fijo soportado por un depósito, habitualmente cilíndrico, de gran diámetro. El lecho fijo consiste en un relleno de material rocoso troceado o granular o, más habitualmente en la actualidad, piezas plásticas de geometría muy variable. El principio de su funcionamiento consiste en rociar el agua (previamente decantada o tamizada) sobre el lecho de piezas. Éstas cuentan con una gran superficie específica, que sirve de soporte para los microorganismos depuradores. La película orgánica que cubre el soporte produce la descomposición de la materia orgánica de dos formas: de manera aeróbica en la parte superficial de la película (gracias a la presencia de bacterias heterótrofas) y anaeróticamente en el interior de la misma (con presencia de bacterias nitrificantes). Para que la descomposición aeróbica de la materia orgánica pueda producirse, ha de realizarse, lógicamente, un aporte de oxígeno. Éste puede conseguirse mediante tiro natural o con ventilación forzada, siendo el primero el caso más habitual. La ventilación mediante tiro natural se consigue practicando unas aberturas o ventanas de ventilación en la parte inferior del depósito, posibilitando la entrada del aire y su posterior ascenso [a través del lecho en el sentido contrario al descenso del agua a tratar. Dichas ventanas tienen también, sobre todo en los filtros grandes, la función de evacuación del agua tratada.

El sustrato orgánico llega a ser arrastrado por el agua descendente, siendo necesario un clarificador secundario posterior. En algunas ocasiones se opta por un sistema de recirculación del agua tratada con el objeto de lograr cargas hidráulicas uniformes, menos taponamientos y para regular el arrastre de biomasa. Para

evitar taponamientos suelen sustituirse rellenos irregulares naturales de baja área, por otros más porosos, en particular plásticos.

Los organismos que se establecen sobre el filtro presentan una pirámide ecológica diversa. Sobre las bacterias y protozoos iniciales se establecen colonizadores secundarios como nematodos, anélidos, larvas de insectos, etc... La parte iluminada se puede recubrir de algas verdes y la película biológica varía entre gris blanquecino y negro.

Respecto a la distribución del agua residual sobre el lecho, el sistema más corriente es un dispositivo giratorio que consta de dos o más tuberías horizontales, que se mantienen a pocos centímetros por encima del medio, mediante una columna central. El agua residual sube por el interior de la columna, pasa por las tuberías horizontales y cae sobre el medio por los orificios situados a lo largo de uno de los lados de cada una de las tuberías. El movimiento rotativo de los brazos se logra por la acción de empuje producida por el agua que sale por los orificios, o por algún procedimiento mecánico

Un factor muy importante a tener en cuenta, es el bajo consumo energético de este proceso, frente a lodos activos en cualquiera de sus variantes, ya que la circulación de aire a través del filtro, es un movimiento de convección, basado en la diferencia de temperatura entre el aire atmosférico y el agua residual

### LECHO MÓVIL. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Como ya se ha comentado en la ficha destinada a la descripción de filtros percoladores, dentro de los sistemas de tratamiento aeróbicos adheridos a lecho, encontramos dos variantes: que los soportes se encuentren en posición fija (filtros biológicos, lechos bacterianos o filtros percoladores) o que las partículas de soporte no se encuentren en posición fija (como ocurre con los lechos fluidizados o lechos móviles, o reactores biológicos en lecho móvil- SBBR-). En esta ficha se trata este último sistema de tratamiento.

El principio de depuración es el mismo que el de los filtros percoladores: aprovechar la gran superficie específica de un conjunto de piezas de materiales plásticos sobre los que se produce la adhesión y el crecimiento de la materia orgánica. Sin embargo en éste el sistema es claramente diferente, puesto que el soporte plástico inerte se mueve dentro de un reactor de fangos activados, es decir, que no se trata de un lecho fijo sino de un sistema móvil.

El sistema puede diseñarse potenciando las digestiones aeróbicas (si la agitación es generada por sistemas de aireación de tipo turbocompresor similar al de los fangos activados convencionales) o haciendo que primen las digestiones anaeróbicas (en ese caso la agitación se realiza mediante sistemas mecánicos).

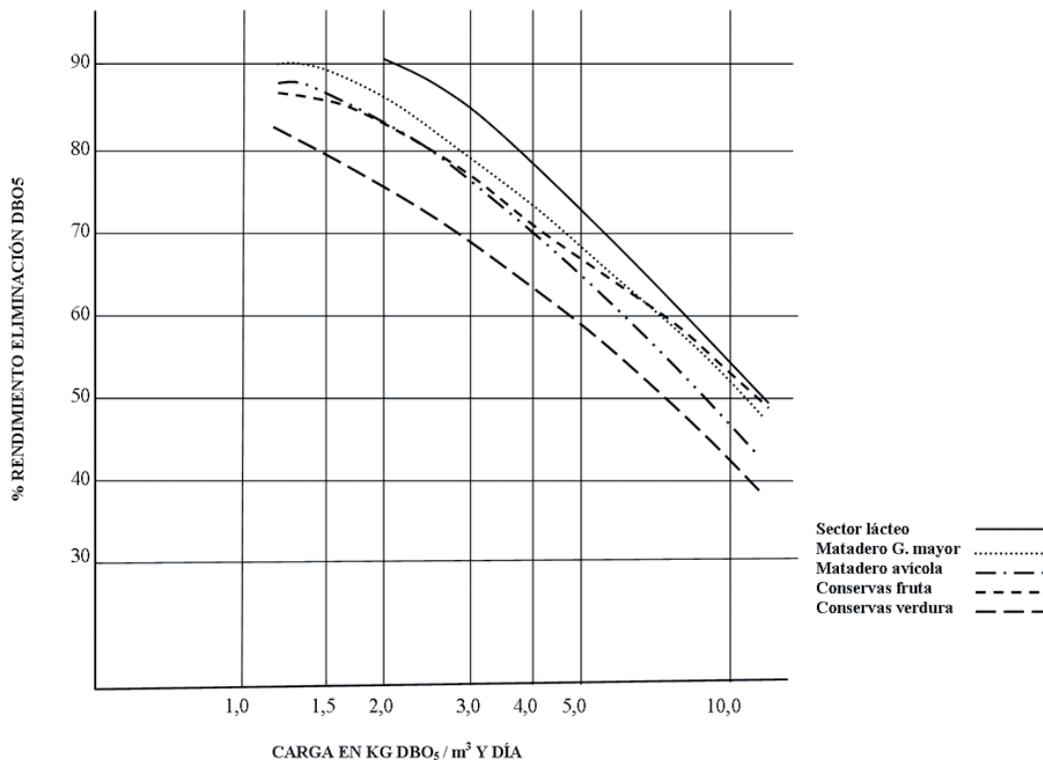
Los soportes de plástico (polipropileno) deben tener una densidad media (1g/cm<sup>3</sup>) para que el movimiento en el interior del lecho resulte fácil y no tienda a decantar ni a flotar. A su vez, a diferencia de lo que ocurre con los filtros percoladores, tienen un diámetro muy pequeño (del orden de dos centímetros) y proviene una superficie de biomembrana efectiva de entre 400 – 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, es decir, una enorme superficie de contacto útil por cada metro cúbico de material.

Como ocurre en los filtros percoladores la pieza plástica queda cubierta de una biopelícula en la que se dan condiciones de anaerobiosis en la parte interior de la misma (aquella que está en contacto con el soporte). Cuando la cubierta de materia orgánica tiene el espesor crítico necesario, ésta se desprende y cae al fondo del depósito. Para extraer el exceso de fangos producido se utilizan decantadores similares a los primarios.

Una importante ventaja de este sistema es que permite el aprovechamiento de sistemas de fangos activados ya existentes sin modificaciones significativas y sin más inversión que la compra del propio relleno. Las principales ventajas de este sistema radican en la menor necesidad de volumen de reactor y en utilizarse decantadores de clarificación más pequeños, además de resultar muy flexibles. Por otro lado la recirculación de fangos no resulta necesaria, los problemas de atascamiento son mucho menores, las tasas de nitrificación y desnitrificación son mayores que en otros sistemas, admite elevadas cargas. (LARREA URCOLA, A, et al, 2004.) Algunos de los resultados de rendimiento alcanzan valores de un 90-95% de eliminación de DQO en sectores como el vitivinícola.

## FILTROS PERCOLADORES. DATOS DE UTILIDAD

Rendimiento de lechos bacterianos con materiales plásticos (según Ronzano y Dapena, 1995.)



Para el cálculo de estos filtros no se dispone de una ecuación universal, utilizándose una serie de fórmulas empíricas, que correlacionan el tamaño del filtro con la eliminación de materia orgánica. Hay que tener en cuenta que la DBO que se elimina por paso a través de un lecho bacteriano, depende de la naturaleza del influente, de su carga hidráulica, de la temperatura y del material de relleno.

**Fórmula de Velz**

En ésta la concentración de materia orgánica disminuye con la profundidad del lecho. El problema de esta fórmula es suponer que la carga hidráulica no le afecta y también la constante.

$L_d$  = DBO a la profundidad  $p$  en mg/l.

$L$  = DBO de entrada al filtro en mg/l.

$D$  = Profundidad en pies.

$k$  = Constante de Velz.

$k = 0,1505$  para alta carga

$k = 0,175$  en baja carga a 29°C.

la constante de Velz para otras temperaturas se obtiene según:

$$k = k_{20}(1.047)^{T-20}$$

Si no hay recirculación  $L$  coincide con la DBO de entrada, en caso contrario  $L$  se calcularía:

donde:

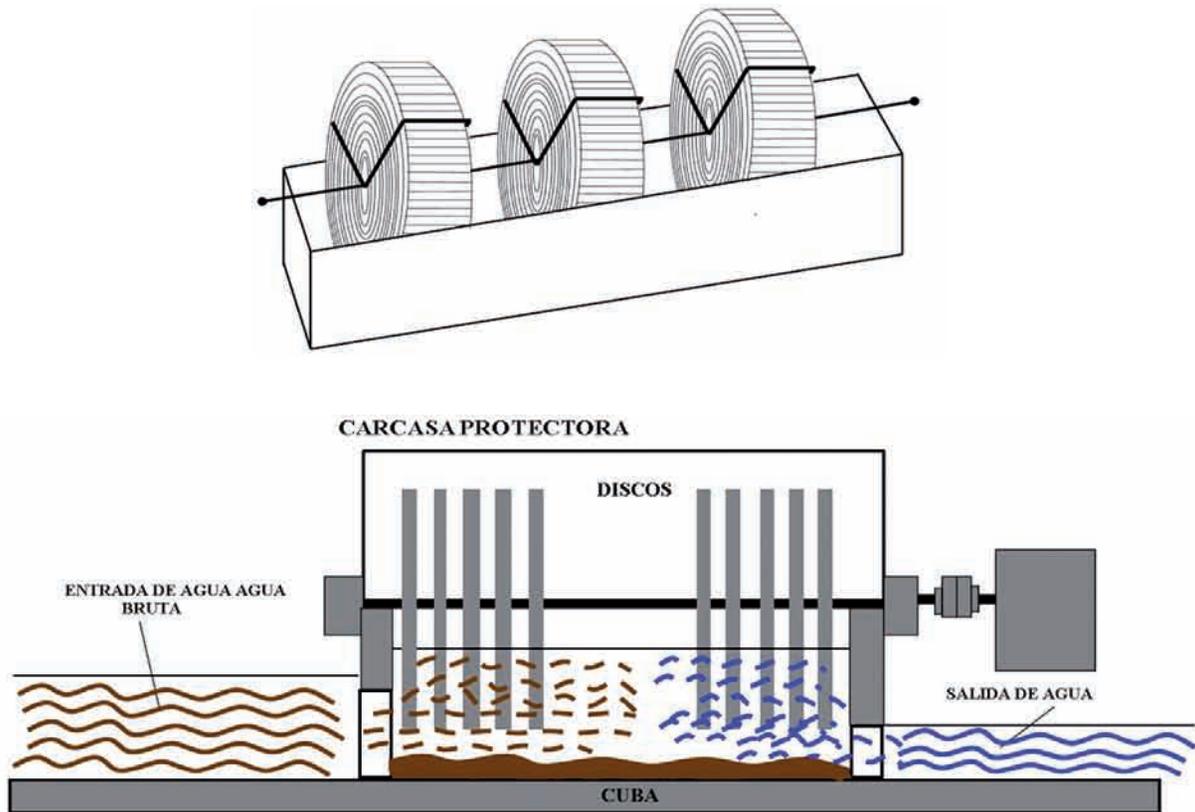
$L_0$  = DBO del agua a tratar en mg/l.

$L_e$  = DBO del efluente en mg/l.

$r$  = recirculación en tanto por uno.

$$L = \frac{L_0 + L_e}{1 + r}$$

### CROQUIS SISTEMA BIODISCOS (CBR)



### BIODISCOS (CBR). DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

También llamados contactores biológicos rotativos (CBR).

Suelen ser discos de material plástico o metálico, parcialmente sumergidos 40% en el agua a tratar y que giran a baja velocidad.

El movimiento de giro del eje hace que el disco cambie de posición, emergiendo la parte sumergida y viceversa. Cuando la parte sumergida entra en contacto con el aire arrastra una parte del agua acumulada en su superficie de contacto, desarrollándose de forma natural una película de materia orgánica o biofilm.

Según crece la película, llega un momento que por su propio peso y por el efecto de la rotación, cae y pasa a estar en suspensión en el agua, con lo que se puede separar por decantación, u otro procedimiento físico. También el propio dispositivo puede estar diseñado como sistema de decantación integrado.

Los tratamientos primarios, aguas arriba del proceso con los CBR, pueden ser los mismos que los de una instalación clásica. En algunas instalaciones, se puede sustituir la decantación primaria por un tamizado fino, por razones de economía y ahorro de espacio.

Los contactores biológicos se pueden colocar en serie, en paralelo o en serie-paralelo para formar una o más líneas de tratamiento. En instalaciones donde estén previstas fluctuaciones estacionales de producción, se pueden desactivar una o más líneas durante el período de menor entrada de agua a la instalación. Cuando los caudales aumentan, se vuelven a poner en servicio.

Aguas abajo de los CBR las fases de tratamiento son las mismas que en un proceso convencional, teniendo en cuenta que no es necesario mantener una recirculación de fangos y como consecuencia las dimensiones del decantador secundario serán menores. (Muñoz, JM. en TRAGSATEC, 1993)

Dentro de los contactores biológicos rotativos hay que diferenciar entre los Biodiscos y los Biocilindros. Estos últimos son una versión modificada de los primeros y en ello el biocilindro (formado por chapa perforada) se encuentra relleno de elementos sueltos desordenados (el medio soporte) sobre los que se fija el biofilm.

### Campo de Utilización

El proceso de oxidación con los CBR puede aplicarse en la depuración de aguas biológicamente tratables de cualquier procedencia (civil o industrial) para:

Nuevas instalaciones en las que están previstas todas o algunas de las fases antes dichas.

Instalaciones existentes de rendimiento insuficiente o subdimensionadas situadas antes o después de fases de oxidación para aumentar los rendimientos.

En procesos mixtos, montados en depósitos de oxidación existentes y que funcionan por lodos activos y con el fin de incrementar los rendimientos y aumentar la cantidad de carga contaminante tratable.

Tratamientos terciarios (nitrificación y desnitrificación) para completar los tratamientos del carbono ya existentes.

### Características típicas del proceso y comparación con otros

Las características del proceso con CBR se pueden resumir así:

- Notable elasticidad, siendo capaces de absorber elevadas puntas de cargas orgánicas e hidráulicas sin graves inconvenientes.
- No es necesario recircular los fangos.
- Los controles a realizar son muy escasos ya que el proceso se desarrolla de forma automática.
- No es necesario controlar el nivel de oxígeno disuelto en el depósito de tratamiento.
- El nivel de ruidos es muy bajo.
- Ausencia de olores y aerosoles.
- Las dimensiones de los depósitos de oxidación y decantación son menores que en otros procesos, lo cual abarata los costes de instalación.
- Es posible la eliminación parcial del nitrógeno amoniacal.
- Al estar cubiertas las superficies de los tanques de los CBR, se mantiene una temperatura más elevada del agua, lo cual favorece el rendimiento.
- Reducido consumo energético (un tercio que en fangos activados para el mismo nivel de depuración). (Muñoz, JM. en TRAGSATEC, 1993)
- Por otro lado, ha de indicarse que la inversión inicial resulta elevada y que ha de aportarse material de soporte inicial. Además ha de mencionarse el coste elevado de los materiales y recambios, el hecho de que el dimensionamiento ha de ser generoso, su rendimiento es ligeramente inferior a los de otros sistemas, el pretratamiento previo ha de estar bien controlado y los reactores han de cubrirse en época fría.

### Elementos del CBR

- Celda. Las celdas pueden ser de obra civil o de construcción metálica. Cada celda puede contener un sólo CBR o varias unidades colocadas en serie separadas por pantallas deflectoras.
- Un eje cilíndrico dispuesto para ser soportado por los extremos. Uno de los extremos está preparado para recibir el motorreductor de accionamiento.
- Una estructura radial, capaz de soportar los discos. La estructura ha de estar diseñada de forma que permita la subdivisión del biodisco en etapas.
- Los discos. Se fabrican con materiales como PVC y polietileno de alta densidad. Tienen un aspecto superficial corrugado. Sus configuraciones son variadas pero siempre buscando una gran superficie específica.
- Un conjunto motor-reductor calado directamente sobre el eje, capaz de funcionar las 24 horas del día.

### Cubierta y accesorios

Los CBR deben trabajar en un lugar resguardado de la luz solar para evitar el crecimiento de algas, dañinas para el proceso. En el caso de una instalación normal a la intemperie, es necesario disponer una cubierta de bóveda construida en vitrorresina. Dicha cubierta está provista de cabeceros para su anclaje y lleva ventanas para inspección, así como entradas de aire para el proceso biológico. Cuando en el proceso existe una subdivisión en etapas, existen también unos tabiques de vitrorresina, que se montan sobre carriles de acero inoxidable, anclados al hormigón del depósito. Estos tabiques se desmontan fácilmente en caso de necesidad.

| RENDIMIENTO                                    |                 |         |         |           |         |                    |                  |                 |                |                  |
|--|-----------------|---------|---------|-----------|---------|--------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Fuente   | RENDIMIENTO (%) |         |         |           |         |                    | CONDICIONANTES   |                 |                |                  |
|  | MES             | DBO5    | DQO     | Nitrógeno | Fósforo | Coliformes fecales | Carga hidráulica | Carga orgánica  | Picos extremos | Temperatura alta |
| 1  | 80 a 90         | 80 a 90 | 70 a 85 | 20 a 25   | 10 a 30 | 80 a 90            | 0,2(1)           | 0,15 a 0,30 (2) | ***            | ***              |
| 1) m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> de disco/día |                 |         |         |           |         |                    |                  |                 |                |                  |
| (2) kg DBO5/m <sup>2</sup> /día                |                 |         |         |           |         |                    |                  |                 |                |                  |
| *** Óptimo **Bueno *Aceptable                  |                 |         |         |           |         |                    |                  |                 |                |                  |

| FUENTE | DESCRIPCIÓN             |
|--------|-------------------------|
| 1      | Segura Cobo, J.C., 2009 |

## LAGUNAJE. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El tratamiento por lagunaje de aguas residuales consiste en el almacenamiento de éstas durante un tiempo variable en función de la carga aplicada y las condiciones climáticas, de forma que la materia orgánica resulte degradada mediante la actividad de bacterias heterótrofas presentes en el medio. Puesto que en la depuración por lagunaje no interviene para nada la acción del hombre, quien se limita a proporcionar un emplazamiento adecuado para las balsas, el lagunaje es un método biológico natural de tratamiento, basado en los mismos principios por los que tiene lugar la autodepuración en ríos y lagos.

En el caso de la depuración por lagunaje es conveniente hacer una excepción en lo referente a la clasificación "aeróbico-anaeróbico", puesto que en muchas ocasiones las lagunas de ambos tipos más las facultativas se combinan para dar lugar a sistemas de depuración completos. Además de esta clasificación básica también se utilizan otras relacionadas con sus características físicas, tales como la profundidad. Ambas clasificaciones están relacionadas, ya que las fuentes de oxígeno disuelto en lagunas son fenómenos de superficie. Estas fuentes de oxígeno son la actividad de las algas microscópicas y la reaireación a través de la interfase aire-agua. El lagunaje puede utilizarse para el tratamiento de aguas residuales industriales con altos contenidos en materias biodegradables, tales como los vertidos de centrales lecheras, mataderos y empresas conserveras. En especial, el lagunaje anaerobio constituye un excelente pretratamiento para estos vertidos, que poseen elevadísima carga orgánica y materias en suspensión .

### Inconvenientes del lagunaje:

Los principales inconvenientes de las lagunas de estabilización son la presencia de materia en suspensión en el efluente, debida a las altas concentraciones de fitoplancton, y ocupación de terreno, que es superior a la de otros métodos de tratamiento. Otro posible inconveniente de esta técnica cuando el efluente se va a reutilizar en riegos es que se producen pérdidas importantes de agua en verano debido a la evaporación.

Las lagunas de depuración resultan especialmente recomendable en dos casos: cuando no se haya de verter el efluente final en un cauce público o en aquellos casos en los que el terreno es abundante y barato.

### Ventajas del lagunaje:

- Elevada estabilización de materia orgánica
- Desinfección del efluente
- Flexibilidad de tratamiento (puntas de carga y caudal)
- Posibilidad de tratar vertidos industriales fácilmente biodegradables
- Fácil adaptación a variaciones estacionales
- Posibilidad de uso como sistemas reguladores para riegos
- Bajo coste de instalación y muy bajo de operación
- Nulo consumo energético
- Baja generación de fangos
- Biomásas potencialmente aprovechables.

### Tipos de laguna

Dependiendo de las reacciones biológicas dominantes, las lagunas pueden clasificarse en tres grupos: Anaerobias, Facultativas, Aerobias.

#### • Lagunas Anaerobias

Se caracterizan por la ausencia de oxígeno disuelto derivada de una escasa relación superficie profundidad. Son lagunas profundas, entre 2 y 5 m, reciben aguas residuales brutas (224-1.120 Kg DBO/Ha/día) y con una gran cantidad de sólidos en suspensión.

La carga orgánica es tan grande que toda la masa de agua se encuentra en condiciones anaerobias y la materia orgánica se degrada vía anaerobia. Los sólidos se ven también sometidos a una intensa digestión anaerobia a temperatura  $> 15^{\circ}\text{C}$ .

El tiempo de retención suele ser corto entre 2 y 3 días a un alto rendimiento (45-70 % de reducción de DBO5), utilizándose como pretratamiento en aguas con alta carga orgánica, suele ser de gran utilidad en aguas industriales. Su alimentación debe hacerse por el centro o por distintos puntos para favorecer la distribución del afluente ya que suele contener gran cantidad de sólidos en suspensión.

Las lagunas anaerobias se comportan como tanques de sedimentación-digestión, de forma que se retienen los sólidos sedimentables siendo mineralizados en el fondo de la laguna. Los sólidos deben retirarse tras periodos largos de uso.

Son por tanto un tipo de tratamiento que puede verse seguido por otros procesos aerobios que necesitan tratamiento primario, como lagunas facultativas, contactores biológicos rotativos, lechos bacterianos y lechos de turba (no es forzoso que tengan tratamiento primario estos últimos). Estas lagunas tienen una profundidad mayor de 3 metros y una carga orgánica elevada para mantener condiciones anaerobias. Se emplean fundamentalmente en climas templados y no debe usarse en zonas donde la media de temperatura esté por debajo de  $12^{\circ}\text{C}$ , durante más de dos meses al año. La extensión máxima recomendada de las mismas no ha de exceder la hectárea.

- Lagunas Facultativas

Con una profundidad entre 1 y 3 m, reciben agua bruta o bien procedente de balsas anaerobias. La carga admitida viene determinada por las condiciones climáticas de la zona, a mayor temperatura mayor carga orgánica de partida, para temperaturas de  $12^{\circ}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . respectivamente está el rango 180-440 Kg DBO/Ha/día. La reducción de DBO5 es también función de la temperatura variando entre 75-80 % con tiempos de retención entre 7 y 15 días. Para el mezclado dependen del viento o de procesos de recirculación.

En estas lagunas se pueden distinguir dos zonas, una superficial aerobia, donde se produce la oxidación de la materia orgánica a expensas del oxígeno procedente de la fotosíntesis y de la reaireación superficial, y otra más profunda anaerobia, donde se depositan los sólidos, y tiene lugar la degradación por hidrólisis produciéndose  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$ , así como ácidos que a su vez son transformados en metano.

La profundidad de este tipo de lagunas vendrá determinada por la climatología de la zona y las características del vertido, SS y DBO. Recordemos que la profundidad evita las variaciones de temperatura entre la noche y el día, y por tanto la producción de olores por escape de  $\text{CH}_4$  o  $\text{SH}_2$  y la elevación de fangos. Se puede decir que para temperaturas cálidas sin estación fría se puede dar una profundidad de 1,5 m para aguas sin sólidos y de 1m para aguas brutas. En zonas con variaciones estacionales se harán de 2 m para aguas sin sedimentar. En zonas con grandes variaciones de temperatura se construirán con una profundidad entre 2,5 y 3 m para las aguas brutas.

- Lagunas Aerobias

Son poco profundas, de 1-1,5 m, reciben efluentes poco cargados entre 70-224 Kg DBO/Ha/día, prevaleciendo las condiciones aerobias. Las reacciones que tienen lugar en ellas son la degradación aerobia y la fotosíntesis. Se utilizan principalmente en tratamientos adicionales de efluentes que proceden de otros tratamientos y por consiguiente con pocos sólidos suspendidos.

El oxígeno necesario se obtiene de la fotosíntesis de las algas y la reaireación superficial. En este tipo de lagunas se incluyen las lagunas de maduración, así como las lagunas aireadas, que poseen una aireación mecánica con lo que se consigue reducir el tiempo de retención disminuyendo los requerimientos de terrenos; y las lagunas de alta tasa de oxidación.

Otra clasificación utilizada en lagunas de estabilización considera la forma en que se produce la alimen-

tación y descarga del agua residual en la instalación. En función de los patrones de circulación utilizados, se tienen los tipos siguientes:

a) Lagunas continuas. Son aquellas en las que se produce la entrada y salida continua del agua residual y efluente. La mayoría de las lagunas para tratamiento de aguas residuales urbanas funcionan de acuerdo con este principio.

b) Lagunas semi-continuas o de descarga controlada. En este caso las lagunas se llenan con agua residual, que se almacena durante un período prolongado de tiempo, hasta que se inicia su vaciado. Este tipo de diseño se utiliza a menudo en zonas con grandes variaciones estacionales, o cuando la laguna de estabilización se utiliza simultáneamente como sistema regulador de riegos

c) Lagunas de retención total. Este tipo de lagunas se diseña de forma que el agua tratada se pierda por evaporación o infiltración en el terreno, con lo que no se produce su vertido final a un cauce público. Normalmente se trata de lagunas de poca profundidad y gran extensión para facilitar la evaporación del agua almacenada. Son muy poco frecuentes.

| RENDIMIENTO     |       |       |       |           |         |
|-----------------|-------|-------|-------|-----------|---------|
| RENDIMIENTO (%) |       |       |       |           |         |
| EQUIPO          | SSS   | DBO5  | DQO   | Nitrógeno | Fósforo |
| 1               | 50-65 | 50-60 | 45-50 | 0-15      | 0-5     |
| 2               | 0-70  | 60-80 | 55-75 | 30-60     | 0-30    |

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN         |
|--------|---------------------|
| 1      | Balsas anaerobias   |
| 2      | Balsas facultativas |

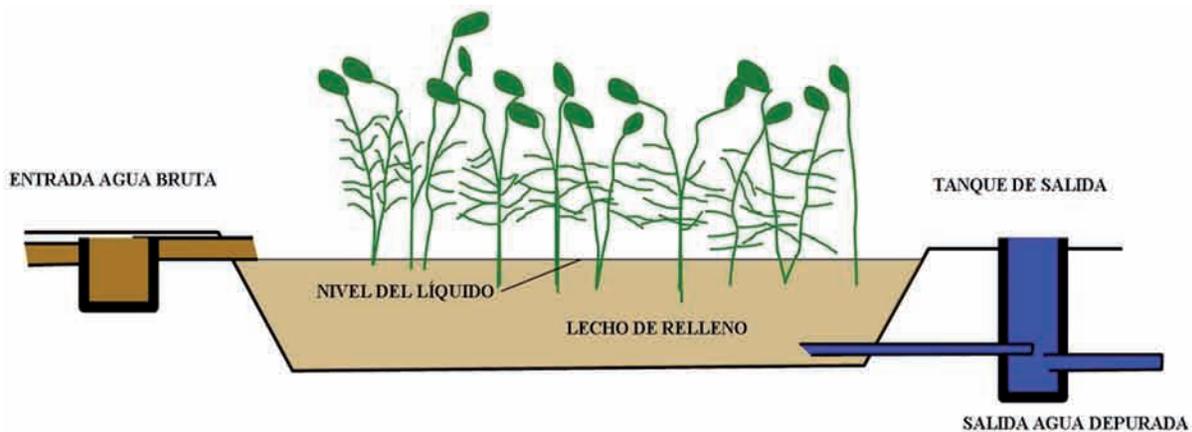
#### DIMENSIONAMIENTO SEGÚN MÉTODO ISRAELÍ

Caudal medio diseño "Qmed", en m<sup>3</sup>/día.  
Carga de DBO5 inicial "Ci", en Kg/m<sup>3</sup>.  
Sól. Suspensión "S.S.", en mg/l.  
Carga volumétrica "Cv" en Kg DBO5 /m<sup>3</sup>/día.  
Profundidad "H" en metros.

El método de cálculo se estructura en los siguientes pasos:

- Cálculo del volumen total de las lagunas "Vt".  
$$Vt (m^3) = Ci \cdot Qmed / Cv$$
- Volumen unitario "Vunit"  
$$Vunit (m^3) = Vt / N$$
  
Donde N: N° de lagunas en servicio: 2
- Superficie total requerida "St".  
$$St (m2) = Vt / H$$
- Superficie unitaria "Su".  
$$Su = St / N$$
- Tiempo de retención.  
$$tr = Vt / Qmed$$
  
Donde:  
tr: tiempo de retención (días)
- Carga superficial "Cs".  
$$Cs = Ci \cdot Qmed / St$$
- Concentración final DBO5 "Cf".  
$$Cf = Ci - r \cdot DBO5 \cdot Ci$$
- S.S. salida de laguna "S.S.".  
$$S.S.s = S.S.e - rs \cdot S.S.e$$
  
Donde: rendimiento en eliminación de S.S.y DBO5 en tanto por uno.

## CROQUIS FILTROS VERDES ARTIFICIALES



## LAGUNAJE. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Los filtros verdes tradicionales consistían en el vertido controlado de aguas residuales sobre una extensión de terreno donde se cultivan especies vegetales. Los mecanismos de depuración en este sistema tienen que ver con la intervención del suelo activo (edafodepuración) y de la vegetación plantada (macrofitodepuración). Sin embargo, los problemas de contaminación del manto freático, la generación de olores y molestias y la necesidad de enormes extensiones de terreno han hecho que el uso de este sistema para el tratamiento de aguas industriales sea prácticamente imposible, aún para aguas con baja carga de contaminación. Por ello, siguiendo el mismo principio general de aprovechamiento de la capacidad de depuración de las especies vegetales, se ha sustituido el sistema tradicional de filtros verdes por sistemas de depuración basados en plantas de crecimiento rápido consistentes generalmente en un monocultivo o policultivo de macrófitos, dispuestos en tanques, lagunas o zanjas poco profundas y con un tiempo de retención superior al de los sistemas convencionales. Este sistema recibe diferentes nombres: filtro verde artificial, laguna de macrófitas, filtro verde de macrófitas o, sencillamente, humedales artificiales.

La elección del tipo de planta depende de su adaptabilidad al clima de la región, de su capacidad de transporte de oxígeno al sistema radicular, de su tolerancia a la variabilidad de carga, de la facilidad de acceso a la especie en la zona de trabajo, de la facilidad para recolectarlas y de su fácil autogeneración.

Algunas de las especies de uso más habitual son los carrizos (*Phragmites* sp.), esparganios (*Sparganium* sp.), juncos (*Scirpus*, *Schoenus*), lirio de agua (*Iris pseudocorus*) y espadañas o eneas (*Typha* sp.). Las macrófitas utilizadas en procesos de depuración pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Macrófitos emergentes: aquellas plantas que tienen parte de su estructura vegetal dentro del agua, y otra parte aérea. Comprende especies como *Phragmites australis*, *Glyceria* sp., *Typha* sp., *Iris* sp.
- Macrófitos flotantes: incluye aquellas especies cuya raíz está en el sustrato y sus hojas flotan en la superficie del agua (como *Potamogeton natans*, *Nuphar* sp., *Nymphaea* sp.), y otras no enraizadas en el sustrato y cuyas hojas son también flotantes (por ejemplo *Lemna* sp., *Eichornia crassipes*).
- Macrófitos sumergidos: cuyos tejidos fotosintéticos se encuentran totalmente sumergidos en el agua, y generalmente sus flores son aéreas, por ejemplo *Elodea*, *Myriophyllum*, *Isoetes*, *Lobelia*.

El agua de entrada se homogeneiza mediante un depósito o balsa y seguidamente se introduce en el filtro vegetal. El efluente se produce por rebose del vaso. Si se considera necesaria la recirculación del agua, ésta

se realiza mediante una bomba colocada en arqueta o bien en el interior del vaso. La balsa o depósito es un vaso estanco, impermeabilizado de forma artificial, que se rellena con un material inerte seleccionado sobre el cual son directamente plantadas las macrofitas. En la entrada y en la salida se dispone un sistema de filtrado o drenaje.

Una vez estabilizado el sistema, se produce una gran cantidad de biomasa, que debe ser retirada mediante cortes periódicos para que el sistema siga bombeando nutrientes. Esta biomasa puede superar los 2 kg/m<sup>2</sup> de materia seca anual en el caso de la enea (*Typha latifolia* L.), que puede ser utilizada en alimentación ganadera o con fines energéticos .

Habitualmente los sistemas de depuración basados en humedales artificiales se emplean como elementos auxiliares a sistemas de tratamientos convencionales de aguas residuales. Su objetivo suele ser el “afino” de aguas residuales parcialmente tratadas.

El proceso depurador de las macrófitas actúa de la siguiente forma:

1. Eliminación de sólidos en suspensión: fenómenos de filtración a través del conjunto que forman el sustrato (sobre el que crecen las plantas) y las raíces de las macrófitas.
2. Eliminación de la materia orgánica: Las plantas actúan como sistema de aireación, suministrando, a través de sus raíces, el oxígeno necesario para la degradación aerobia. En zonas profundas pueden darse condiciones de ausencia de oxígeno produciéndose degradaciones anaerobias.
3. Eliminación de nitrógeno:
  - Absorción directa por las plantas .
  - Procesos de nitrificación-desnitrificación, que se ven favorecidos por la existencia de zonas aerobias y anaerobias
4. Eliminación del fósforo :
  - Absorción directa por las plantas
  - Fenómenos de adsorción sobre los componentes del suelo
5. Eliminación de patógenos:
  - Toxicidad que sobre los organismos patógenos ejercen los antibióticos producidos por las raíces de las plantas
  - La acción depredadora de bacteriófagos y protozoos

#### Ventajas del sistemas:

Tratamiento primario, secundario y terciario, sin gasto energético, ausencia de fango en el tratamiento secundario, sin emisión de malos olores ni ruidos, ausencia total de uso de productos químicos, mantenimiento prácticamente nulo, reducido a labores fitosanitarias preventivas, coste de implantación al menos 10 veces menor que una depuradora tradicional, regeneración de efluentes > 90 % en DBO, DQO, ST y N.

#### Inconvenientes del sistema

Exige una superficie de terreno grande para su implantación (5 m<sup>2</sup> ) por habitante equivalente, se generan lodos en el tratamiento primario, si bien, si se emplean Tanques Imhoff la retirada de estos lodos se espacia en el tiempo

### Los Filtros mediante Macrófitas en Flotación

El sistema de depuración mediante macrófitas en flotación es una nueva técnica que utiliza plantas de tipo emergente transformadas artificialmente en flotantes. La novedad del sistema consiste en conseguir que plantas que naturalmente se encuentran enraizadas en el fondo de los cursos de agua o en sus orillas, se desarrollen y lleguen a completar su ciclo vital flotando en canales impermeabilizados. Para ello las plantas se mantienen embridadas en una estructura de soporte plástica que impide que se hundan.

Este tipo de filtro es capaz de realizar un tratamiento secundario y terciario del agua residual, eliminando materia orgánica, fósforo y nitrógeno. Al crecer flotando, estas especies forman una masa de raíces y rizomas que ocupan todo el volumen de la laguna quedando sumergidas, y obligan a que el agua circule por ese lecho de biomasa, que actúa a su vez de soporte de los microorganismos que digieren la materia orgánica. Una ventaja interesante del sistema es la facilidad de cosecha de la biomasa, que no implica la destrucción del cultivo al no estar la vegetación enraizada en el fondo de la balsa.

Una importante ventaja del sistema es la posibilidad de naturalización y regeneración de EDARs integrando el FMF sobre la misma superficie del agua en reactores de aireación prolongada, decantadores y clarificadores, con mejoras de eliminación > 80 % y ahorro energético y de fangos > 80%.

Ha sido implantado con éxito en explotaciones porcinas de entre 50 y 500 animales, como la de la Sociedad Cooperativa GAMUR (Ganaderos de Murcia)

El sistema ha sido desarrollado por el Departamento de Producción Vegetal Botánica de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid y está patentado por la Universidad Politécnica de Madrid.

### Ejemplo de tratamiento con macrófitas

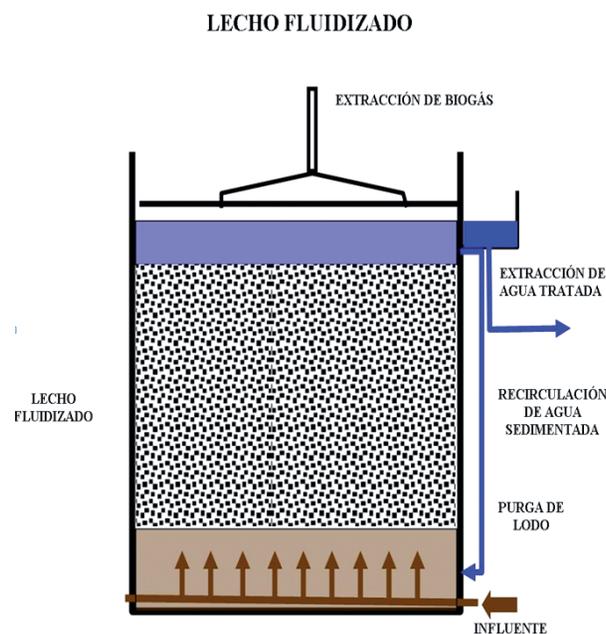
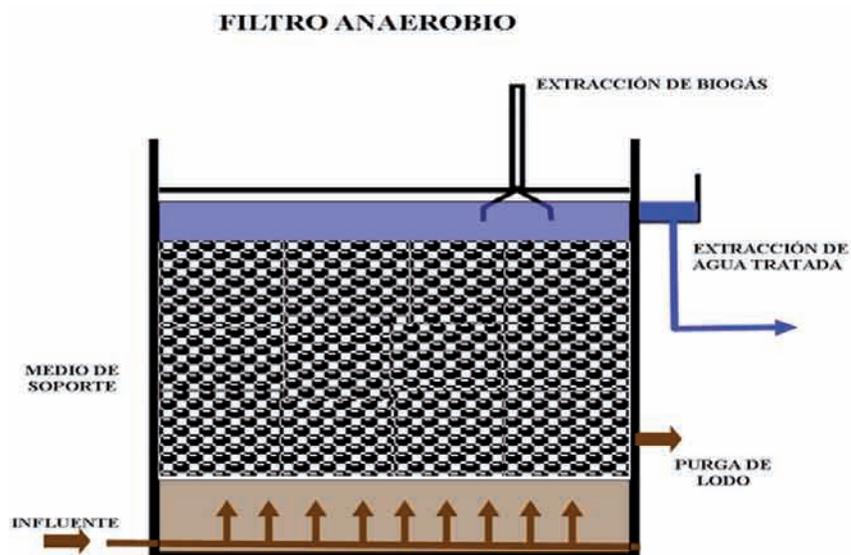
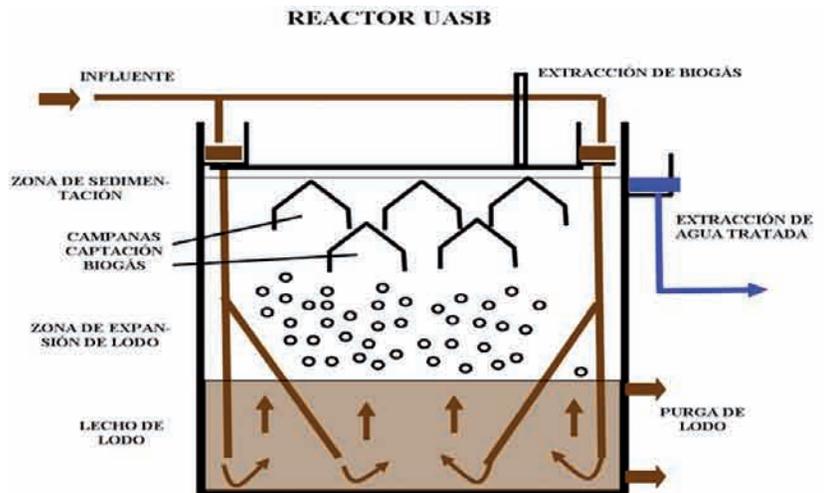
Tratamiento de purines de cerdo con humedales artificiales en tres lagunas documentado en (Cordero, M.C., et al 2003 )

- 1.-PRIMERA LAGUNA: Flujo superficial de 10 individuos de *Typha latifolia* por cada m<sup>2</sup> sobre un lecho de grava de 0,30 m. La profundidad de la lámina de agua son 0,25 m.
- 2.-SEGUNDA LAGUNA : Flujo subsuperficial. Sobre su lecho de grava de 0,60 m de profundidad, 10 individuos/m<sup>2</sup> de *Phragmites*
- 3.-TERCERA LAGUNA: trabaja con régimen de flujo subsuperficial. Lecho de grava de 0,60 m de profundidad. 10 individuos/m<sup>2</sup> de *Salix*

| RENDIMIENTO                   |                 |      |     |           |         |                    |                  |                |                |                  |
|-------------------------------|-----------------|------|-----|-----------|---------|--------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| Fuente                        | RENDIMIENTO (%) |      |     |           |         |                    | CONDICIONANTES   |                |                |                  |
|                               | MES             | DBO5 | DQO | Nitrógeno | Fósforo | Coliformes fecales | Carga hidráulica | Carga orgánica | Picos extremos | Temperatura alta |
| 1                             | 68              | 78   | 70  | 40        | 25      |                    |                  |                |                |                  |
| 2                             | 91              | 94   |     |           |         |                    |                  |                |                |                  |
| 3                             | 94              | 71   |     |           |         |                    |                  |                |                |                  |
| *** Optimo **Bueno *Aceptable |                 |      |     |           |         |                    |                  |                |                |                  |

| FUENTE | DESCRIPCIÓN   |
|--------|---|
| 1      | Tratamiento con lecho de carrizos con una superficie de 5m <sup>2</sup> /Hab equivalente, para agua residual urbana, en sistemas de flujo horizontal, como valores promediados de varias plantas. (Directrices europeas de diseño y manejo de los sistemas de tratamiento con lechos de carrizos) |
| 2      | Tratamiento con lecho de carrizos con una superficie de 5m <sup>2</sup> /Hab equivalente, para agua residual urbana. (TRAGSATEC, 1993)  |
| 3      | Tratamiento con doble lecho de carrizo con 4 m <sup>2</sup> /Hab equivalente (García et al, 1997)   |

CROQUIS



## TRATAMIENTOS ANAERÓBICOS. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

El tratamiento anaerobio es un proceso biológico ampliamente utilizado en el tratamiento de aguas residuales. Cuando éstas tienen una alta carga orgánica, se presenta como única alternativa frente al que sería un costoso tratamiento aerobio, debido al suministro de oxígeno. El tratamiento anaerobio se caracteriza por la producción del denominado “biogás”, formado fundamentalmente por metano (60-80%) y dióxido de carbono (40-20%) y susceptible de ser utilizado como combustible para la generación de energía térmica y/o eléctrica. Además, solo una pequeña parte de la DQO tratada (5-10%) se utiliza para formar nuevas bacterias, frente al 50-70% de un proceso aerobio. Sin embargo, la lentitud del proceso anaerobio obliga a trabajar con altos tiempos de residencia, por lo que es necesario diseñar reactores o digestores con una alta concentración de microorganismos.

Realmente, es un complejo proceso en el que intervienen varios grupos de bacterias, tanto anaerobias estrictas como facultativas, en el que, a través de una serie de etapas y en ausencia de oxígeno, se desemboca fundamentalmente en la formación de metano y dióxido de carbono. Dichas etapas son:

- **Hidrólisis:** La hidrólisis es la ruptura de moléculas grandes, solubles e insolubles, en moléculas de menor tamaño que pueden ser transportadas dentro de las células y metabolizadas. En este proceso no se produce metano, y en la mayor parte de los casos supone una etapa que se desarrolla lentamente.
- **Formación de ácidos (acidogénesis) y acetato (acetogénesis):** Los productos finales de la hidrólisis son transformados en ácidos orgánicos de cadena corta, otros compuestos de bajo peso molecular, hidrógeno y dióxido de carbono. Estas bacterias son altamente resistentes a variaciones en las condiciones ambientales.
- **Metanogénesis:** La formación de metano, siendo éste el último producto de la digestión anaerobia, ocurre por dos grandes rutas: La primera de ellas, es la formación de metano y dióxido de carbono a partir del principal producto de la fermentación, el ácido acético y la segunda es la reducción del dióxido de carbono a metano a partir del hidrógeno. La metanogénesis es la etapa crítica en el proceso de degradación, por las características de las bacterias que la llevan a cabo, y por ser la más lenta de todo el proceso. En buena medida, la digestión anaerobia se ha de llevar a cabo en las condiciones óptimas para el buen funcionamiento de estas bacterias metanogénicas. (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ-ALBA, A. et al, 2006)

Dado el bajo crecimiento de las bacterias metanogénicas y la lentitud con la que llevan a cabo la formación de metano, es necesario desarrollar diseños en los que se consiga una alta concentración de microorganismos en su interior si se quiere evitar el utilizar reactores de gran tamaño. Para conseguirlo, habitualmente es necesario que el tiempo de retención hidráulico sea inferior al tiempo de retención de sólidos y esto se puede hacer por distintos medios. Los sistemas más habituales se describen a continuación.

### Proceso discontinuo o por cargas

Este es uno de los sistemas más elementales. El material que se va a digerir se introduce en un depósito y tras ajustar su grado de humedad se deja hasta el final del proceso. Si dicho material no contiene una flora microbiana adecuada o suficiente, puede añadirse un inóculo procedente de otro digestor anaerobio. Es un proceso lento e ineficaz, ya que el control del equipo es muy deficiente y la cantidad de biogás aprovechable es pequeña, debido a la cantidad de aire y dióxido de carbono que contiene. Se aplica al tratamiento de residuos con alto contenido en sólidos, como por ejemplo, los excrementos de vacuno.

### Digestor monoetapa

Consiste en un reactor continuo de tanque agitado que puede operar de forma continua y discontinua. Es

un procedimiento habitual para la digestión de lodos procedentes de otros procesos de depuración pero resulta poco eficaz como sistema de depuración único. Su principal inconveniente es que exige grandes tiempos de retención (mínimo 10 ó 15 días) y velocidades de carga que no superen los 2 kg de DQO/m<sup>3</sup>.d. Un problema añadido a estos equipos es la pérdida de volumen útil por la aparición de caminos preferentes, hecho que exige una gran eficacia en la homogeneización.

### Reactor de contacto

Implantado con mucho más éxito en actividades industriales. Se trata de un digestor monoetapa al que se ha acoplado un sistema de separación de lodos del efluente, lo que permite su recirculación al digestor. Se puede decir que trata del equivalente al proceso de fangos activados aerobio. Consiste, por lo tanto, en un tanque cerrado con un agitador donde tiene una entrada para el agua residual a tratar y dos salidas, una para el biogás generado y otra para la salida del efluente. Mediante la recirculación de parte de los lodos al digestor se logra mantener una alta concentración de biomasa en el mismo, por lo que el tiempo de retención de sólidos biológicos en el reactor es superior al tiempo de retención hidráulico, lo que permite aumentar mucho la velocidad de carga orgánica del influente. Para el correcto funcionamiento de estos equipos ha de controlarse especialmente bien la homogeneidad de la distribución del contenido del reactor (conseguida mediante agitación mecánica o reinyección de parte del biogás), la desgasificación eficaz de efluente antes de realizarse la separación de fangos y el diseño del sistema de separación de los mismos.

### Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB, Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

A diferencia del anterior, se trata de un sistema con sedimentación interna, hecho que soluciona el problema de la recirculación de lodos.

Este sistema, desarrollado en Holanda (Lettinga et al., 1979) con el nombre de UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), ha experimentado un gran desarrollo en la última década. La retención de los microorganismos en el digestor, que se opera siempre con flujo ascendente, se consigue favoreciendo la floculación de los lodos en unas condiciones adecuadas. Se trata de un reactor cuyo lecho está formado por gránulos de biomasa. Estos gránulos son porosos y con una densidad poco mayor que la del líquido, con lo que se consigue un buen contacto de éste con la biomasa. Con un sistema situado en la parte superior del digestor se separan los lodos tanto del gas como de la corriente líquida, con lo que se favorece su retorno al compartimento de digestión, situado debajo del sistema de separación.

Existen tres factores críticos en el diseño de estos equipos: distribución homogénea del influente al reactor, desarrollo de un lodo con buenas características de sedimentación y adecuado diseño del sistema de separación de las tres fases.

El tipo de agua a tratar es un factor que condiciona notablemente el diseño de estas unidades, que en la actualidad están siendo utilizadas incluso para depurar aguas urbanas que hasta hace poco se consideraban no idóneas para ser tratadas mediante digestión anaerobia debido a su baja carga. La presencia de sólidos no degradables, que ocuparían el lugar del lodo activo o la generación de lodo floculante o granular, son factores muy importantes.

Cuando se recircula parte del biogás, inyectándolo en la parte inferior de equipo, consiguiendo una expansión del manto de lodos, y por lo tanto, una buena mezcla, se habla de reactores EGSB (Expanded granular sludge blanket).

Algunos ejemplos citados en bibliografía son:

- Instalación en la azucarera, que consta de un digestor con un volumen total de 1.600 m<sup>3</sup> diseñado para operar a VCO de 10 kg DQO/m<sup>3</sup> d y TRH 12 h con un influente con 5 kg DQO/m<sup>3</sup>

- Planta depuradora de cervezas, que consta de 2 digestores de 1.366 m<sup>3</sup> cada uno y fue diseñada para tratar un influente con 4,6 kg DQO/m<sup>3</sup> operando con una VCO de 13,4 kg DQO/m<sup>3</sup> d y un TRH de 8,2 h.
- Digestor de 380 m<sup>3</sup> instalado en conservera de atún, diseñado para tratar las aguas de alta carga con una VCO de 4-6 kg DQO/m<sup>3</sup> d y TRH 1-2 días. (Bueno et al, 1997)

### Filtro anaerobio

Se trata de un depósito relleno con un material sobre el cual se adhieren los microorganismos anaerobios, formando una biopelícula de espesor variable. El lecho permanece inmóvil en el interior del equipo (de igual forma que ocurriría en un filtro percolador aeróbico), estructurado habitualmente en forma de columna. El agua se hace circular a través del lecho con flujo ascendente o descendente, entrando en contacto con la biopelícula. Al aumentar el espesor de ésta, se desprende del soporte y abandona el filtro como lodo, aunque una buena parte permanece activa retenida en los espacios huecos del relleno.

Como material de relleno se han utilizado materiales naturales (piedras, conchas de moluscos...) y, más habitualmente en la actualidad, rellenos comerciales (anillos y esferas cerámicas o de vidrio, tubo de plástico corrugado, paneles modulares plásticos, etc...)

Los filtros anaerobios son sistemas tradicionalmente utilizados en muchas depuradoras de aguas residuales industriales con alta carga orgánica. Resisten muy bien alteraciones de carga en el influente pero no aceptan gran cantidad de sólidos en suspensión con el influente. El rango típico de cargas tratadas desde 5- 15 KgDQO/m<sup>3</sup>-día. Entre las ventajas de estos equipos han de descarse su rápida puesta en marcha, la posibilidad de trabajar intermitentemente (muy importante en industrias con actividad estacional).

Como referencias citadas en bibliografía puede mencionarse el tratamiento de vinazas (24 kg DQO/m<sup>3</sup>) de alcoholeras con dos digestores de 4000 m<sup>3</sup> diseñados con una velocidad de carga orgánica de 8 kg DQO/m<sup>3</sup> y un TRH de 2,7 días. (Bueno et al, 1997)

### Digestor de película fijada (DSFFR)

Los digestores de película fijada, o DSFFR (Downflow Stationary Fixed Film Reactors) es una modificación del filtro anaerobio convencional. En él se utiliza un material de relleno orientado que forma canales verticales, efectuándose la alimentación por la parte superior del digestor, pudiendo operarse con o sin recirculación. Los flujos de líquido y gas son en contracorriente. En estos digestores prácticamente toda la biomasa está fijada a soporte, siendo muy importante la eficacia de la fijación.

### Digestor/reactor de lecho fluidizado (RALF)

Son columnas en cuyo interior se introducen partículas inertes de alta densidad y pequeño tamaño (1-5 mm) que son el soporte de la biopelícula bacteriana que lleve a cabo la degradación anaerobia.

Para que las partículas permanezcan fluidizadas (en suspensión), es necesario realizar una recirculación del líquido. Este tipo de equipos se han comprobado como muy eficaces, al menos en escala laboratorio o planta piloto (Rodríguez Fdez-Alba, et al., 2006). Se consiguen muy altas concentraciones de microorganismos, así como una muy buena mezcla en el lecho.

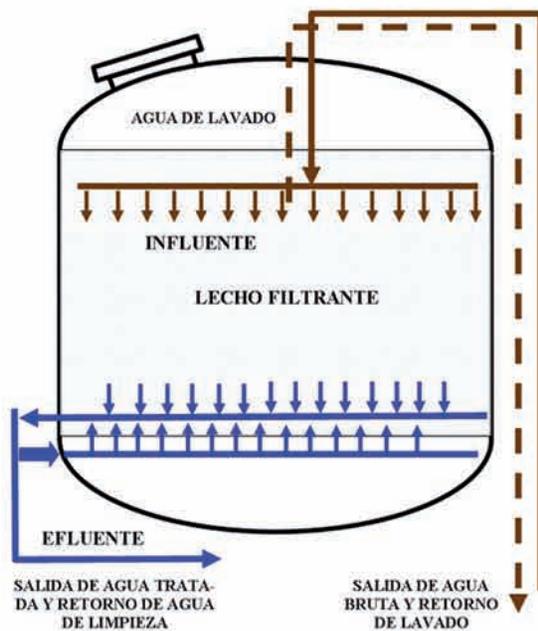
Como proyecto de referencia citado en bibliografía puede mencionarse el tratamiento de vertidos de una cervecera en Madrid, mediante cinco reactores de 165 m<sup>3</sup> con un relleno de soporte de biolita que opera con velocidades superficiales de 6,10 m/h, VCO de 60 kg DQO/m<sup>3</sup>.d y TRH de 3 h.

| PARÁMETROS DE INTERÉS |                        |   |  |                        |  |                                 |                                       |
|-----------------------|------------------------|---|--|------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Reactor               | DQOENTRA-<br>DA (mg/l) | TIEMPO DE<br>RETENCIÓN<br>HIDRÁULI-<br>CO | CARGA OR-<br>GÁNICA<br>-VCO-<br>(KG DQO/m <sup>3</sup><br>día) | Eliminación<br>DQO (%) | Concen-<br>tración de<br>biomasa kg<br>SSV/ m3 | Tiempo de<br>arranque<br>(días) | Carga del<br>influyente<br>kg DQO/ m3 |
| De contac-<br>to      | 1500<br>5000**         | a 2 a 10 h**                              | 0,5 a 2,5**  | 75 a 90**              |  |                                 |                                       |
| UASB                  | 300<br>80000           | a 8 a 48 h*                               | 5 a 25*  |                        | 10 a 40*                                       | 30 a 90*                        | 0,3-80*                               |
| UASB EGSB             | 5000<br>15000**        | a 4 a 12 h**                              | 15 a 25**  | 75 a 85**              |  |                                 |                                       |
| Filtro anae-<br>robio | 10000<br>20000**       | a 24 a 48 h**                             | 5 a 55**   | 75 a 85**              |  |                                 |                                       |
|                       |                        | 12 a 72 h*                                | 10 a 40*   |                        | 5 a 15*  | 20 a 60*                        | 0,5 a 30*                             |
| DSFFR                 |                        | 24 a 72 h*                                | 5 a 15*  |                        | 10 a 20*                                       | 60 a 90*                        | 2 a 30*                               |
| RALF                  | 5000<br>10000**        | a 5 a 10 h**                              | 5 a 10 **  | 80 a 85**              |  |                                 |                                       |
|                       |                        | 2 a 10 h*                                 | 10 a 40*   |                        | 10 a 40*                                       | 2 a 3*                          |                                       |

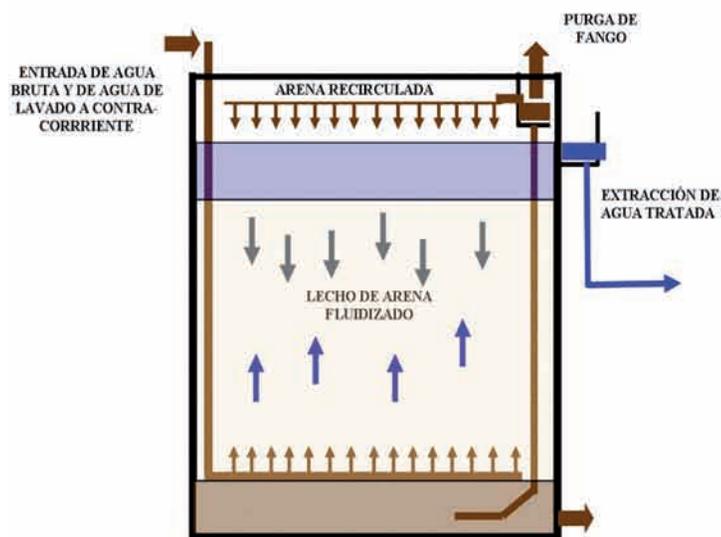
| FUENTE |   |
|--------|---|
| *      | BUENO ET AL, (1997)   |
| **     | RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ-ALBA, A. et al, 2006  |
| 3      | Tratamiento con doble lecho de carrizo con 4 m <sup>2</sup> /Hab equivalente (García et al, 1997) |

CROQUIS

**FILTRO DE ARENA A PRESIÓN DE FLUJO DESCENDENTE**



**FILTRO DE ARENA DE FLUJO ASCENDENTE**



## TRATAMIENTOS TERCIARIOS. FILTRO DE ARENA

La filtración es una operación de separación que se aplica cuando la presencia de sólidos es pequeña y que se puede considerar como una operación de afinado. Por todo ello, se ha desarrollado, fundamentalmente, en el tratamiento de aguas potable; en el campo de las aguas de proceso industrial queda prácticamente restringida a los casos de posible reutilización del agua o de exigencias de vertido a cauce especialmente estrictas.

En los procesos de filtrado el material filtrante no actúa de forma similar a un simple tamiz; de hecho, este concepto es erróneo ya que las propiedades de la separación vienen reguladas por el propio precipitado, que se dispone en forma de una torta, a través de la cual a de pasar el filtrado. Para lograr esto hace falta una diferencia de presión. Las distintas técnicas de filtración difieren en la naturaleza de esta presión (Bueno et al, 1997). Sin embargo, los filtros pueden clasificarse según otros criterios: en función de su velocidad puede hablarse de filtros rápidos y lentos, dependiendo de su carga sobre el lecho filtrante puede tratarse de filtros por gravedad o presión y si se tiene en cuenta el sentido del flujo podemos estar ante filtros de flujo ascendente o descendente. Desde luego pueden darse diferentes combinaciones de las mencionadas características, que hacen que la clasificación de los filtros resulte compleja. En los procesos de filtración, ésta se produce, habitualmente, tras un proceso de coagulación-floculación.

### Filtros de gravedad o filtración a través de un lecho filtrante

Están formados por lechos de arenas (por su bajo coste y sencillez de uso es el material más habitual) de arena, antracita, granate y diatomeas, así como mezclas de los anteriores clasificados por tamaños. En ellos la presión que provoca la filtración es la carga hidrostática del propio líquido, conseguida con una altura de, aproximadamente, 1 m de agua sobre el lecho filtrante. Se utilizan cuando la cantidad total de materias a retener es grande y la dimensión de las partículas es relativamente pequeña. Para que el proceso sea eficaz, las partículas a filtrar deben penetrar profundamente en el lecho y no bloquearlo en superficie. Un buen funcionamiento del filtro depende del perfecto reparto del agua sobre la masa filtrante, de la regulación del caudal y del sistema de recogida del agua filtrada.

La filtración lenta se emplea generalmente en depuración de aguas de superficie sin coagulación ni decantación previa. Son las enzimas segregadas por las algas y microorganismos los que se fijan sobre la arena y ayudan a la coagulación de las materias coloidales. Para obtener buenos resultados, se necesitan generalmente tres etapas de filtración:

- filtros de desbaste 20 a 30 m<sup>3</sup>/24h m<sup>2</sup> de filtro
- prefiltros 10 a 20 m<sup>3</sup>/24h m<sup>2</sup> de filtro
- filtros finos 3 a 7 m<sup>3</sup>/24h m<sup>2</sup> de filtro.

Estos filtros son muy sensibles a un desarrollo fuerte de plancton, que puede atascar el filtro. El agua después del lavado del filtro está bastante cargada por lo que debe eliminarse al desagüe, y se debe esperar varios días para que se forme de nuevo la película biológica.

En el proceso de filtración rápida, el agua atraviesa el lecho filtrante a velocidades de 4 a 50 m/h. La filtración puede ser directa (cuando no se adicionan reactivos al agua a filtrar), filtración con coagulación sobre el filtro de un agua no decantada previamente, filtración de agua coagulada y decantada, filtración clásica (exclusivamente por vía fisicoquímica) o filtración biológica (con tratamiento biológico previo para eliminar la DBO).

El lavado del filtro se realiza mediante el empleo de un flujo a contracorriente, cada 24 - 48 horas de operación de filtrado.

De acuerdo con el número de capas presentes, los lechos se clasifican en lechos de medio único, medio

doble y medio triple, según presenten una, dos o tres capas, respectivamente. Cada capa presenta una distribución distinta de los sólidos del lecho y, en ocasiones, una diferencia de su naturaleza.

La mayor penetración de los sólidos a filtrar en el lecho permite una mayor duración del ciclo de filtrado .

Al igual que ocurre en los filtros a presión, el funcionamiento de un filtro se divide en dos fases: la de filtración propiamente dicha, y la de lavado. El lavado se realiza, como es de suponer, utilizando agua limpia que atraviesa el filtro. Resulta interesante que el proceso de limpieza no inutilice el filtro durante ese tiempo; para ello existe una opción que es la realización del lavado por zonas. Esto exige que el filtro se encuentre dividido en celdas estancas que puedan seguir operando mientras una de ellas es lavada. Para los filtros en los que se aplica este sistema combinado de filtrado y lavado es necesario disponer de un puente o mecanismo móvil que se desplaza alternativamente de un extremo a otro del filtro, lavándolo por zonas al mismo tiempo que se va evacuando la suciedad depositada sobre el medio filtrante (Segura Cobo, 2009)

Desde el punto de vista constructivo, los filtros de gravedad son tanques abiertos de hormigón o metálicos, habitualmente de planta rectangular. En la parte inferior se construye un falso fondo perforado dotado con boquillas colectoras para recoger el efluente.

### Filtros de presión

Son análogos a los de gravedad, sólo que están cerrados en una carcasa y utilizan la presión como fuerza impulsora. El tamaño efectivo está comprendido entre 0,5 y 0,6 mm, y el coeficiente de uniformidad máximo es aproximadamente de 1,7. El rango de presiones típicas a los que operan están entre los 6 y los 8 kg/cm<sup>2</sup>.

Los filtros a presión ocupan menos espacio que los de gravedad, pero presentan el inconveniente de que no se puede observar de forma visible el estado del lecho filtrante. Éstos, a su vez, se clasifican de acuerdo con su disposición, en:

Filtros verticales. Su diámetro está comprendido entre 0,4 y 3 m y su altura es de 0,5 a 2 m .

Filtros horizontales. Similares a los anteriores, presentan un diámetro aproximado de 2,5 m y una longitud de 3 a 8 m.

En los filtros a presión el agua sucia a tratar puede introducirse de dos formas distintas:

- En el sistema más habitual el agua se introduce por la parte superior y cae sobre la superficie filtrante. Conforme el agua va atravesando el filtro las partículas sólidas van quedando retenidas sobre el lecho. En los primeros centímetros queda una capa de suciedad superficial quedando ésta "tamizada". La pérdida de carga del filtro irá aumentando conforme crezca el grosor de esta capa y el agua atravesará todo el lecho del depósito hasta alcanzar las boquillas ranuradas practicadas bajo el lecho, que recogen el permeado. Puesto que el ensuciamiento de la capa superficial del filtro provoca la pérdida de carga del mismo, es necesario que se produzca periódicamente un proceso de lavado. Éste se produce a contracorriente, es decir, que se da en sentido contrario a la dirección en que se inyecta el agua sucia cuando se realiza la depuración. El agua o el aire de lavado (en ocasiones se mejora el sistema inyectando aire) entra por las mismas boquillas por las que sale el efluente en la fase de filtrado y atraviesa el lecho de abajo arriba, desprendiendo y arrastrando la suciedad hasta un aliviadero de rebose superior que la evacúa.
- En otro sistema menos frecuente el agua a tratar se introduce por el fondo del filtro, cruzando el lecho de arena de forma ascendente. Los sólidos quedan retenidos por contacto en la arena, el agua limpia aflora de ella por la parte superior y se evacúa por medio de aliviaderos. El sistema de lavado se compone de un intercambiador fluidificado de materia en suspensión a contracorriente. La arena a lavar es recirculada mediante una bomba de emulsión desde el fondo del filtro, enviándola a la parte superior y recorriendo en flujo descendente el lavador. Una parte del agua tratada se introduce por el fondo del

dépósito, recorriéndolo de forma ascendente y provocando el paso de sólidos suspendidos de la arena al agua de lavado.

Adsorción es la propiedad de ciertos materiales sólidos de fijar en su superficie especies químicas (moléculas o iones) de forma más o menos reversible. Es el proceso por el que los iones o las moléculas son retenidas sobre la superficie de un sólido con alta capacidad adsorbente. La sustancia adsorbida se denomina adsorbato.

La adsorción se emplea para eliminar microcontaminantes y el adsorbente más utilizado es el carbón activado. Para la preparación de carbones activos se utilizan principalmente la antracita, los carbones grasos o bituminosos, coques de petróleo, turba y madera. En general los carbones activos son buenos adsorbentes de moléculas pesadas como compuestos aromáticos, hidrocarburos, sustituidos, etc., mientras que las que peor se fijan son las moléculas más cortas (alcoholes simples, primeros ácidos orgánicos). Sin embargo estos elementos que se fijan de manera menos eficaz son los más fácilmente biodegradables por lo cual el tratamiento de adsorción y el biológico resultan complementarios.

La capacidad de adsorción depende de la temperatura, del adsorbente (naturaleza y superficie específica) y de la sustancia adsorbida (naturaleza y concentración).

El carbón activo, con superficie específica de hasta 1.000 m<sup>2</sup>/g, es el adsorbente de mayor empleo, aunque también se usan adsorbentes inorgánicos (alúmina, arcillas, óxidos metálicos) y orgánicos (resinas aniónicas).

La adsorción puede constituir una parte del tratamiento terciario de un agua residual, llevándose a cabo la adsorción tras el tratamiento biológico. Con la adsorción se consigue eliminación de color, olor y sabor, especialmente, en potabilización de aguas.

El carbón activado granular puede aplicarse en sistemas:

- De una sola columna.
- De múltiples columnas
- En paralelo.
- En serie.
- Combinadas en serie-paralelo.

La operación en una sola columna o en un sistema de múltiples columnas en paralelo es la más conveniente cuando:

- La zona de transferencia de masas es muy corta. Es decir, la altura de la cama de carbón necesaria para eliminar totalmente el contaminante, es pequeña en proporción a la altura total de la cama.
- El tiempo de vida útil del carbón activado granular es relativamente alto y, por lo tanto, el coste de reemplazo o de regeneración es mínimo respecto al de toda la operación.
- No se justifica una segunda o tercera columna, debido a que la disminución en el coste del carbón activado granular, a causa de su mejor aprovechamiento, no cubre la inversión en equipo adicional.

De otro modo, debe diseñarse un sistema en serie de dos o más columnas. Además, existe una situación particular en la que lo más probable es que se requiera el sistema en serie. Se trata de aquella en la que la altura de una sola columna es mayor que la del lugar en el que ésta se requiere instalar.

Los sistemas en paralelo se aplican en el caso de que el flujo que requiera tratarse sea muy considerable, o en aquel en el que la caída de presión en un solo equipo, fuera a ser muy grande. Con un sistema en para-

lelo, la potencia de bombeo, compresión o ventilación es menor, y en el caso de líquidos, particularmente de los que son viscosos, los materiales de las columnas y de las tuberías requieren de un menor espesor.

En los sistemas en serie, el efluente de una columna es el influente de la siguiente. Su operación permite una alta pureza en el efluente y el aprovechamiento de toda la capacidad del carbón utilizado. Cuando se ha saturado el carbón de la primera columna en la serie, se descarga para regenerarse o descartarse, y se conecta otra columna con carbón fresco al final de la serie.

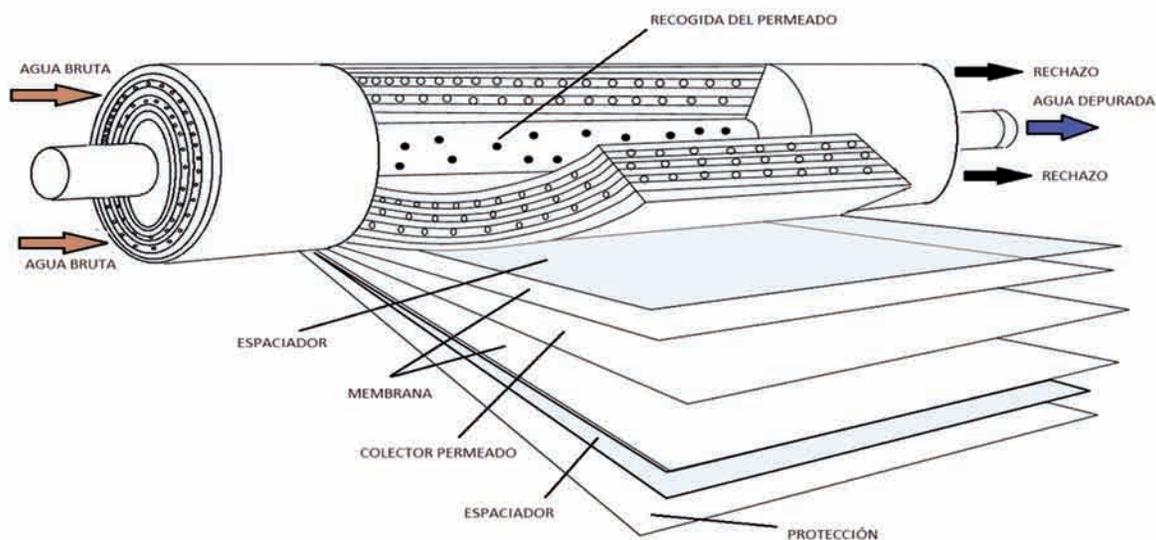
Un sistema combinado en serie-paralelo tiene tanto las ventajas de mayor eficiencia de los sistemas en serie como las de baja caída de presión y practicidad de los sistemas en paralelo.

Todo lo anterior se aplica a sistemas de lecho fijo, en los que el carbón permanece estático y el fluido circula en sentido ascendente o descendente. Es decir, incluye los sistemas en cama expandida. Sin embargo, no incluye a los sistemas de cama pulsante, mucho menos habituales y que no se describen en esta ficha

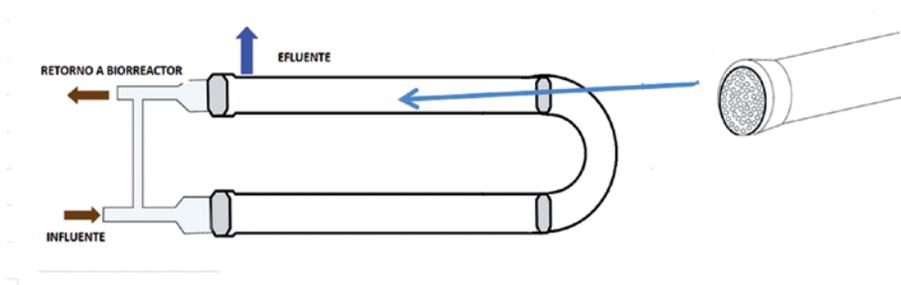
| PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS FILTROS DE ARENA DE GRAVEDAD<br>(BUENO ET AL, 1997) |                             |  |             |                      |                             |
|---|-----------------------------|--|-------------|----------------------|-----------------------------|
| Clase de medio  | Naturaleza del lecho        | Velocidad de filtración (l/m <sup>2</sup> min) | Espesor (m) | Tamaño efectivo (mm) | Coefficiente de uniformidad |
| Único   | Arena                       | 60 - 400                                       | 0,5 - 1,0   | 0,6 - 1,2            | 1,4 - 2,0                   |
| Doble   | Antracita (capa superior)   | 80 - 400                                       | 0,2 - 0,6   | 0,8 - 2              | 1,3 - 1,8                   |
|   | Arena (capa inferior)       |  | 0,15 - 0,6  | 0,3 - 0,8            | 1,2 - 1,6                   |
| Múltiple  | Antracita (capa superior 1) | 80 - 400                                       | 0,2 - 0,4   | 1,3 - 2,0            | 1,5 - 1,8                   |
|   | Antracita (capa superior 2) |  | 0,1 - 0,4   | 1,0 - 1,6            | 1,5 - 1,8                   |
|   | Antracita (capa superior 3) |  | 0,2 - 0,5   | 1,0 - 2,0            | 1,4-1,8                     |
|   | Arena (capa media)          |  | 0,2 - 0,4   | 0,4 - 0,8            | 1,2-1,8                     |
|   | Granate (capa inferior)     |  | 0,05 - 0,15 | 0,2 - 0,6            | 1,5 - 1,8                   |

| PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS FILTROS DE PRESIÓN<br>(SEGURA COBO, 2009) |  |
|---|--|
| Velocidad de filtración   | 10 a 25 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h   |
| Espesor   | 1-1,3 m                                    |
| Velocidad de filtración   | 0,6 a 1 m/min                              |
| Caudal aire de lavado   | 600 a 900 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h |
| Caudal de agua de lavado  | 1 a 2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h     |
| Rango de presiones  | 6 a 8 kg/cm <sup>2</sup>                   |

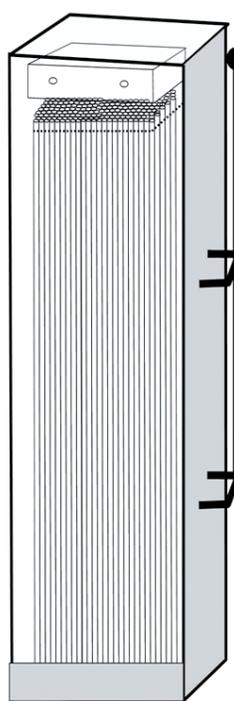
ENROLLAMIENTO EN ESPIRAL



CROQUIS MÓDULO MEMBRANA TUBULAR



CROQUIS MÓDULO FIBRA HUECA



### TÉCNICAS DE MEMBRANA: MBR . DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Como se habrá deducido de la lectura de la ficha dedicada a los diferentes sistemas de fangos activados, la presencia del decantador condiciona la eficacia de la depuradora. Un factor fundamental del proceso es la concentración de fangos en el tanque de aireación pues a altas concentraciones, la sedimentación requiere superficies de terreno muy grandes. Por otro lado, en el proceso de digestión no suele excederse el valor de 6.000 mg de SST/l para evitar problemas de sedimentabilidad, lo cual exige tanques de aireación de elevado volumen que, junto a la gran superficie necesaria para los sistemas de sedimentación, conllevan un alto coste de obra civil y grandes necesidades de suelo.

Además de esto, ya se han comentado otros problemas como la flotación de fangos o la presencia de espumas. Ambos fenómenos provocan problemas de operatividad llegando a ser necesaria la interrupción del tratamiento.

Una alternativa al tratamiento convencional son los biorreactores de membranas - membrane biological reactor, en inglés- (MBR) .

Los MBR son una variante de los sistemas de depuración de aguas mediante fangos activos en los cuales la separación biomasa / agua tratada se efectúa por filtración en vez de por decantación. La tecnología MBR permite el tratamiento de aguas con altos contenidos en materia orgánica biodegradable y/o grandes caudales, estando indicada –entre otros usos- para pequeñas y medianas industrias del sector alimentario. Además permite una reutilización del agua de proceso, al obtener agua de mayor calidad. Por otro lado, el volumen de fangos producido es muy inferior que en los procesos de fangos activados.

En este sistema MBR el influente es introducido en el reactor biológico donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica. Mediante una bomba, el licor mezcla se conduce a la presión necesaria hasta el filtro de membranas, donde se produce la separación. Con ello se obtiene un agua tratada de elevada calidad y un concentrado de fangos que es recirculado al reactor biológico.

La utilidad del sistema MBR va asociada a los siguientes intereses:

- Aumentar capacidad en plantas convencionales existentes
- Mejorar calidad en plantas convencionales existentes
- Reutilización de parte o totalidad del agua depurada
- Aprovechamiento máximo del espacio

Las **ventajas** generales del sistema MBR frente a un sistema convencional de fangos activados son las siguientes:

- Mejor calidad del efluente, ya que se consigue el tratamiento biológico y la desinfección de las aguas residuales en una única etapa eliminando la necesidad de un tratamiento terciario. Esto es debido a la retención por la membrana de la masa bacteriana y gran parte de los virus.
- Mayor flexibilidad del proceso frente a variaciones en el volumen y en la concentración del influente. En el sistema de separación por membranas un aumento del caudal puede ser contrarrestado incrementando el flujo de permeado. Este flujo se consigue aumentando la presión de operación o incrementando la superficie de membrana. Sin embargo, el decantador precisa un tiempo de sedimentación concreto para su correcto funcionamiento, disminuyendo de forma importante la calidad del efluente ante repentinos aumentos del volumen del influente a tratar.
- Compacidad del sistema como consecuencia de los bajos tiempos de residencia del influente en el reactor y de la ausencia de zonas de sedimentación
- Disminución de la cantidad de fangos en exceso como resultados de la elevada concentración bacteriana en el reactor. La cantidad de fangos en exceso

es, en muchos casos, dos veces inferior a un sistema tradicional, lo cual supone un ahorro importante en la gestión de los mismos.

- Eliminación de problemas habituales en el decantador
- Separación del tiempo de retención hidráulico y del tiempo de retención de fangos facilitando el control del proceso. Estos sistemas permiten alcanzar altas edades de fango, y la retención total de las macromoléculas orgánicas en las membranas y su recirculación al reactor (este hecho permite un incremento del tiempo de contacto macromolécula / microorganismo favoreciendo una mayor degradación lo que lleva a poder tratar influentes más difícilmente biodegradables. (Terán Díaz, C., 2006)
- No hay limitación de concentración de biomasa en el reactor al no existir problemas de decantación (únicamente en la transferencia de oxígeno). Se puede trabajar con concentraciones del orden de 15.000-20.000 mg SST/l

Por el contrario, los sistemas MBR presentan una serie de **inconvenientes** entre los que cabe destacar:

- Mayor consumo energético que un sistema convencional de lodos activados. El consumo energético medio aproximado de un MBR puede llegar a ser cinco veces superior al de un sistema convencional, hecho que se corrige, en buena medida, con el sistema de membranas sumergidas.
- Disminución del flujo de permeado con el tiempo debido al ensuciamiento de la membrana, lo que provoca el tener que realizar ciclos de lavados automáticos de forma periódica con sus consiguientes costes en productos químicos (en el caso de módulos de membrana externos al digestor)
- Corta vida media de las membranas en comparación con un decantador. Este problema se agrava por el alto coste de las membranas.

Las membranas son finas barreras o películas selectivas de material poroso. Esta porosidad permite el paso de ciertas sustancias y bloquea el paso de otras. En general, se comercializan dos tipos de membrana: membranas de acetato de celulosa y membranas de poliamidas aromáticas. Dependiendo del tamaño de poro de la membrana, hablaremos de microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Este último sistema no se engloba dentro del proceso MBR y se describirá como un sistema aparte.

Mediante el empleo de membranas se pueden separar componentes de una solución basándose en el tamaño molecular. La membrana actúa como un tamiz, que permite el paso del agua y los solutos de bajo peso molecular pero no los de alto peso molecular. Microfiltración, ultrafiltración y nanofiltración se diferencian de la ósmosis inversa en que en esta última la eficacia viene influida fundamentalmente por la presión aplicada, varias decenas superior a la requerida en microfiltración. En la ultrafiltración la única presión requerida es justo la necesaria para vencer la resistencia de la membrana. El sistema de tratamiento se basa en la diferencia de presión que se provoca entre las dos caras de la membrana. Las presiones y utilidades de los diferentes tipos pueden consultarse en la tabla siguiente:

|                 | Elementos filtrados                            | Tamaño del poro | Presión    |
|-----------------|--|-----------------|------------|
| Microfiltración | Sólidos y bacterias                            | 100-1000 nm     | 0,1-4 bar  |
| Ultrafiltración | Más coloides, virus, proteínas y polisacáridos | 10-100 nm       | 0,2-10 bar |
| Nanofiltración  | Más color, dureza y pesticidas                 | 1-10 nm         | 3-20 bar   |
| Ósmosis inversa | Más sales, azúcares, ácidos y vitaminas        | < 1 nm          | 10-100 bar |

Las membranas se reúnen en unos elementos denominados módulos, y el esquema de aplicación más sencillo consiste en poner en serie una bomba de alta presión y un módulo, de manera que el agua pura atraviesa la membrana bajo el efecto de la presión, en tanto que un efluente concentrado (denominado rechazo) se evacúa en continuo por medio de una válvula de expansión. La relación entre el caudal de agua depurada y el caudal de alimentación se denomina conversión (Y) y se expresa en %.

Para conseguir un máximo aprovechamiento del contacto de la membrana con el agua, éstas se fabrican conformándolas de diferentes maneras:

#### **Módulos de fibras huecas.**

Una fibra hueca es un cilindro poroso de pared gruesa, cuya resistencia es función de la relación diámetro exterior-diámetro interior. Su diámetro es pequeño (<3 mm) y su longitud grande (hasta 2 metros). Las fibras están fabricadas con un polímero hidrófilo. El módulo está compuesto por varios miles de fibras, dispuestas en forma de "U" y preparadas para succionar desde el interior. Es el tipo de módulo más compacto (1.000–10.000 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>), pero la presencia de tal cantidad de fibras hace que sea más propenso al ensuciamiento. Suelen utilizarse en modo sumergido, es decir, introduciendo el módulo en el propio reactor biológico. El sistema de trabajo habitual es el "out-in", en el cual se produce, mediante bombas de extracción, una pequeña depresión (0,1 - 0,5 bar) en el interior de las fibras, forzando el flujo del fluido del exterior al interior de ellas.

#### **Placa/bastidor.**

Las membranas se disponen en bastidores separados por placas. La alimentación, impulsada por una bomba, circula por los espacios placa-membrana, concentrándose en contaminantes conforme tiene lugar el flujo de permeado a través de las paredes de las membranas.

Ofrecen una baja densidad de compactado. No suelen presentar grandes problemas de ensuciamiento.

#### **Módulos de membranas tubulares.**

Son módulos cilíndricos de 10 a 20 cm de diámetro y hasta 3 m de largo, de naturaleza cerámica o de fibra de vidrio. Las carcasas cilíndricas contienen un número variable de membranas tubulares. La alimentación se bombea por el interior de las membranas, produciéndose un flujo lateral de permeado a través de las paredes. La carcasa tiene los dispositivos adecuados para recoger los flujos de permeado y concentrado. Ofrecen una gran robustez pero son muy poco compactos. Soportan flujos de gran velocidad. Su consumo energético de aproximadamente 1–3,5 Kwh/m<sup>3</sup>

#### **Enrollamiento en espiral.**

Las membranas se enrollan por pares sobre un tubo central, en el que se recoge el permeado. La solución que debe desmineralizarse circula paralelamente al tubo central, dentro de los espacios acondicionados entre las dos caras activas de las membranas por medio de unos espaciadores (en general rejillas de plástico). El permeado atraviesa un material poroso y llega al tubo central. Son módulos muy compactos. En función de la ubicación del módulo de membranas, podemos hablar de dos sistemas distintos: MBR convencional o de membranas exteriores al reactor y

MBR de membranas sumergidas.

#### **MBR convencional o de membranas exteriores al reactor**

En un MBR convencional, el licor mezcla se bombea hacia el sistema de membranas. Se obtiene un permeado de elevada calidad y un concentrado de fangos que es recirculado al reactor biológico. Periódicamente se debe realizar una purga de fangos para mantener una concentración adecuada de ellos en el reactor, aunque la cantidad generada es inferior a la de un sistema biológico convencional. Con esta opción se consigue un sistema compacto y modular, que facilita la ampliación de la planta ante variaciones de caudal y

la posibilidad de afinar la calidad del efluente en función de la membrana elegida. Los módulos tubulares y de enrollamiento en espiral son los que habitualmente se utilizan en este caso. Con este sistema se puede trabajar con una concentración de biomasa en el reactor biológico de hasta 20.000 mg/l consiguiéndose ratios de flujo de permeado de 100 L/hora por m<sup>2</sup> de membrana. Las limpiezas se realizan cada 30 – 45 días. El consumo energético para una vida media de las membranas de 4 años es de 1 -2 Kw. por m<sup>3</sup>. Se trata de un sistema que se adapta perfectamente a aquellas instalaciones biológicas convencionales que requieren un aumento de su capacidad de tratamiento con el aprovechamiento de las instalaciones actuales. (Terán Díaz, C., 2006)

### MBR de membranas sumergidas

El sistema convencional tiene como principales inconvenientes el alto consumo energético, el ensuciamiento de la membrana y su reducida vida media. Para paliar estos problemas existe otra opción de montaje: introducir las membranas en el propio tanque de aireación (MBR de segunda generación o de membranas sumergidas). Con este sistema el consumo energético se reduce de forma muy sensible: de 0,1 a 0,2 kWh. Esto se debe a la eliminación de la bomba de recirculación necesaria para conectar el tanque de aireación al sistema de membranas, sustituyéndola por una bomba de succión. (De las Fuentes, 1999).

La fibra hueca (caso más habitual en la actualidad) o las membranas planas sobre platos de soporte son las utilizadas en el caso de MBR sumergido.

Las membranas de fibra hueca están directamente sumergidas en el reactor biológico y operan bajo una leve presión negativa. La mezcla de fango activo es así filtrada por la superficie de la membrana. El agua purificada o permeado pasa entonces a través de los poros de la membrana a la parte hueca interior de donde es desalojada por succión.

El sistema resulta especialmente útil en el caso de ampliaciones de plantas que se han quedado pequeñas y con objeto de poder hacer la instalación rápida, sin necesidad de parar la planta. En el caso de suministrarse como módulos compactos todo el equipo se monta en un contenedor en donde una parte del mismo hace las veces de pequeña ampliación del reactor biológico y en donde ya se encuentran ubicadas las membranas. En la otra parte del contenedor, se suministra todo el equipamiento necesario (bombas, cuadro eléctrico, controles soplantes, etc.). Las membranas son lavadas en ciclos cortos regulares mediante una contracorriente del propio permeado. Estos ciclos de contra lavado son normalmente efectuados cada 15 -20 minutos y su duración es de unos 20 segundos.

La comparación del sistema de membrana externa con el sistema de membrana sumergida arroja algunas consideraciones (Aznar Jiménez, D)

- El sistema de membrana externa tiene unos costes de bombeo más elevados que el de membrana sumergida
- Los costes de aireación son mayores en el caso del sistema de membrana sumergida que en el de membrana externa.
- La presión negativa transmembrana del sistema sumergido es mucho menor (del orden de diez veces menor) que en el caso de la presión positiva transmembrana del sistema externo.
- Los flujos de operación en el caso de membranas externas son entre dos y cuatro veces mayores que en el sistema de membranas sumergidas.
- En el sistema de membranas externas la limpieza es mucho más frecuente que en el de membranas sumergidas.
- Los costes de operación son menores en las membranas sumergidas que en las externas
- Sin embargo, la inversión inicial es mayor en las sumergidas que en las externas
- La membrana sumergida tiene una concentración en MLSS media (10-15 g/L) , frente a una concentración más alta de las externas (15-30 g/l)
- El consumo energético llega a ser diez veces mayor en las membranas externas que en las sumergidas.

Por otra parte, es evidente que el ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores sumergidos. En los MBR, estos difusores tienen tres funciones importantes: mantener la biomasa en estado de mezcla completa mediante un flujo turbulento, proporcionar la cantidad de oxígeno necesaria para el proceso biológico y limpiar la propia membrana (al estar el MBR situado justo encima del difusor).

En el proceso de los MBR, la demanda de oxígeno para el proceso biológico se ve incrementada respecto a la del proceso de fangos activados ya que al operar con elevadas edades del fango, el sistema puede nitrificar, convirtiendo el amoníaco en nitrato y consumiendo oxígeno adicional.

### TÉCNICAS DE MEMBRANA: MBR. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Si se dispone de dos disoluciones de diferente concentración, separadas por una membrana, habrá un paso del disolvente, por efecto de la presión osmótica, de la disolución más diluida a la más concentrada, hasta que ambas adquieran la misma concentración. Ahora bien, si se aplica a la disolución concentrada una presión superior a la osmótica, se producirá un paso de disolvente desde la disolución más concentrada a la más diluida, hasta alcanzar un nuevo equilibrio; este fenómeno se denomina ósmosis inversa.

Este proceso, desarrollado en principio para desalación de aguas salobres, ha encontrado aplicación en la concentración de productos industriales así como en procesos farmacéuticos y más recientemente en el tratamiento terciario de algunas aguas residuales muy específicas.

La mayor dificultad que presenta este proceso es la obtención de membranas suficientemente estables y de una vida aceptable. Para la ósmosis inversa se utilizan unas membranas llamadas semi-permeables, que dejan pasar el agua en tanto que retienen del 90 al 99% de todos los elementos minerales disueltos, del 95 al 99% de la mayoría de los elementos orgánicos y el 100% de las materias coloidales más finas (bacterias, virus, sílice coloidal...). Se dice que la eficacia de las membranas frente a las sales varía del 90 al 99% o que su "paso de sal" está comprendido entre el 10 y el 1%.

El caudal de una membrana de ósmosis inversa es directamente proporcional a la presión eficaz (diferencia entre presión aplicada y presión osmótica), teniendo en cuenta que, en el mismo módulo, la concentración a lo largo de la membrana varía de la concentración de entrada a la concentración máxima (concentración en el rechazo multiplicada por el coeficiente de polarización). Por lo tanto para conseguir un agua depurada, conviene disponer de una presión muy superior a la presión osmótica del rechazo. En la práctica, las presiones utilizadas varían entre 25 y 80 bar (por lo menos en grandes instalaciones).

En general, como ya se ha mencionado con anterioridad, se comercializan dos tipos de membrana: membranas de acetato de celulosa y membranas de poliamidas aromáticas.

Las membranas de acetato de celulosa se adaptan a un fuerte caudal por unidad de superficie, y se utilizan de forma tubular, en forma plana enrollada en espiral y en forma de fibras huecas.

Por el contrario, las membranas de poliamidas tienen menor caudal específico y se fabrican en forma de fibras huecas para obtener un máximo de superficie por unidad de volumen, aproximadamente 15 veces más que las membranas enrolladas en espiral. Conviene resaltar la excelente resistencia a los agentes químicos y biológicos de las membranas de poliamidas, que les confiere una duración mucho mayor que las de acetato. (Savastano & Irabien, 2002)

Para el tratamiento de soluciones complejas, si bien se puede utilizar solamente la ósmosis inversa, es preferible segregar previamente las aguas según el rango de aplicación de cada operación. Esto es, por microfiltración se separarían previamente los virus y microorganismos; las proteínas y los polisacáridos por ultrafiltración y, por último, mediante ósmosis inversa las sales minerales, los azúcares, los ácidos y las vitaminas.

| MÁQUINA / EQUIPO Nº  |  |
|--|--|
| Tipo   |  |
| Marca y modelo   |  |
| Año  |  |
| Potencia   |  |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |  |
|  |  |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA<br>Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc. |  |
|  |  |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada   |  |
| RECIRCULACIÓN  |  |
| REUTILIZACIÓN  |  |
| REGENERACIÓN   |  |
| Observaciones  |  |
|  |  |

**CROQUIS DE INSTALACIÓN <sup>1</sup>**



**REPORTAJE FOTOGRÁFICO <sup>2</sup>**



1. Si se considera que aporta información para futuras actuaciones o mejoras sobre la máquina, sobre todo en lo referido a las conexiones con las redes de distribución de agua de la empresa, etc.

2. Si se considera interesante reflejar el aspecto general de la máquina o detalles de la misma.

| MÁQUINA / EQUIPO Nº1   |                             |
|--|-----------------------------|
| Tipo   | Caldera generadora de vapor |
| Habitual / novedad   | Habitual                    |
| Nombre habitual  | Caldera de vapor            |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |                             |
| <p>Las calderas o generadores de vapor son instalaciones industriales que aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para aplicaciones en la industria. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado.</p> <p>Aunque existen numerosos diseños y patentes de fabricación de calderas, cada una de las cuales puede tener características propias, las calderas se pueden clasificar en dos grandes grupos; calderas pirotubulares y acuotubulares. Se denominan pirotubulares por ser los gases calientes, procedentes de la combustión de un combustible, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por agua. Son las más utilizadas en las centrales termoeléctricas, ya que permiten altas presiones a su salida y tienen gran capacidad de generación.</p> <p>En las calderas acuotubulares, al contrario de lo que ocurre en las pirotubulares, es el agua el que circula por el interior de tubos que conforman un circuito cerrado a través del calderín o calderines que constituye la superficie de intercambio de calor de la caldera. Adicionalmente, pueden estar dotadas de otros elementos de intercambio de calor, como pueden ser el sobrecalentador, recalentador, economizador, etc.</p> <p>Por último y por su utilización en la industria alimentaria, mencionamos los generadores de vapor limpio. Estas industrias no pueden usar el vapor generado por calderas ordinarias hechas del acero de carbón en plantas calentadores, requieren la pureza garantizada y la ausencia de contaminantes en el vapor que entra en el contacto con el producto reduciendo al mínimo el riesgo de contaminación.</p> |                             |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |                             |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |                             |
| <p>La reutilización del agua en este tipo de máquinas se basa en la recuperación de los condensados de vapor. El vapor generado se transmite a las distintas instalaciones a diferentes rangos de presión. A medida que la energía se va consumiendo se genera el condensado y este puede volver a la máquina para su reutilización. En este caso es necesario someter los condensados a tratamiento debido a que suele adquirir partículas que pueden provocar corrosión</p>  |                             |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada   |                             |
| RECIRCULACIÓN  |                             |
| REUTILIZACIÓN: Es posible la reutilización de los condensados generados, previo tratamiento.   |                             |
| REGENERACIÓN   |                             |
| Observaciones  |                             |
|  |                             |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº2   |  |
|--|--|
| Tipo   | SISTEMA CIP                            |
| Habitual / novedad   | Habitual                               |
| Nombre habitual  | Limpieza automática, limpieza en sitio |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |  |
| <p>La Limpieza-en-sitio (CIP) es un sistema diseñado para la limpieza y desinfectado automáticos sin necesidad de realizar obras de desmontado y ensamblado. Las operaciones de limpieza poseen una tecnología propia y es posible su gestión independiente. La determinación de los puntos críticos de contaminación dentro del proceso y su programación son fundamentales para su correcto funcionamiento.</p> <p>El sistema CIP consiste en hacer circular los diferentes productos de limpieza por el interior de tuberías, equipos y depósitos. El sistema puede ser total o parcialmente automático.</p> <p>Los principales objetivos del sistema CIP son la eliminación de cualquier tipo de resto de producto (restos sólidos adheridos al equipo, grasas adheridas, residuos del producto...) y la desinfección del mismo. Una limpieza inadecuada puede acarrear que gran cantidad de materia prima se contamine y se convierta automáticamente en residuo.</p> <p>Los pasos de un sistema CIP se pueden resumir en: precalentado con agua, circulación con agente de limpieza, enjuagado intermedio, desinfección y enjuagado final con agua.</p> <p>En el mercado podemos encontrar dos tipos diferentes de sistemas CIP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas CIP centralizados: poseen un único circuito y una estación central desde la cual se bombea la solución de limpieza.</li> <li>• Sistema CIP descentralizados: existen varias estaciones CIP en distintos puntos de la instalación. Esto permite limpiar zonas de la instalación, mientras otras de las zonas siguen en funcionamiento.</li> </ul> <p>Es un proceso fiable y repetible que cumple con los reglamentos de higiene requeridos por las industrias de alimentos como en el caso de los lácteos.</p> |  |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |  |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |  |
| <p>El caudal de trabajo y el consumo de agua en este tipo de equipos son muy elevados. En marcas comerciales se manejan índices de flujo de 140 m<sup>3</sup>/h y 10 bar. No obstante, la automatización (CIP) permite una optimización del uso de agua en comparación con el uso de un sistema manual de limpieza.</p> <p>Dentro de los sistemas CIP, el sistema descentralizado permite obtener mejores rendimientos en cuanto al consumo de agua dado que es menor la longitud del circuito por el que deben pasar las distintas soluciones.</p> <p>La utilización de un sistema de limpieza CIP, permite la reutilización del agua (generalmente acompañados de soluciones de limpieza). Por ejemplo, un sistema CIP puede recolectar las aguas de enjuague de los segundos lavados de algunos módulos, almacenarlos y reutilizarlos para el primer lavado de operaciones posteriores. Con ello, genera un ahorro en agua equivalente a un enjuague en cada una de las operaciones de limpieza.</p> <p>El agua residual de estos sistemas son aguas con alta carga contaminante debido a que arrastran residuos de producto, grasas adheridas, soluciones desinfectantes...</p>  |  |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada   |  |
| RECIRCULACIÓN  |  |
| REUTILIZACIÓN: En un sistema CIP descentralizado es posible reutilizar agua del enjuague de algunos módulos, y tras su almacenamiento, utilizarla para el lavado en otros módulos.   |  |
| REGENERACIÓN   |  |
| Observaciones  |  |
|  |  |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº3  |                    |
|---|--------------------|
| Tipo  | Cocción por cargas |
| Habitual / novedad  | Habitual           |
| Nombre habitual   | Cocedora           |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |                    |
| <p>La cocción produce una serie de cambios en textura, color, composición (sabor, digestibilidad, calidad nutricional...) mejorando su aceptación por el consumidor. Este tratamiento producirá también una reducción de la carga microbiana del alimento y su actividad enzimática que llevará al incremento de la vida útil del producto obtenido. Los procesos de cocción se realizan a temperaturas moderadas y durante tiempos relativamente largos, como en el caso del proceso de la cerveza.</p> <p>En el mercado existen dos tipos de cocción por cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornos de cocción: Son recintos construidos en planchas de acero inoxidable con un aislante intermedio. En su interior pueden disponerse estantes, sobre los que se colocarán los productos a cocer. La calefacción de estos hornos puede realizarse con vapor de agua a baja presión, aunque también pueden encontrarse sistemas de calefacción de aire caliente. Los hornos evitan las pérdidas de sustancias aromáticas e hidrosolubles que se producen cuando el proceso de cocción se realiza por inmersión de agua.</li> <li>• Marmitas de cocción abiertas: Son recipientes de sección circular o cuadrada con una capacidad que puede oscilar entre 200 y 1000 litros. Pueden estar construidos en obra con el recubrimiento sanitario adecuado, o de acero inoxidable. El tratamiento se realiza por inmersión en el líquido contenido en la marmita, que se mantiene a la temperatura deseada con un sistema de calefacción adecuado. Los productos a cocer se introducen en cestas metálicas de geometría apropiada a la forma de la marmita.</li> </ul> |                    |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |                    |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>  |                    |
| <p>Entre las cocederas de carga, las únicas que utilizan directamente agua son las de tipo de cocción abierta. Como se ha mencionado anteriormente, son recipientes que contienen entre 200 y 1000 litros de capacidad. La optimización del uso del agua, dependerá de los ciclos de llenado de la marmita. Los ciclos son establecidos en base al producto a tratar.</p> <p>Las marmitas están equipadas con tapaderas abatibles que reducen las pérdidas de calor y minimizan la emisión de vapor, provocando un ahorro de agua.</p>  |                    |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada  |                    |
| RECIRCULACIÓN   |                    |
| REUTILIZACIÓN: En un sistema CIP descentralizado es posible reutilizar agua del enjuague de algunos módulos, y tras su almacenamiento, utilizarla para el lavado en otros módulos.  |                    |
| REGENERACIÓN  |                    |
| Observaciones   |                    |
|   |                    |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº4   |                                |
|--|--------------------------------|
| Tipo   | Cocción por sistemas continuos |
| Habitual / novedad   | Habitual                       |
| Nombre habitual  |                                |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |                                |
| <p>La cocción produce una serie de cambios en textura, color, composición (sabor, digestibilidad, calidad nutricional...) mejorando su aceptación por el consumidor. Este tratamiento producirá también una reducción de la carga microbiana del alimento y su actividad enzimática que llevará al incremento de la vida útil del producto obtenido.</p> <p>Los procesos de cocción se realizan a temperaturas moderadas y durante tiempos relativamente largos, como en el caso del proceso de la cerveza.</p> <p>Entre los sistemas continuos de cocción existen de dos tipos: por inmersión o por extrusión. Nos centraremos en los de inmersión por ser los únicos de utilizan agua.</p> <p>Los equipos dedicados a la cocción en continuo por inmersión suelen ser baños de tamaño considerable por los que circula el producto a cocer a una velocidad tal que el tiempo de permanencia en el baño es el apropiado para que la cocción alcanzada tenga la intensidad deseada. Son habitualmente utilizados en procesos de pescado.</p> <p>Los baños pueden ser cilindros colocados en posición horizontal, en cuyo interior se dispone un tambor giratorio perforado con un tornillo sinfín de avance soldado. El líquido de cocción, que alcanza un nivel apropiado en el interior del cilindro, se mantiene a la temperatura conveniente por calefacción indirecta a través de una camisa. El tornillo sinfín impulsa, durante todo el proceso, al producto desde la entrada hasta la salida. El líquido de cocción se mantiene en movimiento constante mediante una bomba de recirculación.</p> |                                |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |                                |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |                                |
| <p>El caudal de trabajo y el consumo de agua dependen del proceso y el tamaño de la industria. En relación a la importancia del agua de ésta máquina, no es tanta por su consumo, debido a que puede considerarse como medio en comparación a otras máquinas, que como el aporte de carga contaminante que provoca en el agua consecuente a su uso.</p> <p>Principalmente, en la industria pesquera, la cocción es uno de los procesos que más contamina el agua. El vaciado de los tanques de cocción, provocan el vertido de aguas residuales con alto valor contaminante debido a que en esta fase se arrastran gran cantidad de materia residual. Las aguas residuales en este tipo de industria, contienen altos niveles de materia orgánica debido a la presencia de aceites y grasas.</p> <p>En general, la carga contaminante del efluente depende fuertemente, entre otros factores, del tipo de producto que se está procesando.</p> <p>Como ya se ha mencionado anteriormente, en los sistemas de cocción continuos existe la posibilidad de recircular el agua con lo que consecuentemente conlleva a un ahorro del mismo.</p>   |                                |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada   |                                |
| RECIRCULACIÓN: En los sistemas de cocción en continuo es posible recircular el agua.   |                                |
| REUTILIZACIÓN:   |                                |
| REGENERACIÓN   |                                |
| Observaciones  |                                |
|  |                                |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº5   |   |
|--|---|
| Tipo   | Pasteurizado por inmersión en agua/ Pasteurización de producto envasado |
| Habitual / novedad   | Habitual  |
| Nombre habitual  | Pasteurizador   |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |   |
| <p>La pasteurización consiste en un tratamiento térmico de conservación, aplicando bajas temperaturas (en comparación con la esterilización) y de baja intensidad. En la industria alimentaria también es muy común el proceso de pasteurizado para aquellos alimentos que deban conservarse libres de bacterias y no soporten la temperaturas aplicadas en el tratamiento de esterilización.</p> <p>La pasteurización tiene objetivos diferentes dependiendo de los alimentos a los que se aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los alimentos poco ácidos, como por ejemplo la leche, su objetivo es la destrucción de la flora patógena y la reducción de la flora banal, para conseguir un producto de corta conservación, pero de condiciones organolépticas muy próximas a la de la leche cruda, evitando los riesgos para la salud.</li> <li>• Para los alimentos ácidos, como por ejemplo los zumos de frutas, conseguir una estabilización del producto que respete sus cualidades organolépticas, ya que no son necesarias las temperaturas mayores porque en medios ácidos no es posible el crecimiento de bacterias esporuladas.</li> </ul> <p>Generalmente el factor limitante de los tratamientos de pasteurización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados. La elección de la temperatura y del tiempo de tratamiento vendrá condicionada por la preservación de la composición inicial del alimento: como por ejemplo impedir la desnaturalización de las proteínas de la leche o la destrucción de las vitaminas de los zumos.</p> <p>Si se quieren pasteurizar productos envasados, se deberán utilizar técnicas en las que las diferencias de tratamiento, imputables a la reducida velocidad de transmisión de calor en el interior del producto, sean mínimas. (como en el caso de pasteurización de botellas de cerveza). En estos pasteurizadores, el calentamiento del producto se conseguirá por inmersión o pulverización de agua caliente. Por otra parte, mencionar que, los pasteurizadores pueden tener diversas formas y métodos de calefacción (eléctricos, a vapor, gas, agua caliente).</p> <p>El pasteurizador por inmersión consiste en unos baños de agua caliente que se mantienen a temperatura elevada mediante la introducción directa de vapor. Lo más común es sumergir el producto en su envase final en agua entre 93 y 95 °C, pudiendo tener el recipiente contenedor la forma que más se adapte al proceso y el modo de calefacción del agua. El enfriamiento se realiza dentro del mismo equipo por inmersión de agua fría.</p> <p>Se utilizan generalmente para pasteurización de productos cárnicos.</p> |   |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |   |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |   |
| <p>En marcas comerciales con tecnología de recirculación de agua, el ahorro puede rondar entre 10-40 m<sup>3</sup>/h, siempre dependiendo de las dimensiones de la instalación y el caudal de trabajo.</p> <p>Para poder reutilizar el agua de salida (la cual ronda los 40°C), se debe instalar un circuito que enfríe el agua antes de ser recirculada en la propia máquina u otra de las fases de producción.</p> <p>Si no se dispone de mecanismos de recirculación de agua, se genera un vertido de aguas residuales "limpias" y a elevada temperatura.</p>   |   |
| Posibilidades de optimización del agua utilizada   |   |
| RECIRCULACIÓN: Es posible recircular el agua dentro del propio equipo de pasteurización.   |   |
| REUTILIZACIÓN: El agua de salida puede ser reutilizada para otros procesos de fabricación.   |   |
| REGENERACIÓN   |   |
| Observaciones  |   |
|  |   |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO Nº6</b>  |   |
|--|---|
| Tipo   | Pasteurizado por lluvia de agua/ Pasteurizador de producto envasado |
| Habitual / novedad   | Habitual  |
| Nombre habitual  | Pasteurizador   |
| <b>FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO</b>  |   |
| <p>La pasteurización consiste en un tratamiento térmico de conservación, aplicando bajas temperaturas (en comparación con la esterilización) y de baja intensidad. En la industria alimentaria también es muy común el proceso de pasteurizado para aquellos alimentos que deban conservarse libres de bacterias y no soporten la temperaturas aplicadas en el tratamiento de esterilización.</p> <p>La pasteurización tiene objetivos diferentes dependiendo de los alimentos a los que se aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los alimentos poco ácidos, como por ejemplo la leche, su objetivo es la destrucción de la flora patógena y la reducción de la flora banal, para conseguir un producto de corta conservación, pero de condiciones organolépticas muy próximas a la de la leche cruda, evitando los riesgos para la salud.</li> <li>• Para los alimentos ácidos, como por ejemplo los zumos de frutas, conseguir una estabilización del producto que respete sus cualidades organolépticas, ya que no son necesarias las temperaturas mayores porque en medios ácidos no es posible el crecimiento de bacterias esporuladas.</li> </ul> <p>Generalmente el factor limitante de los tratamientos de pasteurización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados. La elección de la temperatura y del tiempo de tratamiento vendrá condicionada por la preservación de la composición inicial del alimento: como por ejemplo impedir la desnaturalización de las proteínas de la leche o la destrucción de las vitaminas de los zumos.</p> <p>Si se quieren pasteurizar productos envasados, se deberán utilizar técnicas en las que las diferencias de tratamiento, imputables a la reducida velocidad de transmisión de calor en el interior del producto, sean mínimas. (como en el caso de pasteurización de botellas de cerveza). En estos pasteurizadores, el calentamiento del producto se conseguirá por inmersión o pulverización de agua caliente. Por otra parte, mencionar que, los pasteurizadores pueden tener diversas formas y métodos de calefacción (eléctricos, a vapor, gas, agua caliente).</p> <p>El pasteurizador por lluvia de agua es más apropiado para el tratamiento en continuo de producto envasado en tarro de vidrio. El calentamiento se produce por pulverización de agua caliente. Consta de tres fases, calentamiento, pasteurización y enfriamiento.</p> |   |
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b>   |   |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |   |
| <p>El caudal de trabajo depende de las dimensiones de la instalación.</p> <p>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</p> <p>La carga contaminante del agua (en caso de producirse), es prácticamente nula</p>  |   |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>   |   |
| <p>RECIRCULACIÓN: El agua se recircula dentro del equipo, de tal manera que el agua caliente procedente del enfriamiento del producto puede ser utilizada en el precalentamiento del producto.</p>   |   |
| <p>REUTILIZACIÓN:</p>  |   |
| <p>REGENERACIÓN</p>  |   |
| <b>Observaciones</b>   |   |
|  |   |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº7  |   |
|---|---|
| Tipo  | Pasteurizador de producto líquido no envasado |
| Habitual / novedad  | Habitual                                      |
| Nombre habitual   | Pasteurizador                                 |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |   |
| <p>La pasteurización consiste en un tratamiento térmico de conservación, aplicando bajas temperaturas (en comparación con la esterilización) y de baja intensidad. En la industria alimentaria también es muy común el proceso de pasteurizado para aquellos alimentos que deban conservarse libres de bacterias y no soporten la temperaturas aplicadas en el tratamiento de esterilización.</p> <p>La pasteurización tiene objetivos diferentes dependiendo de los alimentos a los que se aplique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los alimentos poco ácidos, como por ejemplo la leche, su objetivo es la destrucción de la flora patógena y la reducción de la flora banal, para conseguir un producto de corta conservación, pero de condiciones organolépticas muy próximas a la de la leche cruda, evitando los riesgos para la salud.</li> <li>• Para los alimentos ácidos, como por ejemplo los zumos de frutas, conseguir una estabilización del producto que respete sus cualidades organolépticas, ya que no son necesarias las temperaturas mayores porque en medios ácidos no es posible el crecimiento de bacterias esporuladas.</li> </ul> <p>Generalmente el factor limitante de los tratamientos de pasteurización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados. La elección de la temperatura y del tiempo de tratamiento vendrá condicionada por la preservación de la composición inicial del alimento: como por ejemplo impedir la desnaturalización de las proteínas de la leche o la destrucción de las vitaminas de los zumos.</p> <p>En los sistemas de pasteurización de productos sin envasar es necesario un intercambiador de calor especialmente estudiado donde se busca una transferencia rápida de calor y sin gradiente de temperatura. Es destacable el menor tiempo que debe permanecer un producto en el pasteurizador si éste se encuentra sin envasar frente a los tratamientos sobre producto envasado. Por ejemplo, la pasteurización de la cerveza sin envasar en un intercambiador dura 30 segundos, a diferencia de los 40 minutos que debería permanecer para obtener los mismos resultados si estuviera embotellada.</p> <p>Además de la rapidez y la homogeneidad del calentamiento, el tratamiento térmico sin envasar tiene como ventaja toda restricción asociada al recipiente o al envase de acondicionamiento. Como contrapartida, la realización de tratamientos térmicos sin envase, resulta mucho más delicada que los tratamientos clásicos de pasteurización o esterilización. Los envases deben ser esterilizados por separado y llenados asépticamente, lo que requiere aparatos más sofisticados y personal más cualificado.</p> <p>El sistema de pasteurización de productos líquidos sin envasar consta de una zona de calentamiento, una segunda zona de mantenimiento de temperatura y una tercera de enfriamiento. Las zonas de intercambio de calor deberán ser del tipo más adecuado para el producto en cuestión. El calor viene generalmente suministrado por agua caliente. No es conveniente la utilización de vapor de agua directo sobre el producto dado que no son necesarias temperaturas muy altas. El enfriamiento de producto, también se realizará mediante agua.</p> <p>Los intercambiadores de calor son generalmente de cuatro tipos: intercambiadores de placas, intercambiadores en espiral, intercambiadores tubulares o de superficie barrida. Desde su aparición en 1920, los intercambiadores de placas se han impuesto de tal manera que prácticamente ya no se utilizan los otros tipos. Por lo tanto, nos centraremos en este tipo de intercambiadores de calor dentro del sistema de pasteurización.</p> |   |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |   |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>  |   |
| <p>La utilización de intercambiadores de calor de placas permite utilizar el producto caliente como fluido calefactor para el producto que está entrando. Del mismo modo se emplea el fluido que entra como refrigerante con el fin de preenfriar el producto caliente.</p> <p>Como ejemplo mencionaremos el caso de la cerveza. Independientemente del consumo y caudal necesario en este tipo de máquinas, debido a que depende de las dimensiones de la industria y producto final; mencionaremos que este tipo de intercambiadores consigue funcionar con el 9% del agua que se emplearía sin intercambiador. Dicho de otra manera; si admitimos que la cerveza sale a 4°C, la sección de recuperación permite realizar un ahorro de agua de enfriamiento del 91%.</p> <p>La carga contaminante del agua eliminada es prácticamente nula debido a que no está en contacto directo con el alimento.</p>  |   |



| MÁQUINA / EQUIPO Nº8  |  |
|---|--|
| Tipo  | Pasteurizado por lluvia de agua producto sin envasar |
| Habitual / novedad  | Habitual   |
| Nombre habitual   | Pasteurizador  |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |  |
| <p>En el caso de esterilización de materiales que no soporten físicamente la presión de vapor el método a utilizar deberá diferir del propuesto por el Autoclave. En la industria Alimenticia también es muy común el proceso de Pasteurizado para aquellos alimentos que deban conservarse libre de bacterias y no soporten la temperatura de esterilización.</p> <p>El pasteurizador es un equipo para descontaminación de todo material y envase que soporte las condiciones de temperatura del mismo. La Pasteurización consiste básicamente en mantener el producto durante un tiempo entre 93 y 95°C y luego enfriar el mismo rápidamente.</p> <p>Los pasteurizadores pueden tener diversas formas y métodos de calefacción (eléctricos, a vapor, gas, agua, caliente). El pasteurizador por lluvia de agua es más apropiado para el tratamiento en continuo de producto envasado en tarro de vidrio. El calentamiento se produce por pulverización de agua caliente. Consta de tres fases, calentamiento, pasteurización y enfriamiento.</p> |  |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |  |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>  |  |
| <p>El caudal de trabajo depende de las dimensiones de la instalación.</p> <p>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua de éste método puede resultar prácticamente nulo.</p> <p>La carga contaminante del agua (en caso de producirse), es prácticamente nula.</p>   |  |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>  |  |
| RECIRCULACIÓN: El agua de salida puede ser reutilizada en la propia máquina.  |  |
| REUTILIZACIÓN:  |  |
| REGENERACIÓN  |  |
| Observaciones   |  |
|   |  |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº9   |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Tipo   | Autoclave / Esterilizador discontinuo |
| Habitual / novedad   | Habitual                              |
| Nombre habitual  | Por cargas                            |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |                                       |
| <p>Aplicar un tratamiento térmico, generalmente a productos poco ácidos, cuyo fin es eliminar los riesgos para la salud pública y que el producto sea suficientemente estable para permitir un almacenamiento de larga duración a temperatura ambiente. La esterilización de alimentos puede realizarse sobre el envase de uso final, ya lleno, o directamente sobre el producto sin envasar.</p> <p>Con la esterilización se debe conseguir reducciones del Clostridium botulinum, (bacteria que puede provocar intoxicación). Se trata de una bacteria inestable a altas temperaturas, por lo que para conseguir su destrucción, durante la esterilización se alcanzan temperaturas de 100°C. Aunque esta bacteria quede inactivada a 80°C, se aumenta la temperatura para que el tiempo de aplicación del proceso sea menor. Por otra parte, para la estabilidad a temperatura ambiente del producto final, el tratamiento térmico dependerá de la bacteria esporulada más termorresistente y de la temperatura a la que se vaya a almacenar el producto.</p> <p>Por ello, y al contrario que en la pasterización, la esterilización será un tratamiento de alta intensidad, realizándolo a temperaturas mayores de 100°C. La esterilización se realiza en alimentos como carne, pescado, verduras y frutas. El valor nutricional del producto final es menor, debido a que al someter los alimentos a altas temperaturas además de microorganismos, también se destruyen vitaminas, proteínas e incluso aromas del producto. Por lo tanto, un tratamiento a estas temperaturas tendrá efectos sobre las cualidades organolépticas del alimento.</p> <p>Mediante la esterilización de los alimentos se consiguen conservas que pueden ser almacenadas durante un largo periodo de tiempo y a temperatura ambiente. No obstante, al considerar el tratamiento térmico a emplear (tiempo y temperatura del esterilizador), debemos destacar la importancia del pH y tratamiento anterior del alimento que se desea envasar (pimiento, espárrago...). Una forma de evitar que se desarrolle el Clostridium botulinum es disminuir el pH de la conserva añadiendo ácido al líquido de cobertura. Ésto permite tratamientos térmicos menos intensos y consecuentemente el mantenimiento de las cualidades organolépticas del producto final.</p> <p>Con todo ello, la decisión de la temperatura y tiempo de esterilización depende de diversos factores tales como: durabilidad del producto final deseado; características organolépticas, físicas, químicas y sobre todo, el pH del alimento; envase final (vidrio, hojalata, combinaciones...) y finalmente la seguridad alimentaria (eliminación de microorganismos).</p> <p>Se elige un sistema discontinuo cuando se elaboran productos distintos, que requieren diferentes envases. Solamente estos sistemas poseen la flexibilidad suficiente para responder a las variaciones de temperatura y tiempo de proceso que requiere cada alimento y envase. Generalmente son instalaciones de pequeño o mediano tamaño.</p> <p>Un autoclave es un recipiente capaz de soportar una presión interior mayor que la atmosférica donde los envases se introducen en cestos o jaulas (por cargas). Se aplican temperaturas elevadas y posteriormente se enfría hasta los 40°C.</p> <p>Pueden ser de cargas verticales u horizontales con o sin agitación.</p> <p>La esterilización se puede realizar por llenado de agua, siendo el agua calentada por sobrepresión el medio de transmisión de calor al producto. En este caso la cámara de trabajo se encuentra totalmente llena de agua. Este proceso se puede usar con todos los tipos de envases aptos para la esterilización.</p> <p>Por otra parte, la esterilización también puede realizarse por vapor. La cámara contendrá vapor como medio de transmisión de calor y no será posible una sobrepresión. Este proceso resulta útil para envases de latas o frascos herméticos de buena tapadura.</p> <p>Por último se puede realizar mediante "spray". La cámara se encuentra llena solo por la cantidad de agua necesaria para producir un spray sobre el producto. Este proceso puede no resultar apto para productos que necesiten rotación dentro de la cámara de esterilización.</p> <p>En todos los casos el proceso termina con el ingreso de agua para enfriar el producto. Aquí es imprescindible un correcto control de la sobrepresión para evitar roturas y deformaciones de los envases.</p> |                                       |



| MÁQUINA / EQUIPO Nº10  |                        |
|--|------------------------|
| Tipo   | Esterilizador continuo |
| Habitual / novedad   | Habitual               |
| Nombre habitual  |                        |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |                        |
| <p>Aplicar un tratamiento térmico, generalmente a productos poco ácidos, cuyo fin es eliminar los riesgos para la salud pública y que el producto sea suficientemente estable para permitir un almacenamiento de larga duración a temperatura ambiente. La esterilización de alimentos puede realizarse sobre el envase de uso final, ya lleno, o directamente sobre el producto sin envasar.</p> <p>Con la esterilización se debe conseguir reducciones del Clostridium botulinum, (bacteria que puede provocar intoxicación). Se trata de una bacteria inestable a altas temperaturas, por lo que para conseguir su destrucción, durante la esterilización se alcanzan temperaturas de 100°C. Aunque esta bacteria quede inactivada a 80°C, se aumenta la temperatura para que el tiempo de aplicación del proceso sea menor. Por otra parte, para la estabilidad a temperatura ambiente del producto final, el tratamiento térmico dependerá de la bacteria esporulada más termorresistente y de la temperatura a la que se vaya a almacenar el producto.</p> <p>Por ello, y al contrario que en la pasterización, la esterilización será un tratamiento de alta intensidad, realizándolo a temperaturas mayores de 100°C. La esterilización se realiza en alimentos como carne, pescado, verduras y frutas. El valor nutricional del producto final es menor, debido a que al someter los alimentos a altas temperaturas además de microorganismos, también se destruyen vitaminas, proteínas e incluso aromas del producto. Por lo tanto, un tratamiento a estas temperaturas tendrá efectos sobre las cualidades organolépticas del alimento.</p> <p>Mediante la esterilización de los alimentos se consiguen conservas que pueden ser almacenadas durante un largo periodo de tiempo y a temperatura ambiente. No obstante, al considerar el tratamiento térmico a emplear (tiempo y temperatura del esterilizador), debemos destacar la importancia del pH y tratamiento anterior del alimento que se desea envasar (pimiento, espárrago...). Una forma de evitar que se desarrolle el Clostridium botulinum es disminuir el pH de la conserva añadiendo ácido al líquido de cobertura. Esto permite tratamientos térmicos menos intensos y consecuentemente el mantenimiento de las cualidades organolépticas del producto final.</p> <p>Con todo ello, la decisión de la temperatura y tiempo de esterilización depende de diversos factores tales como: durabilidad del producto final deseado; características organolépticas, físicas, químicas y sobre todo, el PH del alimento; envase final (vidrio, hojalata, combinaciones...) y finalmente la seguridad alimentaria (eliminación de microorganismos).</p> <p>El esterilizador continuo es utilizado cuando se trabajan grandes cantidades de producto envasado. El calentamiento puede provocarse por vapor de agua saturada, por mezcla de vapor de agua y aire comprimido, por agua sobrecalentada y también por otros medios característicos de algunos esterilizadores más especiales.</p> <p>En la elección del esterilizador debe tenerse en cuenta la mano de obra necesaria ya que, el esterilizador continuo trabaja prácticamente sin intervención humana.</p> <p>Este tipo de equipos constan de tres recintos separados para el precalentamiento, la propia esterilización y enfriamiento. Generalmente, el mismo equipo recircula el agua.</p> |                        |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |                        |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |                        |
| <p>El caudal y consumo de trabajo depende del diseño y producción de la industria. Generalmente, estas instalaciones tienen su propio sistema de recirculación de agua, por lo que se produce un importante ahorro de energía y agua, pasando el agua utilizada en la fase de enfriamiento a la de precalentamiento.</p> <p>En comparación con los autoclaves discontinuos, en los que en cada ciclo de funcionamiento precisa la purga y el calentamiento del autoclave; un equipo continuo permanece térmicamente en estado estacionario. Por esta misma razón, un autoclave continuo consume menos agua de enfriamiento puesto que sólo debe enfriarse el producto y no el propio autoclave.</p> <p>En estas condiciones el vertido de agua es mínimo y en caso de producirse se trata de agua sin carga contaminante.</p>  |                        |



| MÁQUINA / EQUIPO NºII   |  |
|---|--|
| Tipo  | Esterilizador de productos sin envasar |
| Habitual / novedad  | Habitual                               |
| Nombre habitual   | Esterilizador UHT                      |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |  |
| <p>Aplicar un tratamiento térmico, generalmente a productos poco ácidos, cuyo fin es eliminar los riesgos para la salud pública y que el producto sea suficientemente estable para permitir un almacenamiento de larga duración a temperatura ambiente. La esterilización de alimentos puede realizarse sobre el envase de uso final, ya lleno, o directamente sobre el producto sin envasar.</p> <p>Con la esterilización se debe conseguir reducciones del <i>Clostridium botulinum</i>, (bacteria que puede provocar intoxicación). Se trata de una bacteria inestable a altas temperaturas, por lo que para conseguir su destrucción, durante la esterilización se alcanzan temperaturas de 100°C. Aunque esta bacteria quede inactivada a 80°C, se aumenta la temperatura para que el tiempo de aplicación del proceso sea menor. Por otra parte, para la estabilidad a temperatura ambiente del producto final, el tratamiento térmico dependerá de la bacteria esporulada más termorresistente y de la temperatura a la que se vaya a almacenar el producto.</p> <p>Por ello, y al contrario que en la pasteurización, la esterilización será un tratamiento de alta intensidad, realizándolo a temperaturas mayores de 100°C. La esterilización se realiza en alimentos como carne, pescado, verduras y frutas. El valor nutricional del producto final es menor, debido a que al someter los alimentos a altas temperaturas además de microorganismos, también se destruyen vitaminas, proteínas e incluso aromas del producto. Por lo tanto, un tratamiento a estas temperaturas tendrá efectos sobre las cualidades organolépticas del alimento.</p> <p>Mediante la esterilización de los alimentos se consiguen conservas que pueden ser almacenadas durante un largo periodo de tiempo y a temperatura ambiente. No obstante, al considerar el tratamiento térmico a emplear (tiempo y temperatura del esterilizador), debemos destacar la importancia del pH y tratamiento anterior del alimento que se desea envasar (pimiento, espárrago...). Una forma de evitar que se desarrolle el <i>Clostridium botulinum</i> es disminuir el pH de la conserva añadiendo ácido al líquido de cobertura. Esto permite tratamientos térmicos menos intensos y consecuentemente el mantenimiento de las cualidades organolépticas del producto final.</p> <p>Con todo ello, la decisión de la temperatura y tiempo de esterilización depende de diversos factores tales como: durabilidad del producto final deseado; características organolépticas, físicas, químicas y sobre todo, el pH del alimento; envase final (vidrio, hojalata, combinaciones...) y finalmente la seguridad alimentaria (eliminación de microorganismos).</p> <p>Cuando el alimento es un líquido cuya viscosidad permita bombearlo, se puede plantear un sistema de esterilización anterior al envasado. En este caso, el producto se hace circular por un circuito cerrado en el que se procederá a su precalentamiento, esterilización, enfriamiento y envasado aséptico. Generalmente, la esterilización se realiza a temperatura alta: 135°C-150°C, lo que permite un tiempo de proceso muy corto ( 4-15 segundos).</p> <p>Este método afecta muy poco a las cualidades organolépticas del producto (empleado en productos lácteos). Al utilizar este sistema, se consiguen productos con características organolépticas más parecidas a la leche pasteurizada. La leche tratada en un proceso UHT es de un color más blanco y no presenta el "típico" sabor a cocido que se obtiene después de su esterilización dentro de un envase.</p> <p>En el mercado existen dos sistemas UHT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas directos: en los que el producto entra en contacto directo con el medio de calefacción (vapor de agua). El producto se pone en contacto con el vapor de agua, que se emplea como medio de calefacción, condensándose en esta operación, por lo que el alimento se diluye. En el enfriamiento se deberá conseguir la evaporación de la misma cantidad de agua que se adicionó en el proceso de calentamiento para que se mantenga constante la composición del alimento.</li> <li>• Sistemas indirectos: en los que el calor se transmite a través de una superficie de separación, en un cambiador de calor. El calentamiento puede realizarse por medio del cambiador de calor que mejor se adapte a las características del alimento.</li> </ul> |  |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO NºII</b>   |
|--|
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b><br><b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |
| <p>El caudal de trabajo del esterilizador de productos sin envasar depende de las dimensiones de la instalación y del sistema de calentamiento utilizados.</p> <p>En los sistemas indirectos, al igual que en la pasteurización, un sistema de intercambiador de placas consigue un ahorro en el consumo de agua de hasta un 90%. La carga contaminante del agua eliminada es prácticamente nula debido a que no está en contacto directo con el alimento.</p> <p>También en los sistemas directos, es posible utilizar un intercambiador de calor entre las fases de precalentamiento y enfriamiento final.</p> |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>   |
| <b>RECIRCULACIÓN:</b> El agua suele ser recirculada dentro del equipo.   |
| <b>REUTILIZACIÓN:</b>  |
| <b>REGENERACIÓN</b>  |
| <b>Observaciones</b>   |
|  |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO Nº12</b>  |                            |
|---|----------------------------|
| Tipo  | <b>Pelador termofísico</b> |
| Habitual / novedad  | Habitual-novedad           |
| Nombre habitual   | Peladora- pelado térmico   |
| <b>FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO</b>   |                            |
| <p>Este equipo está destinado a la eliminación de las pieles de frutas y verduras mediante procesos termo-físicos. Este sistema es muy frecuente para el pelado del tomate aunque también se utiliza para el pelado de otros productos como patata, zanahoria, etc. El producto se somete a la acción del vapor a presión y después se reduce rápidamente, de manera que la piel se rompe. Esto facilita la eliminación de la piel por medio de abundante agua (en el caso de las termofísicas por choque con agua) o por medio del efecto del vacío (en el caso de las termofísicas por choque con vacío).</p> <p>Estas dos tecnologías también se denominan como peladoras por vacío y peladoras por presión. En las primeras se procede a calentar una cantidad determinada de frutos en un equipo destinado para tal fin y una vez alcanzada la temperatura deseada se transfieren hasta otro recipiente herméticamente sellado. En este recipiente se produce vacío de forma violenta para provocar el desprendimiento de las pieles. En el segundo caso los frutos son introducidos en un recipiente de sección esférica y se sella herméticamente. Después, los frutos son presurizados con vapor vivo logrando el incremento de presión y temperatura deseada. La presión interna es liberada violentamente mediante una válvula de purga rápida, produciéndose un descenso brusco de presión. Este hecho provoca el desprendimiento de las pieles.</p> |                            |
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b>  |                            |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>  |                            |
| <p>En cuanto al consumo de agua varía según el tipo de peladora termofísica que se trate. En la peladora termofísica por choque con agua, tras realizar su función, arrastra una elevada cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión, generándose en este punto un caudal importante de aguas residuales con una carga contaminante importante.</p> <p>La peladora termofísica por vacío consume únicamente el agua utilizada para la generación del vacío (bomba de vacío y condensador). Se trata de agua limpia que no entra en contacto con el producto y es totalmente reutilizable para otras operaciones.</p> <p>Por ello, la utilización de una peladora por vacío conlleva un importante ahorro de agua. Se estima un consumo de agua de 16 a 18 m<sup>3</sup>/h (para una producción de 8000 Kg/h) para la peladora por choque de agua, mientras la peladora de vapor realiza la misma producción con 6/8 m<sup>3</sup>/h. Por otra parte, el agua vertida por la bamba de vacío y el condensador pertenecientes a este segundo método es completamente reutilizable por no estar contaminada.</p>   |                            |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>  |                            |
| RECIRCULACIÓN:  |                            |
| REUTILIZACIÓN: El agua vertida en las peladoras por vacío puede ser reutilizada.  |                            |
| REGENERACIÓN  |                            |
| <b>Observaciones</b>  |                            |
|   |                            |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº13   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Tipo  | Vacuum                          |
| Habitual / novedad  |                                 |
| Nombre habitual   | Cámara de enfriamiento al vacío |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |                                 |
| <p>El enfriamiento se logra encerrando las hortalizas en una cámara sellada de la cual se extrae rápidamente el aire. Al descender la presión que se produce entre el agua de la superficie del producto y el aire que lo rodea, una diferencia de presiones parciales que provocan que el agua se evapore de la superficie. La energía para que se produzca este efecto proviene de la disminución de la temperatura del producto. Este efecto se llama enfriamiento evaporativo. En el proceso se pierde aproximadamente un 1 % de peso por cada 5.6°C de descenso de temperatura.</p> <p>Los equipos antiguos utilizan chorros de vapor para logra el vacío, otros usan bombas de vacío rotativas o compresores reciprocantes. Se utiliza para productos con una relación superficie/masa grande como por ejemplo lechuga u otras hortalizas de hoja como: escarola, espinaca y perejil. También se usan en espárragos, brócoli, coliflor, repollo, apio, coles de bruselas, puerros, hongos y maíz dulce, tomando la precaución de suministrar el agua necesaria para el enfriamiento y disminuir la pérdida de agua.</p> |                                 |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |                                 |
| Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc.   |                                 |
| <p>El refrigerador al vacío es una opción interesante frente a la tradicional máquina frigorífica mecánica, sobre todo cuando se dispone de vapor excedentario.</p>   |                                 |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.   |                                 |
| RECIRCULACIÓN:  |                                 |
| REUTILIZACIÓN: El agua vertida en las peladoras por vacío puede ser reutilizada.  |                                 |
| REGENERACIÓN  |                                 |
| Observaciones   |                                 |
|   |                                 |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO Nº14</b>   |  |
|--|--|
| Tipo   | Escaldador por vapor   |
| Habitual / novedad   | Habitual   |
| Nombre habitual  | Escaldador/a por vapor de agua, escaldador con ducha de agua |
| <b>FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO</b>  |  |
| <p>El escaldador es una máquina importante en todos los procesos de productos, generalmente vegetales, que van a ser enlatados. La máquina calienta el alimento rápidamente, lo mantiene caliente durante un tiempo predeterminado y finalmente lo enfría rápidamente o lo pasa a la siguiente fase. El escaldador produce los siguientes cambios en el alimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpia la materia prima y reduce la cantidad de bacterias.</li> <li>• Los gases celulares se desprenden, con lo que se reduce la corrosión de los envases y facilita la obtención del vacío en el espacio de cabeza.</li> <li>• Los alimentos se reblandecen y contraen con lo que se facilita el llenado de los envases.</li> <li>• Se puede mejorar la textura de los alimentos, especialmente de aquellos que han sido deshidratados en el proceso</li> </ul> <p>El escaldador por vapor se basa en colocar el producto en una cinta transportadora en la que se provoca el escaldado del alimento mediante el vapor de agua. Las fases del escaldador son tres: precalentamiento (mediante pulverización de agua caliente), el propio escaldado y enfriamiento (mediante pulverización de agua fría). Entre estas fases el agua puede ser recirculada, disminuyendo el aporte de energía.</p>   |  |
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b>   |  |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |  |
| <p>Consumo de agua: Los escaldadores menos evolucionados se tratan de simples túneles, donde se introduce el producto sobre un transportador de cinta. La calefacción se consigue por medio de vapor de agua saturado. El rendimiento es muy bajo, debido a que producen grandes pérdidas de vapor a la entrada y salida del producto. Para reducir estas pérdidas se proponen varios métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortinas de agua: los escapes de vapor de agua se controlan mediante cortinas de agua colocadas a la entrada y salida del túnel. Exige consumo de agua.</li> <li>• Cierres hidráulicos: los cierres están dispuestos de manera que aunque impiden el escape de vapor permiten ser atravesados por el producto a la entrada y la salida.</li> </ul> <p>Al igual que en el escaldador por inmersión, la sección de enfriamiento del escaldador se alimenta de agua fría que, al ir pulverizándose sobre el producto, va calentándose a medida que el producto se enfría. Esta agua que ha alcanzado su máxima temperatura se bombea a la sección de precalentamiento, por lo que seguirá circulando. (aprovechando así el aporte de energía para precalentar el producto y recirculando el agua)<br/>Si se pretende reducir el uso de agua, se puede generar el enfriamiento del alimento mediante corrientes de aire.</p> |  |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>   |  |
| <p><b>RECIRCULACIÓN:</b> Puede recircularse el agua tanto del escaldado como la utilizada en el enfriamiento para el precalentamiento del producto, siempre que se tomen las medidas sanitarias pertinentes.</p>   |  |
| <p><b>REUTILIZACIÓN:</b></p>   |  |
| <p><b>REGENERACIÓN</b></p>   |  |
| <b>Observaciones</b>   |  |
|  |  |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº15  |   |
|--|---|
| Tipo   | Escaldador por inmersión                              |
| Habitual / novedad   | Habitual  |
| Nombre habitual  | Escaldador/a por inmersión en agua caliente, rotativo |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |   |
| <p>El escaldador es una máquina importante en todos los procesos de productos, generalmente vegetales, que van a ser enlatados. La máquina calienta el alimento rápidamente, lo mantiene caliente durante un tiempo predeterminado y finalmente lo enfría rápidamente o lo pasa a la siguiente fase. El escaldador produce los siguientes cambios en el alimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpia la materia prima y reduce la cantidad de bacterias.</li> <li>• Los gases celulares se desprenden, con lo que se reduce la corrosión de los envases y facilita la obtención del vacío en el espacio de cabeza.</li> <li>• Los alimentos se reblandecen y contraen con lo que se facilita el llenado de los envases.</li> <li>• Se puede mejorar la textura de los alimentos, especialmente de aquellos que han sido deshidratados en el proceso.</li> </ul> <p>El escaldado por inmersión se basa en sumergir el alimento en agua a temperatura de escaldado durante un tiempo determinado, dependiendo del producto a tratar. El alimento puede sumergirse directamente o introduciéndolo previamente en un tambor (escaldador rotativo). Las fases del escaldado son tres: Pre calentamiento del producto (generalmente por pulverización de agua caliente), el propio escaldado y finalmente, enfriamiento (generalmente mediante pulverización de agua fría).</p>   |   |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |   |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>   |   |
| <p><b>Consumo de agua:</b> El calentamiento del agua se consigue por inyección directa de vapor, y es necesario mantener su nivel, por adicción continua de agua fresca, ya que una parte del agua del tratamiento es arrastrada por el producto.</p> <p><b>Contaminación del agua:</b> El escaldado por inmersión se lleva a cabo pasando el alimento a velocidad controlada a través de un tambor perforado que gira en un depósito de agua a la temperatura de escaldado. También puede realizarse suspendiendo el alimento en agua directamente. Esto provoca la pérdida de muchos productos solubles que quedan en el agua incrementando la carga contaminante.</p> <p><b>Reciclado de agua:</b> Deben tomarse las debidas medidas para que no se desarrolle flora bacteriana termófila que contamine el producto a su paso por el equipo.</p> <p>La sección de enfriamiento de los escaldadores puede disponerse como un simple sistema de disipación de calor o puede integrarse en el mismo equipo empleándola como un sistema de recuperación de energía/agua. La sección de enfriamiento del escaldador se alimenta de agua fría que, al ir pulverizándose sobre el producto, va calentándose a medida que el producto se enfría. Esta agua que ha alcanzado su máxima temperatura se bombea a la sección de pre calentamiento, por lo que seguirá circulando. Si se pretende reducir el uso de agua, se puede generar el enfriamiento del alimento mediante corrientes de aire.</p> |   |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.  |   |
| <p><b>RECIRCULACIÓN:</b> Puede recircularse el agua tanto del escaldado como la utilizada en el enfriamiento posterior tomando las medidas sanitarias pertinentes.</p>   |   |
| <p><b>REUTILIZACIÓN:</b></p>   |   |
| <p><b>REGENERACIÓN</b></p>   |   |
| Observaciones  |   |
|  |   |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº16   |                           |
|---|---------------------------|
| Tipo  | Limpieza por flotación    |
| Habitual / novedad  | Habitual                  |
| Nombre habitual   | Canales de agua, piscinas |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |                           |
| Mediante esta máquina se separan las partes deseables de los alimentos de las partes indeseables mediante la diferencia de densidad. Separa piedras, suciedad y partes de la planta no deseados. Los contaminantes más pesados son atrapados y permanecen retenidos por una lámina. Necesitan suministro continuo de agua   |                           |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |                           |
| <b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b>  |                           |
| <p><b>Consumo agua:</b> Se precisan velocidades de flujo de agua del orden de 200-500 litros por minuto, es decir, un consumo de agua de 4.000-10.000 litros de agua por tonelada de producto.</p> <p><b>Contaminación del agua:</b> El agua utilizada exige tratamiento antes de poder ser eliminada.<br/>Reciclado del agua: Debido al caudal y velocidad de agua necesaria, generalmente, se recicla el agua de la propia máquina.</p> |                           |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.   |                           |
| RECIRCULACIÓN: El agua puede ser recirculada dentro de la propia máquina.   |                           |
| REUTILIZACIÓN: El agua, previo control, puede ser utilizada en el lavado por inmersión.   |                           |
| REGENERACIÓN  |                           |
| Observaciones   |                           |
|   |                           |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº17  |                        |
|--|------------------------|
| Tipo   | Limpieza por inmersión |
| Habitual / novedad   | Habitual               |
| Nombre habitual  | Depósito               |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |                        |
| <p>La máquina se utiliza para eliminar las partículas de tierra firmemente adheridas y resulta útil porque permite el empleo de detergentes y productos sanitarios.</p> <p>En muchas ocasiones se utiliza la inmersión como paso previo en la limpieza de tubérculos y otros alimentos muy sucos. La tierra adherida resulta así ablandada y en parte desprendida y desechada junto con las piedras, arena y otras sustancias abrasivas que pueden dañar la maquinaria utilizada en los siguientes pasos. Generalmente en éstas cubas no existe suministro continuo de agua, no obstante, deben ser vaciadas y rellenadas continuamente para garantizar la higiene del producto.</p> |                        |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |                        |
| Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc.  |                        |
| <p><b>Consumo agua:</b> 15.000 litros/ tonelada de alimentos enlatados.</p> <p><b>Contaminación del agua:</b> el agua utilizada exige un tratamiento antes de poder ser eliminada.<br/>                     Reciclado del agua: Los depósitos de inmersión se pueden alimentar de agua ligeramente contaminada procedente de pasos de lavados posteriores. En este caso, resulta importante llevar a cabo un control microbiológico y hacer el cambio de agua de inmersión regularmente.</p>   |                        |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.  |                        |
| RECIRCULACIÓN:   |                        |
| REUTILIZACIÓN: El agua de entrada puede provenir de otros procesos de lavado posteriores.  |                        |
| REGENERACIÓN   |                        |
| Observaciones  |                        |
|  |                        |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº18   |  |
|---|--|
| Tipo  | Limpieza por aspersión                             |
| Habitual / novedad  | Habitual   |
| Nombre habitual   | Lavadora de duchas, hidroneumática, transportadora |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO  |  |
| <p>Probablemente sea éste el método de lavado húmedo más utilizado. Durante el mismo se exponen las superficies del alimento a duchas de agua. La eficiencia del lavado por aspersión depende de: la presión del agua empleada, volumen de agua utilizada, temperatura del agua, la distancia del producto a la aspersión, el tiempo de exposición y el número de duchas utilizado.</p>   |  |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA   |  |
| <p><b>Caudal de trabajo (m<sup>3</sup>/h), consumo de agua /ud producida (m<sup>3</sup>/ud), etc.</b></p>   |  |
| <p><b>Consumo agua:</b> 1.500-5.000 litros/ tonelada de alimentos enlatados. Se puede reducir el consumo de agua aumentando la presión, no obstante, depende de la delicadeza del producto.<br/>Si las duchas de agua se utilizan en combinación de cepillos de caucho, los cuales arrastran la tierra adherida; el consumo de agua puede reducirse hasta 20 litros/ tonelada de fruta.</p> <p><b>Contaminación del agua:</b> el agua utilizada exige tratamiento antes de poder ser eliminada.</p> |  |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.   |  |
| RECIRCULACIÓN:  |  |
| REUTILIZACIÓN: El agua vertida puede ser utilizada, previo control, en el lavado por inmersión.   |  |
| REGENERACIÓN  |  |
| Observaciones   |  |
|   |  |

| MÁQUINA / EQUIPO Nº19  |              |
|--|--------------|
| Tipo   | Desplumadora |
| Habitual / novedad   | Habitual     |
| Nombre habitual  | Depósito     |
| FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO   |              |
| <p>El proceso de desplumado es un proceso mecánico que requiere sacudir y golpear los cuerpos de los pollos para poder así arrancar las plumas. Este proceso mecánico debe ser calculado con cuidado para no dañar la carne. Al realizarse escaldados de mayor intensidad, el desplumado resultará menos agresivo.</p> <p>Mediante la máquina de desplumado se quitan las plumas de las aves. El proceso puede realizarse acompañado de un duchado continuo o mediante una ducha posterior al desplumado que arrastre los restos de las plumas.</p> <p>La máquina consiste en una tolva de acero inoxidable. Ésta tiene unos poros donde se encuentran unos dedos de goma (o cojinetes) que son los que finalmente desprenden las plumas del pollo por fricción. La máquina puede disponer de unos inyectores en el interior de la tolva los cuales inyectarán agua durante el desplume.</p> |              |
| ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA  |              |
| Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc.  |              |
| <p>En el desplumado de pollos se utiliza una media de 1,8 litros por ave producida. Los inyectores situados en el interior de la tolva suministran agua con el fin de lubricar la piel de los pollos, no dañar la carcasa de los mismos y finalmente empujar las plumas retiradas al canal de desplumado.</p> <p>La instalación de una rejilla (la cual recolecte las plumas retiradas) y una bomba, permite recircular el agua utilizada en esta máquina hasta en un 58%.</p>   |              |
| La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.  |              |
| <p>RECIRCULACIÓN: Mediante la interposición de una rejilla que retenga las plumas, es posible recircular el agua dentro de la máquina.</p>   |              |
| <p>REUTILIZACIÓN:</p>  |              |
| <p>REGENERACIÓN</p>  |              |
| Observaciones  |              |
|  |              |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO Nº20</b>   |                     |
|--|---------------------|
| Tipo   | Lavadora de jamones |
| Habitual / novedad   | Novedad             |
| Nombre habitual  | Lavadora            |
| <b>FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO</b>  |                     |
| <p>Después del salado de los jamones es preciso eliminar los restos de sal que quedan en superficie. Si no se hace correctamente se pueden presentar acortezamientos y presencia de cristales de sal en el producto terminado. Además, la formación de costras en la fase de secadero dificultaría una desecación normal. El sistema de lavado consiste en una instalación de agua a presión. Generalmente, la maquina está dotada de una cinta transportadora la cual introduce el jamón a la zona de limpieza. Una vez colocado el jamón en la cinta transportadora pasa a la cámara de lavado donde un sistema de rociadores se adapta a la superficie del jamón inyectando agua a presión y provocando el arrastre de la sal que es recogida en un depósito inferior. Esta agua es recuperada en el circuito de lavado permitiendo un importante ahorro. Posteriormente el jamón pasa a la zona de aclarado. El jamón sale de la lavadora quedando listo para ser colgado.</p> <p>Este lavado debe ser llevado a cabo siempre bajo circulación y renovación de agua fría, pero nunca por inmersión en un recipiente a fin de evitar la formación de una salmonera, capaz de causar después importantes contaminaciones microbianas.</p> <p>Este tipo de maquinaria favorece la homogeneidad de los lotes de jamones.</p> |                     |
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b><br>Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc.  |                     |
| <p>En marcas comerciales encontramos consumos de agua que rondan los 800-1000 litros a la hora. Como se ha mencionado anteriormente, ésta máquina puede estar provista de un depósito inferior en el que se recoge el agua y se hace recircular a fases de lavado.</p> <p>El agua residual proveniente de esta máquina arrastra principalmente sales. Se generan corrientes de agua residual con elevada conductividad eléctrica (15.000 micro Siemens por centímetro cúbico aproximadamente). Una forma de reducir la conductividad eléctrica de las aguas de lavado es eliminar en seco la mayor parte posible de la sal presente en la superficie de los perniles. Esto puede realizarse de forma manual mediante golpes secos o rascado. Últimamente se han desarrollado métodos mecánicos, neumáticos o mixtos.</p>   |                     |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>   |                     |
| RECIRCULACIÓN: El agua puede ser recirculada a nuevas fases de lavado.   |                     |
| REUTILIZACIÓN:   |                     |
| REGENERACIÓN   |                     |
| <b>Observaciones</b>   |                     |
|  |                     |

| <b>MÁQUINA / EQUIPO Nº21</b>  |                            |
|---|----------------------------|
| Tipo  | Tambor rotatorio de lavado |
| Habitual / novedad  | Habitual                   |
| Nombre habitual   | Lavadora de tambor         |
| <b>FUNCIÓN DE LA MÁQUINA / EQUIPO</b>   |                            |
| <p>La utilización del lavador de tambor es muy común en la industria pesquera. El primer lavado suele realizarse después de la recepción del producto en planta. No obstante, después del descabezado y destripado del pescado quedan restos de sangre y escamas que es necesario eliminar.</p> <p>El lavador consiste en un cilindro rotatorio inclinado provisto de perforaciones en la parte inferior. La mitad inferior del tambor se encuentra sumergida en una corriente de agua. El pescado se introduce en un extremo y es volteado mediante paletas a medida que pasa a lo largo del cilindro. Este volteo facilita que el agua llegue a todas las partes de la superficie de las piezas. La combinación de los giros del tambor junto a una ligera inclinación del mismo facilita el avance de la materia a lo largo de la máquina.</p> |                            |
| <b>ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONSUMO DE AGUA</b><br>Caudal de trabajo (m <sup>3</sup> /h), consumo de agua /ud producida (m <sup>3</sup> /ud), etc.   |                            |
| <p>El elevado consumo de agua de esta máquina se debe principalmente a la necesidad de mantener unos exigentes estándares legales higiénicos y sanitarios. Esto hace que sea necesaria una corriente continua de agua e imposibilitando la opción de utilización de sistemas de inmersión.</p> <p>Poe ello, la reutilización queda limitada por las estrictas especificaciones de higiene.</p> <p>La contaminación del agua provocada por esta máquina depende fuertemente del tipo de pescado que se esté procesando. Generalmente, las aguas residuales provenientes de esta máquina contienen altos niveles de materia orgánica, aceites y grasas, nitrógeno, fósforo, sales y sólidos en suspensión, e incluso sangre, espinas...</p>   |                            |
| <b>La eficiencia energética de este método es muy elevada debido a que el calentamiento se realiza por el calor cedido al agua durante el enfriamiento. De esta forma, el consumo de agua puede resultar prácticamente nulo.</b>  |                            |
| RECIRCULACIÓN:  |                            |
| REUTILIZACIÓN:  |                            |
| REGENERACIÓN  |                            |
| <b>Observaciones</b>  |                            |
|   |                            |

## 1. Introducción. Justificación y propósito del proyecto

## 2. La empresa<sup>1</sup>

### 2.1. Descripción general<sup>2</sup>

- Datos generales de la empresa
- Descripción de las naves
- Relación de la maquinaria principal

### 2.2. Descripción del entorno<sup>3</sup>

- Descripción socioeconómica del entorno cercano (edificios residenciales, industriales, dotacionales, etc...)
- Red hidrográfica cercana
- Explotaciones agrícolas y pecuarias cercanas

### 2.3. Tipología de productos, descripción de procesos y diagrama/s de flujo

### 2.4 Evolución anual de la producción

## 3. La empresa y el agua

### 3.1. Estado de las captaciones. Actualizaciones y legalización ante la Confederación Hidrográfica

### 3.2. Estado y descripción de los puntos de vertido. Autorización de vertido

### 3.3. Los procesos consumidores de agua

- Procesos consumidores<sup>4</sup>
- Maquinaria consumidora<sup>5</sup>

### 3.4. La evolución anual del consumo de agua

- Evolución bruta
- Relación con la producción y procesos auxiliares

### 3.5. La evolución anual del vertido de agua

- Evolución bruta
- Relación con la producción y procesos auxiliares

### 3.6. Costes.

- Costes asociados al consumo de agua
- Costes asociados al vertido de agua

1. Se trata de una descripción breve. En realidad es un capítulo introductorio al proyecto, puesto que la empresa ya conoce esa información.

2. Información extraída de la "Ficha de recopilación 1 –Empresa-" (anexo 1 del procedimiento)

3. Incluir apoyo gráfico (planos y ortofotos si es posible)

4. Enumerar los procesos principales y auxiliares detectados que consumen agua, incluyendo limpieza, riego, refrigeración, etc. Se recogerá la información que resulte más relevante de la "Ficha de recopilación 2 –proceso-". Se presentarán las diferentes fichas como anexos del informe asociados a este punto.

5. Enumerar la maquinaria consumidora de agua. Se recogerá la información que resulte más relevante de l Anexo VII "Ficha de recopilación 4 - Maquinaria" en cuanto a calidades y consumos. Se presentarán las diferentes fichas como anexos del informe asociados a este punto.

- 3.7. Control del consumo
- Existencia de elementos de control del consumo
  - Buenas prácticas de reducción del consumo en la instalación
  - Existencia de elementos de control de la calidad del vertido
  - Datos analíticos de vertido
  - Límites de vertido y comparación con los datos analíticos: adecuación de los vertidos a la normativa vigente <sup>1</sup>
- 3.8 Instalaciones de tratamiento de aguas
- Acondicionamiento y tratamiento previo al consumo
  - Tratamientos intermedios durante el proceso
  - Acondicionamiento y tratamiento previo al vertido
  - Tratamientos de regeneración
- 3.9. Carencias y problemas detectados<sup>2</sup>
- En la gestión
  - En las instalaciones
  - En el proceso <sup>3</sup>
  - En los equipos <sup>4</sup>
  - En los sistemas de depuración <sup>5</sup>

#### 4. Posibilidades de mejora: estudio de alternativas

- 4.1. Propuesta de monitorización<sup>6</sup>. Aplicación de software de gestión del agua en tiempo real
- 4.2. Propuesta de tecnologías de reutilización<sup>7</sup>
- 4.3. Propuesta de tecnologías de recuperación<sup>8</sup>
- 4.4. Propuesta de alternativas de depuración y posibilidades de regeneración<sup>9</sup>. Aplicación de nuevas tecnologías
- Posibilidades de regeneración, en propias instalaciones y en zonas y actividades colindantes. Se tendrá en cuenta la aparición de las nuevas figuras administrativas, según los condicionados del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas
- 4.5. Alternativas de vertido final
- Necesidades de adaptación en cuanto a las calidades y cantidades de los vertidos según el medio receptor, teniendo en cuenta las variables que marca la Directiva Marco del Agua y el resto de textos articulados. Primera aproximación a las soluciones, desde un prisma económico y técnico

1. Incluir la enumeración de los sistemas de depuración detectados, incluyendo las fichas descriptivas de maquinaria según formato de "Ficha de recopilación 3 –sistemas de depuración-" que se consideren relevantes.

2 Información extraída de las fichas "Ficha de recopilación 2 –proceso-", "Ficha de recopilación 3 –depuración", "Ficha de recopilación 4 –maquinaria-" Muchas de las carencias y problemas detectados podrán descubrirse tras consultar las fichas de buenas prácticas facilitadas en el anexo 10 de esta guía y compararlas con la situación observada en la empresa.

3 Incluyendo posibilidades de reutilización

4 Incluyendo posibilidades de recuperación

5 Incluyendo posibilidades de regeneración

6 Incluir "Ficha plano de monitorización/ubicación de contadores".

7 A partir de la comparación de las "fichas buenas prácticas", que se facilitan en el anexo 10 de esta guía con la información recopilada en las fichas de proceso (anexo III de este procedimiento)

8 Posibilidad de recuperación de aguas en ciclos semiabierto o cerrado a partir de la información extraída de las fichas descriptivas de maquinaria y su comparación con las "fichas de buenas prácticas". Se tendrá en cuenta el recálculo de condiciones y características del vertido con las posibles nuevas condiciones.

9 Analizando las fichas descriptivas de sistemas de depuración, las fichas de recopilación de información sobre sistemas de depuración o pretratamiento utilizadas en la empresa y deduciendo posibles destinos alternativos de las aguas tratadas con los nuevos sistemas propuestos

4.6. Mejoras de gestión

- Asociadas a cambios en el proceso productivo desde el punto de vista organizativo, cronológico o respecto al enfoque de mercado que pudieran redundar en un mejor comportamiento respecto al medio hídrico o en un mejor aprovechamiento del recurso

4.7. Presentación jerarquizada de alternativas según su rentabilidad

- Estudio de viabilidad financiera de la alternativa. Aplicación de criterios prácticos para su aplicación en contabilidad de costes. El agua, juega cada vez más un coste a tener en cuenta en la unidad de producto. Esta información será muy útil para crear nuevos escandallos de producción
- Listado de alternativas
- Colección de fichas de actuación
- Plan de acción

5. Reportaje fotográfico (opcional)

## BUENA PRÁCTICA I : BUENAS PRÁCTICAS GENERALES DE GESTIÓN

## Tipo

Buenas prácticas por cambios organizativos

## Situación habitual del proceso

Es sabido que el sector de la industria agroalimentaria sufre una gran dependencia del agua, tanto en lo que se refiere a su disponibilidad como materia prima o auxiliar, como a la existencia de una red de evacuación para sus vertidos. Esa gran dependencia, podría decirse que "histórica", ha hecho en muchos casos que el consumo de agua, por un lado, y su contaminación final, por otra, se consideren males "inevitables" y que, por lo tanto, la gestión del agua haya sido un elemento olvidado dentro de la organización general de la empresa.

En esta ficha se pretende dar unas pinceladas sobre las buenas prácticas de gestión, es decir, de organización y comportamiento general, que serían recomendables, al margen de otras buenas prácticas asociadas a cambios en el proceso productivo, sustitución de maquinaria, regeneración, reutilización o recirculación de agua.

Por lo tanto esta ficha puede considerarse común a todo el sector agroalimentario.

## Alternativa al proceso habitual

- **Implicación del personal**

De la colaboración y la sensibilización de todo el personal depende la correcta implantación de la gran mayoría de las buenas prácticas que se describen en esta guía. Por ello el personal debe ser informado sobre las nuevas actividades que se van a llevar a cabo, formado sobre normas de trabajo al respecto y advertido de las consecuencias que tiene para la empresa y para el Medio Ambiente desviarse de dichas pautas. Desde luego, la implicación del personal será mayor si no sólo reciben información sobre sus obligaciones, sino si se les comunican los logros que se vayan consiguiendo a medida que se implanten las buenas prácticas correspondientes.

- **Revisar la instalación, partiendo de principio de que el agua es una materia prima tan valiosa como cualquier otra (y, además, genera importantes costes de vertido)**

Realizar una lectura de contadores en víspera de una parada total de la instalación. Repetir la operación antes de volver a poner en marcha la instalación y comparar los datos. En el caso de que los resultados sean claramente diferentes, habrá que localizar las pérdidas y fugas. Ha de tenerse en cuenta que en el caso de las canalizaciones, el hecho de ser subterráneas dificulta la detección y reparación de los escapes, de forma que resulta frecuente que una tubería enterrada pierda al año cantidades considerables que, además, pueden deteriorar el propio edificio

Como referencia relativa a pérdidas de agua, puede tenerse en cuenta que, a una presión de 4,5 bar, las pérdidas anuales dependiendo del diámetro del orificio en tubería son las siguientes: 0,5mm, 117m<sup>3</sup>; 1mm, 438 m<sup>3</sup>; 2mm, 1825 m<sup>3</sup>; 4mm, 7300 m<sup>3</sup>; 6mm 16425 m<sup>3</sup>.

En lo referente a pérdidas de agua por válvulas en mal estado, puede tenerse en cuenta que un goteo en un grifo genera una pérdida de 44 m<sup>3</sup> anuales, un hilillo de agua en un grifo, de entre 140 y 440 m<sup>3</sup> y un escape en una cisterna fluctúa entre 220 y 440 m<sup>3</sup> anuales.

Algunas fugas son especialmente difíciles de detectar, especialmente aquellas que se producen en máquinas dotadas de rebosadero y alimentadas por una válvula que no cierra correctamente. Dado que la evaluación en estas máquinas no es visible, se produce el escape de forma continua hacia la zona de desagüe sin que se aprecie a simple vista. Una revisión periódica de los equipos de cierre resultaría una solución sencilla y eficaz.

Es necesario mantener un régimen de mantenimiento que asegure la reparación inmediata de fugas de agua y averías. Para ello se realizarán inspecciones periódicas de la instalación y/o del consumo para detectar lo antes posible fugas, roturas, pérdidas o despilfarros. Finalmente, se establecerá un proceso para avisar y reparar las fugas de agua lo más rápidamente posible. Dentro de las operaciones de mantenimiento y debido al número de pulverizadores utilizados en algunos sub-sectores, se recomienda controlar la presión del agua y el estado de las boquillas de pulverización.

- **Cuantificar el consumo de agua en cada área**

Entre el agua realmente necesaria en cada operación y la que realmente se consume puede haber diferencias importantes. Es muy recomendable definir la cantidad de agua empleada en realidad en cada operación. En caso de no disponer de contadores parciales y no querer instalarlos, puede conocerse el consumo de forma aproximada conociendo el caudal medio de cada grifo y estimando el tiempo de utilización. En este punto hay que tener en cuenta que puede darse el caso de que la empresa tenga obligación de haber instalado contadores parciales (por ejemplo, en la Comunidad Foral de Navarra, el DECRETO FORAL 12/2006, de 20 de febrero, por el que se establecen las condiciones técnicas aplicables a la implantación y funcionamiento de las actividades susceptibles de realizar vertidos de aguas a colectores públicos de saneamiento, exige, en su artículo 16 que " las actividades deberán instalar contadores

## BUENA PRÁCTICA 1 : BUENAS PRÁCTICAS GENERALES DE GESTIÓN

### Tipo

#### Buenas prácticas por cambios organizativos

de agua de abastecimiento en las diversas fuentes de captación de la misma, que permitan registrar la cantidad diaria consumida, en caso de superarse un consumo diario de 5 metros cúbicos, y en los demás casos la cantidad mensual. Estos contadores serán independientes y complementarán a los que las entidades suministradoras de agua puedan instalar a efectos del cómputo del consumo y el devengo de la correspondiente tasa de abastecimiento”). La instalación de contadores y su lectura periódica genera ahorros que oscilan entre el 5 y el 10%, derivados únicamente del conocimiento del consumo (Cámara de Comercio e Industria de Madrid, 1998). Gracias a ellos se pueden sectorizar los consumos y detectar aquellos procesos o equipos con un exceso en los mismos. En este sentido sería lo ideal contar con equipos electrónicos que agrupen todas las lecturas en tiempo real centralizando la información en un ordenador.

- Considerar la implantación de medidas de ahorro como una prioridad de gestión
  - Instalación de limitadores o temporizadores automáticos y válvulas de control de flujo para interrumpir el suministro de agua en las paradas de producción
  - Instalación de controles de nivel en los tanques de almacenamiento de agua y tanques de equilibrio.
  - Sustitución de grifos tradicionales por otros de cierre automático de tipo botón o por mangueras con dispositivos que se cierren por cese de accionamiento (pistolas de cierre instantáneo)
  - Sistema centralizado de interrupción del caudal. Permite cortar el flujo de agua a la zona deseada cuando se detecta un grifo abierto o una pérdida durante un tiempo previamente establecido.
  - Electroválvulas temporizadas. Cortan el caudal una vez transcurrido el tiempo programado.
  - Electroválvulas accionadas por detectores de presencia. Con ellas se consigue que sólo haya flujo de agua en aquellos momentos en los que se encuentra el elemento que se desea limpiar, por ejemplo, producto en una cinta de lavado.
  - Utilización de túneles y armarios de lavado. Se trata de lavadoras industriales para útiles como recipientes de plástico, moldes, tablas, carros transportadores, etc., que permiten ahorrar agua y detergente, recuperando el agua de aclarado de las fases limpias y utilizándola en aquellas fases de limpieza media o baja. Este sistema se denomina a contracorriente. El ciclo de lavado consta de cuatro etapas: prelavado (reutiliza el agua del primer aclarado antes de ser vertida), lavado (la solución con detergente se filtra y reutiliza varias veces en circuito cerrado), primer aclarado (reutiliza el agua del segundo aclarado) y aclarado final (con agua potable de red).
- Fijar objetivos cuantificables, verificables y alcanzables. Confiar su consecución a un responsable. El establecimiento de un plan de mejoras no tiene sentido si no se fijan previamente unos objetivos alcanzables. Estos objetivos deberán organizarse en forma de planes de actuación desglosados en metas concretas cuantificadas y con un responsable (mantenimiento, producción, responsable de compras, depuración, limpieza...)
- Establecer un procedimiento de uso y mantenimiento de los equipos de depuración. Resulta muy recomendable la redacción de un procedimiento operativo el uso y mantenimiento de la planta operadora. Además, la creación de un protocolo de auditoría visual de la planta de tratamiento de aguas residuales y la revisión periódica de la misma por un experto son pautas imprescindibles para garantizar su correcto funcionamiento.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 2 : BUENAS PRÁCTICAS EN LIMPIEZA CIP

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

La estructura general de un proceso de limpieza CIP es la siguiente:

- Fin de producción
- Drenaje mecánico y recogida de residuos (entrada de agua limpia)
- Fase de mezcla (producto químico y agua) en tanque a granel
- Precirculación de agua clarificada (con entrada de agua limpia y salida de agua contaminada)
- Máquina de drenaje (con salida de agua sucia)
- Limpieza Fase I. Transferencia por bombeo. Entrada de solución de limpieza del tanque I
- Drenaje mecánico. Salida de solución de limpieza I recirculada al tanque I
- Aclarado intermedio con agua limpia y vertido de agua contaminada
- Limpieza Fase II. Transferencia por bombeo. Entrada de solución de limpieza del tanque II
- Drenaje mecánico. Salida de solución de limpieza II recirculada al tanque II
- Aclarado intermedio con agua limpia y vertido de agua contaminada
- Drenaje mecánico con vertido de agua contaminada
- Aclarado final con agua potable y destino final a vertido o a recirculación para fase I
- Drenaje mecánico y destino final a vertido o a recirculación para fase I
- Comienzo de la producción

### Alternativa al proceso habitual

- Utilización de medidores de turbidez y realización de inspecciones visuales para reducir la cantidad de productos que quedan en el equipo antes del inicio del ciclo CIP
- Maximizar la recuperación de materia diluida (y, en realidad, no contaminada) del aclarado inicial del proceso CIP
  - reutilización de agua de enjuague final para pre enjuague
  - optimización de las secuencias del CIP, es decir, las fases de enjuague y lavado
  - limpieza automática y continua de moldes de queso, bastidores y marcos
  - reutilización de agua proveniente de ósmosis inversa o condensados para la limpieza de las zonas menos sensibles, o para la preparación de las soluciones de limpieza
  - reutilización de agua de refrigeración caliente para la limpieza
  - Reutilización del agua del enjuague final.

El objetivo del enjuague final es eliminar las últimas trazas de solución limpiadora de los equipos tratados. Para el aclarado se utiliza agua limpia, que retorna a la unidad central del sistema CIP todavía suficientemente limpia como para sea reutilizada en el pre-lavado o en aclarados intermedios en lugar de verterla a la red de drenaje. Esta reutilización requiere una conexión desde la tubería de retorno del CIP hasta el tanque de pre-lavado que posibilite la entrada en éste del agua que vuelve del enjuague final.

Por otro lado, el agua del enjuague final puede utilizarse también para la preparación de la solución de limpieza.

- Retirada de productos en seco, mediante gravedad, raspado o aire comprimido, antes del inicio del ciclo de lavado.
- Pre-enjuagado para permitir que los productos sobrantes que puedan ser reutilizados se recuperen.
- Automatización de la dosificación de productos químicos en concentraciones correctas.

### Observaciones

La cuantificación de los resultados esperables resulta imposible ya que las buenas prácticas descritas en esta ficha pueden llevarse a cabo con diferente intensidad o eficacia, de forma que arrojen resultados muy diversos en diferentes empresas. En cualquier caso, la recirculación conllevará un aumento de la concentración de contaminantes, difícil de cuantificar, pero una disminución muy considerable del volumen total de agua vertida.

### BUENA PRÁCTICA 3: BUENAS PRÁCTICAS EN LA LIMPIEZA DE SUPERFICIES.

#### Tipo

Optimización de consumo por cambio en proceso  
Reducción de carga contaminante en el vertido final

#### Situación habitual del proceso

La mayoría de las operaciones de limpieza consisten en varias fases que, en principio, pueden exigir aguas de diferentes calidades. Los pasos principales del proceso de limpieza son pre-lavado con agua, limpieza con productos de limpieza, enjuague con agua y desinfección.

El agua que puede entrar en contacto con el producto alimenticio (después de lavado), tiene que ser potable. En el caso de limpiar la carcasa del equipo y las paredes y suelos, el contacto con el producto alimenticio es bastante poco probable, y la calidad del agua podría no ser, al menos en teoría, estrictamente potable. Sin embargo en la mayor parte de las ocasiones se utiliza agua de esta calidad en todo el proceso para evitar cualquier peligro.

Desde luego, el agua a presión es el sistema de limpieza más utilizado. En él, los productos de limpieza se inyectan en el agua, utilizando temperaturas moderadas (de hasta 60°C). Una parte importante de la acción limpiadora del agua a presión se debe, evidentemente, a los efectos mecánicos de la misma. El lavado a presión reduce el consumo de agua y productos químicos en comparación con los sistemas de manguera convencional. Es importante, sin embargo, que la empresa se asegure de utilizar una presión eficaz y segura al mismo tiempo, puesto que existe cierta preocupación en la industria alimentaria sobre las implicaciones de higiene de un exceso de salpicaduras y aerosoles asociados con el uso de mangueras de alta presión.

Habitualmente, en la limpieza con espuma se rocía la superficie a limpiar con una solución limpiadora y se deja en la superficie durante unos 10 a 20 minutos, procediendo posteriormente a enjuagar con agua

Las limpiezas con agua a presión y con chorro de espuma se aplican generalmente en equipos abiertos, en el exterior de los mismos, en paredes y en suelos. Es una práctica habitual que el personal que participa en operaciones de limpieza retire las rejillas de desagüe para verter directamente los materiales arrastrados por el mismo. Evidentemente este hábito ha de desterrarse.

Los agentes de limpieza más habituales en la industria alimentaria son los álcalis (sodio e hidróxido de potasio, meta-silicato y carbonato sódico), ácidos (ácidos nítrico, fosfórico, cítrico, sulfúrico), así como fosfatos, polifosfatos, EDTA o NTA

#### Alternativa al proceso habitual

Para la limpieza de superficies existen una serie de Buenas Prácticas de carácter medioambiental que se pueden considerar como mejores técnicas de limpieza disponibles, ya que permiten reducir el volumen de agua consumida y la carga contaminante del vertido final. Estas mejores técnicas son:

#### Poner por escrito las operaciones o procedimientos de limpieza.

Una de las principales pautas que se siguen a la hora de implantar sistemas de gestión en las empresas es "escribir todo lo que se hace y hacer todo lo que se escribe". El proceso de limpieza de una instalación –especialmente si es tan sensible como una agroalimentaria- no puede ser una excepción y resulta muy recomendable que todas las pautas de trabajo se recojan en un procedimiento operativo que garantice que la limpieza se realiza de forma sistemática.

#### Limpieza en seco

En el sector agroalimentario, la actuación más importante y más general en la reducción, tanto del consumo de agua como de su carga contaminante, es la adopción de técnicas de limpieza en seco. Como pauta general, siempre que sea posible, tanto las materias primas como el producto se mantendrán fuera del sistema de evacuación de aguas residuales. Esto puede lograrse por diferentes medios:

- Eliminando la mayor parte posible de residuos de los depósitos y equipos que han de ser lavados, antes de hacerlo
- Barriendo, recogiendo con palas o aspirando el material derramado en lugar de arrastrarlo hasta los sumideros con agua.
- Garantizando que los equipos de limpieza en seco están siempre disponibles
- Proporcionando contenedores para la recogida de basura
- Cuando sea posible, corrigiendo las operaciones de la línea de producción que generan excesivos goteos o pérdidas de material sobre el suelo. Instalar bandejas si es necesario
- Utilizando aspiradores de residuos, centralizados o independientes.

### BUENA PRÁCTICA 3: BUENAS PRÁCTICAS EN LA LIMPIEZA DE SUPERFICIES.

#### Tipo

Optimización de consumo por cambio en proceso  
Reducción de carga contaminante en el vertido final

#### Medidas para la limpieza con agua:

- Asegurar que los desagües están equipados con rejillas, y que éstas están colocadas mientras se limpia.
- Optimizar la presión del agua con pistolas y boquillas adecuadas.
- Dotar al sistema con pistolas de cierre automático.
- Analizar cuidadosamente si el horario de limpieza es el más adecuado. Comprobar que no se limpian áreas que van a volver a ensuciarse inmediatamente y que, por consiguiente, se está limpiando innecesariamente.
- Garantizar que las mangueras sólo se usan después de la limpieza en seco.
- Garantizar que los trabajadores tienen la formación adecuada para la manipulación y el uso de los productos químicos de limpieza.
- Seguir una secuencia de limpieza correcta:
  - o Tras la limpieza en seco, realizar un prelavado con agua caliente (50-60°C) a media presión
  - o Lavado con agua caliente (50-60°C) aplicando detergente mediante cañón de espuma o cepillo especial. Garantizar un tiempo de contacto mínimo de 20 minutos
  - o Aclarado con agua a media presión
  - o Desinfección con agua caliente. Tiempo de acción desinfectante mínimo de 30 minutos.
  - o Aclarado final con agua a media presión
  - o Secado con ayuda de un raspador especial con una lámina de goma, desinfectado o esterilizado previamente con vapor.

#### Uso de detergentes de un solo pase

Los detergentes de "un sólo pase" permiten, en algunos casos, obtener los mismos resultados en el lavado que el doble tratamiento básico - ácido. Los formulados con agentes desinfectantes permiten incluso eliminar la fase de desinfección. Existen tanto detergentes ácidos como básicos.

- El ácido nítrico con una alta concentración de agentes tensoactivos, es capaz de actuar sobre las grasas y las proteínas. Debido a su composición, únicamente dan buenos resultados en los circuitos de superficies frías.
- Los detergentes básicos de un sólo pase se formulan con una base cáustica, con una alta concentración de agentes humectantes y emulsionantes. Estos productos son efectivos en la limpieza, por ejemplo, de todos los procesos lácteos excepto en la esterilización.

La utilización de detergentes ácidos de un solo pase con agentes desinfectantes puede reducir el volumen de vertidos en un 60% y la energía en un 75% frente a la limpieza tradicional, ya que se elimina la etapa de lavado con sosa y la desinfección. La utilización de detergentes ácidos o básicos sin agentes desinfectantes puede reducir el volumen de vertidos en un 50%, y la energía y tiempo empleados en un 60%.

#### Reducción del uso de detergentes:

- Sedimentación o centrifugación de detergentes
- Las técnicas convencionales de recuperación de detergentes alcalinos se basan en la sedimentación o centrifugación de la sosa cáustica, con rendimientos de 10 a 40%.

- Técnicas de membrana

Una técnica moderna de separación de sosa cáustica y otros disolventes es la filtración con membranas.

Dependiendo de la sustancia a separar, se emplean distintos métodos de filtración: ultrafiltración para proteínas y microfiltración para grasas y partículas sólidas.

Según algunas experiencias, el ahorro de disolventes de limpieza al aplicar la ultra o la microfiltración puede ser del 90% y además el residuo filtrado puede emplearse para alimentación animal ya que solamente contiene materia orgánica de la elaboración de leche y sus derivados.

#### Observaciones

La cuantificación de los resultados esperables resulta imposible ya que las buenas prácticas descritas en esta ficha pueden llevarse a cabo con diferente intensidad o eficacia, de forma que arrojen resultados muy diversos en diferentes empresas.

## BUENA PRÁCTICA 4: RECIRCULACIÓN, REUTILIZACIÓN Y REGENERACIÓN DE AGUA

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

### Reducción de carga contaminante en el vertido final

En el sector agroalimentario la prevención de los riesgos microbiológicos asociados Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) resulta prioritaria. Por ese motivo el uso de agua potable para todas las fases del proceso, incluyendo todas las fases de limpieza, es la opción elegida por muchas empresas. Sin embargo esto no resulta estrictamente necesario, si se tienen en cuenta determinadas pautas preventivas y el respeto escrupuloso de lo exigido por el programa APPCC, pudiéndose dar buenas oportunidades de reutilización o regeneración de agua.

### Alternativa al proceso habitual

Oportunidades de reutilización

#### Sin tratamiento previo:

- Lavado de vehículos con solución de limpieza CIP, con agua de aclarado final CIP, con condensados de vapor o con permeado de plantas de ósmosis inversa.
- Utilización del agua del aclarado final del sistema CIP como agua de prelavado del mismo sistema.
- Utilización de agua de condensados de vapor o permeado de plantas de ósmosis inversa como agua de prelavado del sistema CIP o como agua de lavado manual.
- Utilización de permeado de plantas de ósmosis inversa como agua de lavado o como aclarado final del sistema CIP, así como agua de lavado manual.
- Utilización de aguas limpias de condensados como agua de alimentación de calderas (muy a tener en cuenta al tratarse de vapor de agua condensado y, por lo tanto, con similares características a las que necesita la caldera para su perfecto funcionamiento).
- Utilización de agua caliente de procesos de refrigeración.

El agua caliente de procesos de refrigeración puede encontrarse por encima de los 50°C y puede ser utilizada para la limpieza de tanques, para procesos generales de limpieza manual o equipo CIP, para el prelavado de jaulas de transporte de aves, para el lavado de camiones de transporte de animales, para el prelavado de muelles de descarga de productos grasos.

- Reutilización del agua de limpieza de latas y tarros en el proceso de pelado.
- Reutilización de los condensados producidos durante el concentrado de zumos para la alimentación de calderas o el proceso de pelado.
- Reutilización del agua caliente de la refrigeración de autoclaves (sector de conservas) como agua de enjuague en proceso CIP o como agua de limpieza.

#### Con tratamiento de ultravioletas:

- En el caso de que el agua caliente de procesos de refrigeración se utilice para limpiar áreas que pueden estar en contacto con el producto, ésta ha de ser esterilizada. Un buen sistema para ello es el tratamiento con ultravioletas. Previamente al tratamiento el agua deberá ser almacenada en un tanque-pulmón.

#### Con tratamiento de membranas:

- Utilización del agua de aclarado final CIP como agua de limpieza o de aclarado final CIP.
- Agua de condensados como aclarado final CIP.

### Observaciones

La cuantificación de los resultados esperables resulta imposible ya que las buenas prácticas descritas en esta ficha pueden llevarse a cabo con diferente intensidad o eficacia, de forma que arrojen resultados muy diversos en diferentes empresas.

## BUENA PRÁCTICA 5: GESTIÓN ESPECÍFICAS EN EL SECTOR LÁCTEO.

### Tipo

Buenas prácticas de gestión específicas en el sector lácteo.

### Reducción de carga contaminante en el vertido final

En el sector agroalimentario la prevención de los riesgos microbiológicos asociados Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) resulta prioritaria. Por ese motivo el uso de agua potable para todas las fases del proceso, incluyendo todas las fases de limpieza, es la opción elegida por muchas empresas. Sin embargo esto no resulta estrictamente necesario, si se tienen en cuenta determinadas pautas preventivas y el respeto escrupuloso de lo exigido por el programa APPCC, pudiéndose dar buenas oportunidades de reutilización o regeneración de agua.

### Situación habitual del proceso

Los vertidos residuales de las industrias de leche y derivados, proceden principalmente de las operaciones de:

- Limpieza de equipos e superficies.
- Aguas de refrigeración (cuando no se recuperan).
- Condensados.
- Restos de leche y lactosuero.

El volumen de los efluentes y su contenido en materia contaminante son muy variables, según sea la naturaleza de la fabricación, las técnicas de trabajo y de cómo se realicen las operaciones de limpieza. Las aguas residuales de las industrias de tratamiento de leche presentan las siguientes características generales:

- Marcado carácter orgánico (elevada DBO5 y DQO). La leche tiene una DBO5 de 100.000 mg/l.
- Alta biodegradabilidad.
- Presencia de aceites y grasas.
- Altas concentraciones de nutrientes (fósforo y nitratos).
- Presencia de sólidos en suspensión, principalmente en la elaboración de quesos.
- Ocasionalmente pueden tener pH extremos debido a las operaciones de limpieza. Uso de ácidos y bases en las limpiezas CIP.

### Alternativa al proceso habitual

- Recogida de fugas y derrames en bandejas (restos de cuajada, yogur, helado..). Tratamiento posterior como residuo en lugar de arrastrarlo con agua hacia la red de saneamiento.
- Uso de sistemas de refrigeración del tipo "bomba de calor", allí donde sea posible, evitando las torres de condensación.
- Establecer pautas de manipulación de la cuajada que impidan el vertido excesivo de suero.
- Maximizar la recuperación de materia diluida no contaminada del aclarado inicial del proceso CIP, del pasteurizador Flash (HTST), en los momentos de parada y cambio de proceso en el lavado de equipos y tuberías

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 6: GESTIÓN DE SALMUERAS

### Tipo

Reducción de carga contaminante.

### Situación habitual del proceso

El salado del queso (en seco o con salmueras), produce vertidos puntuales con una alta carga orgánica y alta conductividad eléctrica, lo que supone un problema serio.

### Alternativa al proceso habitual

En el caso del salado con salmuera, existen sistemas de regeneración de las salmueras para su reutilización. Las técnicas de membrana permiten mediante la ultrafiltración obtener salmueras libres de microorganismos, proteínas, partículas en suspensión; mientras que la microfiltración tiene un menor rendimiento con las partículas de menor tamaño.

También puede realizarse la purificación de las salmueras con filtros de diatomeas, que ofrecen resultados aceptables de reducción de la carga microbiana y del resto de los componentes a eliminar con un menor coste que empleando la ultrafiltración.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 7 : GESTIÓN DEL LACTOSUERO

### Tipo

Optimización de consumo por cambio en proceso  
Otra.

### Situación habitual del proceso

Dadas las características contaminantes del lactosuero, (elevadísima carga orgánica -40.000-80.000 mg O<sub>2</sub>/l- conductividad eléctrica, la recuperación del lactosuero producido ha de considerarse inevitable.

El lactosuero representa entre un 80 y un 90% del volumen total de la leche utilizada en al fabricación de queso, y contiene alrededor del 50% de los nutrientes iniciales de la misma. El volumen de lactosuero que no se recoja, pasará a formar parte de las aguas residuales.

De esta manera, deben habilitarse sistemas de recogida eficientes en las operaciones donde se produce el lactosuero: coagulación, moldeado, prensado y curado.

Habitualmente el lactosuero se conserva y vende a otras empresas agroalimentarias. Debe ser refrigerado hasta una temperatura de +4°C a la salida de la cuba de cuajado de la leche

### Alternativa al proceso habitual

Mejores tecnologías de gestión del lactosuero:

**Desecación del lactosuero mediante evaporación de múltiples efectos con recuperación de condensados y recirculación de las aguas de refrigeración mediante torre de refrigeración.**

Este sistema permite la recuperación de calor, la reducción del consumo de agua de refrigeración y el aprovechamiento para otras operaciones del agua procedente de los condensados del vapor de producto.

#### Osmosis inversa

A pesar de que este sistema de concentración tiene un menor consumo energético, unas menores necesidades de agua de refrigeración y permite obtener agua de permeado de una muy buena calidad (utilizable como agua de alimentación de calderas, por ejemplo), está limitado a concentraciones de lactosuero medias y precisa generalmente de un sistema posterior de evaporación a baja presión para lograr concentraciones más elevadas.

#### Eliminación de la sal

Eliminación de la sal del lactosuero salado para poder aprovecharlo junto con el lactosuero dulce.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 8: TRATAMIENTO UTH INDIRECTO

### Tipo

Tecnología de optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

El proceso de tratamiento térmico UTH consiste en la aplicación de altas temperaturas durante cortos espacios de tiempo (por lo menos 135°C durante 1 segundo). Si se produce por calentamiento directo se inyecta vapor sobre la leche o leche sobre el vapor. Posteriormente, la leche pasa a un evaporador de vacío para eliminar el agua añadida durante la esterilización. La relación de esta fase con el agua es, evidentemente, el uso de la misma en forma de vapor.

### Alternativa al proceso habitual

En el caso de tratamiento térmico UTH mediante calentamiento indirecto, la transferencia de calor se produce a través de una superficie de intercambio, con lo que el fluido caloportador (vapor de agua) no llega a entrar en contacto con la leche. Estos sistemas son mucho más eficientes energéticamente, ya que no se producen pérdidas por cambios de estado en el producto. Los equipos utilizados son intercambiadores de placas, intercambiadores tubulares o intercambiadores mixtos.

En el sistema de tratamiento UHT, el óptimo en cuanto a reducción del consumo de agua es la utilización de un intercambiador de placas para precalentar la leche. Los extremos de las placas están perforados de manera que se puede dirigir el flujo de líquido a calentar o enfriar. Estos sistemas permiten recuperar la energía que porta la leche esterilizada mediante calentamiento de la leche entrante y reduciendo de paso su temperatura y sus necesidades de enfriamiento posterior. Ello exige un menor uso de agua fría para realizar el proceso de enfriamiento.

Otra opción son los intercambiadores tubulares. Compuestos por dos (vapor-leche) o tres (vapor-leche-vapor) tubos concéntricos, por los que circulan la leche y el fluido caloportador. Con este sistema también es posible recuperar de calor de la leche ya esterilizada para precalentar la leche entrante y, por lo tanto, reducir el consumo de agua.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 9 : TRANSFORMADOS VEGETALES. GESTIÓN DEL AGUA

### Tipo

Otra.

### Situación habitual del proceso

La gestión del agua es un punto muy importante debido a la relevancia que tiene en el impacto ambiental que provoca el sector.

Además de todas las medidas que se describen en las fichas del presente anexo, donde se integran las Mejores Técnicas Disponibles en las etapas productivas, se considera además todas aquellas medidas encaminadas a incrementar el control y conocimiento del uso que se hace del agua en la empresa.

### Alternativa al proceso habitual

Las opciones de mejora en relación a la gestión del agua dentro de la producción vegetal van encaminadas a:

- Reducir el consumo de agua: mediante diversas acciones: duchas, reutilización, utilización de métodos en seco...
- Reducir el caudal de vertido: de forma que el volumen de aguas a tratar sea menor aunque la carga contaminante sea más elevada (como consecuencia de la reducción del caudal aumenta la carga contaminante).
- Limpiezas en seco: en algunos casos y dependiendo del tipo de materia prima, es conveniente estudiar la posibilidad de realizar una limpieza en seco (por medio de cepillos, discos, cintas vibrantes, tambores rotativos, corrientes de aire, etc.) previa a la limpieza en húmedo, a fin de eliminar las partículas más gruesas (terrones de tierra, piedras, restos vegetales, etc.).
- Utilización de duchas: siempre y cuando la materia prima lo permita, se considera mejor tecnología disponible para limpieza en húmedo la utilización de duchas para el lavado de la materia prima.
- Reducir la carga contaminante del vertido: generado en el lavado de materia prima, o mediante filtración o separación de sólidos previa al vertido de las aguas residuales del lavado. De esta manera, se minimiza en el total de aguas residuales del proceso la carga contaminante de las mismas.

A continuación se mencionan algunas de las Mejores Técnicas Disponibles generales ligadas a la gestión del agua aplicables tanto al sector de vegetales o como a otros sectores:

- Realizar control y registro tanto del consumo de agua como del vertido. Es interesante ampliar estos controles a las etapas del proceso en que mayores consumos/vertidos de agua se producen.
- Realizar estudios de caracterización tanto del vertido final como de los distintos vertidos que se generan en las etapas del proceso.
- Aplicar sistemas de medida y de control automáticos sobre las etapas en las que se produce un consumo importante de agua de forma que se evite el sobreconsumo de agua.
- Definir los caudales de consumos deseados (en función de la calidad sanitaria e higiénica del producto) en cada una de las etapas del proceso.
- Implantar procedimientos escritos para la realización de las tareas donde se aplica agua.
- Difundir al personal de la importancia del ahorro de agua y del cumplimiento de los procedimientos escritos. Difundir las Buenas Prácticas de Fabricación al personal.
- Incluir en las especificaciones técnicas en la compra de equipos o maquinaria el consumo de agua del mismo y la facilidad de limpieza.
- El mantenimiento es uno de los puntos de gestión que más atención necesita. La ausencia de mantenimiento preventivo puede suponer la aparición frecuente de fugas, averías en los equipos, y toda una serie de incidencias que pueden conducir a la generación de vertidos o emisiones incontroladas. Un mantenimiento preventivo que implica la sustitución de piezas y la periódica comprobación del funcionamiento de los equipos, puede reducir significativamente los niveles de consumo y emisión, con el consiguiente ahorro económico, sobre todo debido a la reducción del consumo de agua y energía.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 10: TRANSFORMADOS VEGETALES. LAVADO DE MATERIA PRIMA.

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

El lavado de las materias primas se realiza en la mayoría de los casos con agua. Las técnicas más utilizadas en el sector agroalimentario y especialmente en vegetales es el de inmersión, sólo o acompañado con duchas o agitación. Los sistemas de recirculación de agua están bastante extendidos. Para ello, se emplean sistemas de filtración para la materia en suspensión que arrastra el lavado. Para evitar contaminaciones microbióticas es necesario el estudio de las aguas recirculadas y valorar la necesidad de cloración.

### Alternativa al proceso habitual

Los sistemas de inmersión, simples o acompañados de agitación, conllevan un elevado consumo de agua. Para disminuir este consumo se recomienda la combinación de inmersión con agitación para arrastrar la mayor carga de suciedad y a continuación realizar una ducha a presión.

Por otra parte, aunque en la actualidad se encuentre bastante extendida, mencionamos la recirculación del agua en los tanques de inmersión destinados al lavado. Se propone reutilizar el agua de las balsas de inmersión filtrándola con un tamiz rotativo y acumulándola en un depósito desde el cual se bombeará de nuevo para el mismo uso. Se estima que es necesario realizar una purga para renovar parte del agua de lavado.

Como alternativa al proceso habitual se presenta la limpieza en seco. La limpieza en seco generalmente se emplea para productos de pequeño tamaño, de consistencia mecánica y bajo contenido en agua (cereales, nueces, avellanas...). Estos métodos presentan la ventaja de ser relativamente baratos y de dejar la superficie de los alimentos seca, lo que mejora su conservación hasta su posterior utilización o consumo. Además originan un efluente seco concentrado, cuya eliminación resulta más barata. Sin embargo, en ocasiones la naturaleza del proceso de limpieza exige una inversión adicional para evitar la formación de polvo.

En el mercado existen diferentes métodos de limpieza en seco; entre ellos encontramos la aspiración o los tambores rotatorios.

- Limpieza mediante tambores centrífugos: Están constituidos por unos cilindros de malla o lámina metálica perforada que rueda en posición casi horizontal. Hay de tambores concéntricos (unos dentro de otros), paralelos o instalados en serie. La limpieza se lleva a cabo reteniendo materias indeseables de gran tamaño (cuerdas, hilos de sacos...) para separarlos de la harina, sal, azúcar, mientras se descarga el producto limpio, o alternativamente reteniendo el producto limpio y descargando las sustancias no deseables. Por ejemplo, en la separación de los cereales y las semillas de la arena, piedras de pequeño tamaño e hierbas.

- Limpieza mediante aspiración: Se usa para eliminar sustancias extrañas de propiedades aerodinámicas distintas de las del material deseado. Los alimentos a limpiar se incorporan a una corriente de aire de velocidad controlada que eliminará de éstos las sustancias contaminantes de distinta densidad que el producto entero. Las máquinas basadas en este principio reciben el nombre de separadores o clasificadores de aire.

### Observaciones

**BUENA PRÁCTICA 11: TRANSFORMADOS VEGETALES. BUENAS PRÁCTICAS DE ESCALDADO DE VEGETALES Y RECIRCULACIÓN/REUTILIZACIÓN DEL AGUA DEL ENFRIADO**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

Como se ha mencionado en el anexo de dedicado a maquinaria y equipos, existen dos tipos de escaldadores: por vapor de agua e inmersión.

El escaldador por inmersión la calefacción del agua la consigue por inyección directa de vapor y es necesario mantener su nivel por adicción continua de agua fresca, ya que una parte del agua del tratamiento es arrastrada por el producto. Ésto conlleva un elevado consumo de agua.

Los escaldadores por vapor de agua menos evolucionados se tratan de simples túneles, donde se introduce el producto sobre un trasportador de cinta. La calefacción se consigue por medio de vapor de agua saturado. El rendimiento es muy bajo, debido a que producen grandes pérdidas de vapor a la entrada y salida del producto.

El enfriamiento del producto en ambos casos se produce mediante alimentación de agua fría que al ir pulverizándose sobre el producto, va calentándose a medida que el producto se enfría. La sección de enfriamiento de los escaldadores puede disponerse como un simple sistema de disipación de calor o puede integrarse en el mismo equipo empleándola como un sistema de recuperación de energía/agua. Sin estos equipos que recuperen el agua de enfriamiento el consumo de agua de la producción se eleva considerablemente.

**Alternativa al proceso habitual**

Las mejores técnicas disponibles en esta etapa de la producción vegetal van encaminadas a:

- Reducir el consumo de agua mediante diversas acciones: recirculación, reutilización.
- Reducir las pérdidas energéticas mediante recuperación de condensados de vapor, evitar pérdidas de calor, etc.

Indicamos las siguientes buenas prácticas como alternativas concretas en el proceso:

> Escaldado por duchas con recirculación de agua: Estos equipos realizan precalentamientos de los productos empleando agua caliente procedente de la primera fase de enfriamiento. El precalentamiento progresivo del producto aprovecha el agua caliente de las sucesivas etapas para ser bombeado a las duchas de la etapa anterior. En el enfriamiento se vierte agua a contracorriente sobre el producto, tomando el agua fría de las etapas siguientes para ser proyectada en la etapa anterior más caliente.

> Reutilización del agua del enfriado: Otra manera de reutilizar el agua generada en la fase de enfriado es recircularse para el mismo uso tras el enfriamiento de las mismas mediante torres de refrigeración.

> Recirculación del agua del enfriado: Las aguas residuales generadas en el enfriamiento post escaldado suponen un caudal importante de agua. Al tratarse de aguas generalmente con una baja carga contaminante pueden recircularse para diversos usos como son: escaldado con agua, lavado de la materia prima, transporte del producto etc. Uno de los casos estudiados se trata de la reutilización del agua del enfriado en el lavado primario de la verdura. Para ello, se propone la instalación de un sistema de recirculación del agua procedente del enfriado de la verdura, para su uso en el lavado primario de la misma verdura. La instalación constará de un depósito con sistema de filtros de rejilla desde el que se bombeará el agua al lavado primario.

> Escaldado con vapor: Desde el punto de vista medioambiental, los sistemas de escaldado con vapor generan un menor volumen de aguas residuales y con menor carga orgánica total que los escaldados con agua. Sin embargo la elección de un sistema de escaldado con vapor frente a un escaldado con agua dependerá del tipo de materia prima a procesar y de la finalidad que se pretenda conseguir con el escaldado (inactivación enzimática de la parte externa del alimento, estabilización del color, mejora de la textura).

> Recuperación de condensados de vapor del escaldado: Como medida de minimización de agua y energía se propone la recuperación de vapor de las instalaciones donde se utiliza, una vez condensado, y su envío a un depósito de acumulación, desde donde se utilizará el agua condensada para la producción de nuevo vapor, con el evidente ahorro de agua y el ahorro energético derivado de la utilización de agua a una temperatura superior a la de la red.

**BUENA PRÁCTICA 11: TRANSFORMADOS VEGETALES. BUENAS PRÁCTICAS DE ESCALDADO DE VEGETALES Y RECIRCULACIÓN/REUTILIZACIÓN DEL AGUA DEL ENFRIADO**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

**Alternativa al proceso habitual**

Se propone la recuperación de vapor de los autoclaves horizontales, de las bolas del concentrado y del escaldador en continuo. El circuito consiste en la instalación de tuberías desde los puntos de utilización de vapor, que retornen los condensados a un depósito de acumulación situado en la sala de calderas, desde donde se aportaría agua para la producción de vapor mediante una bomba. Se estima que mediante la recuperación de condensados de varias etapas del producto se ahorre hasta 60 m<sup>3</sup>/día de agua (13.200 m<sup>3</sup>/año).

**Observaciones**

**BUENA PRÁCTICA 12: TRANSFORMADOS VEGETALES.  
BUENAS PRÁCTICAS DE UTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA FASE DE PELADO/ASADO**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

Tal y como se menciona en el anexo de maquinaria existen dos tipos de peladoras. La peladora termofísica por choque con agua, tras realizar su función, arrastra una elevada cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión. Por ello, se genera en este punto un caudal importante de aguas residuales que además lleva una carga contaminante importante.

Por otra parte, la peladora termofísica por vacío consume únicamente el agua utilizada para la generación del vacío (bomba de vacío y condensador) y resulta agua limpia que no entra en contacto con el producto y totalmente reutilizable para otras operaciones.

En ambos casos el agua utilizada puede ser directamente agua de red. No obstante, se presentan Las Mejores Técnicas Disponibles que suponen un sustancial ahorro de agua en esta etapa del proceso.

**Alternativa al proceso habitual**

Las Mejores Técnicas Disponibles en la etapa de pelado consisten en:

- Recirculación del agua: Las aguas limpias generadas durante la generación del vacío pueden recircularse para su uso en otras operaciones como lavado de la materia prima, escaldado, limpieza, etc.
- Reutilización de agua: Las aguas residuales generadas en el lavado que se realiza, en algunas técnicas, tras el pelado, podrían reutilizarse para el mismo fin. Normalmente, es necesario realizar una filtración para retirar los sólidos presentes antes de su reutilización. Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbiológica del producto y la conveniencia de clorar las mismas.
- Adaptación a vacío: Las peladoras por choque con agua pueden adaptarse a choque por vacío de forma que se elimine el consumo de agua para ese uso.

**Observaciones**

**BUENA PRÁCTICA 13 : TRANSFORMADOS VEGETALES. II GAMA CONSERVAS. REUTILIZACIÓN/RECIRCULACIÓN DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO PROVENIENTE DE LOS PROCESOS TÉRMICOS.**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

**Situación habitual del proceso**

El tratamiento térmico, imprescindible para la elaboración de conservas vegetales, se lleva a cabo por medio de agua y vapor. Las técnicas utilizadas en el tratamiento térmico y enfriamiento de las conservas vegetales se aplican en función de la cantidad de envases a tratar y de la diversidad de formatos y productos. Generalmente, el factor limitante de los tratamientos de pasteurización/esterilización es su actuación sobre las características organolépticas y nutricionales de los alimentos tratados.

El uso de agua corriente en las fases de enfriamiento tras la esterilización/pasteurización provoca un gran consumo de agua, especialmente en la industria conservera. Los sistemas clásicos vierten el agua después de la fase de enfriado.

**Alternativa al proceso habitual**

Por ello, las opciones de mejora irán encaminadas a:

Reducir el consumo de agua mediante diversas acciones: recirculación o reutilización del agua de enfriamiento, con sistemas de recirculación, mediante torres de refrigeración, intercambiadores de calor, etc.

Las opciones de mejora propuestas para las técnicas de tratamiento térmico y enfriamiento para conservas vegetales son:

- Recirculación de las aguas de enfriamiento para el mismo uso: Las aguas generadas en esta fase son aguas sin carga contaminante con temperaturas elevadas y pueden recircularse para el mismo uso. Estos sistemas permiten la reutilización de las aguas de enfriado mediante su recogida y envío a torres de refrigeración, recirculando el agua de salida para el mismo uso. La reducción del consumo de agua con este sistema suele ser superior al 70%. Para mejorar la eficiencia de la torre de enfriamiento y minimizar las purgas, además de utilizar agua con bajo contenido salino, es necesario no poner en contacto el agua de la torre con los envases, utilizando para ello dos sistemas de recirculación separados por un intercambiador de calor. Con ello ahorramos agua y alargamos la vida de la torre de enfriamiento.

El sistema de refrigeración propuesto consta de una torre de refrigeración, un depósito acumulador de doble cuerpo y la red de tuberías correspondiente. Una vez enfriada el agua será almacenada en un depósito hasta que sea necesaria para la esterilización. Para asegurar la disponibilidad de agua de esterilización el depósito de agua se dotará de un dispositivo de aforo y una entrada de agua de red.

- Reutilización de las aguas de enfriamiento: Las aguas residuales generadas tienen una temperatura elevada y pueden reutilizarse para diversos usos: lavado de materias primas, limpieza de instalaciones, escaldado, etc. Se puede aprovechar el calor procedente de la primera fase de enfriamiento para precalentar el agua de ciclos posteriores. Para ello, existe la posibilidad de instalar sistemas de recirculación cerrados para aguas de refrigeración y calentamiento de autoclaves. De esta manera el agua es recirculada para la fase de calentamiento. La instalación constaría de una torre de refrigeración, un depósito acumulador de doble cuerpo, intercambiadores de calor y la red de bombas y tuberías correspondientes.

**Observaciones**

**BUENA PRÁCTICA 14: TRANSFORMADOS VEGETALES. II GAMA CONGELADOS.  
MEJORES PRÁCTICAS EN EQUIPOS DE FRÍO/COMPRESORES**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

**Situación habitual del proceso**

Muchas de las industrias dedicadas a los vegetales disponen de cámaras de refrigeración y congelación. Además del alto coste energético que supone su mantenimiento, también debemos tener en cuenta el consumo de agua de los compresores necesarios en estos sistemas de frío. El agua necesaria en los sistemas de compresión puede ser reutilizada o recirculada. Ello supondrá un ahorro en la captación de agua y también en cuanto a vertidos.

**Alternativa al proceso habitual**

Los diferentes sistemas de generación de frío utilizados y las medidas de recuperación energética y de agua provocan distinto impacto medioambiental. Los principales aspectos a tener en cuenta son el consumo de agua, el consumo de energía y las aguas residuales. En cuanto al consumo de agua, las buenas técnicas van encaminadas a la mejora del compresor constituyente del sistema de refrigeración.

De esta forma, las opciones de mejora para los sistemas de compresión son:

- **Recirculación de las aguas de condensación:** Las aguas residuales generadas en la condensación del amoníaco tienen una temperatura 3-4 grados superior al agua de abastecimiento y pueden recircularse para el mismo uso, tras el enfriamiento de las mismas (torres de refrigeración); reduciéndose el consumo y el vertido de agua. Se estima que los grupos de frío utilizan 5m<sup>3</sup>/h. Mediante la colocación de una torre de refrigeración en un circuito cerrado se recircula el agua de la refrigeración. Ello conlleva un ahorro medio de 40m<sup>3</sup>/día de agua corriente.
- **Reutilización de las aguas de condensación:** Las aguas residuales generadas en la condensación del amoníaco tienen una temperatura 3-4 grados superior al agua de abastecimiento y pueden reutilizarse para diversos usos: lavado de materia primas, desescarche de equipos de congelación, limpieza de instalaciones, etc. Se debe estudiar la recuperación de aguas para evitar problemas de contaminación microbiológica o química del producto.

**Observaciones**

## BUENA PRÁCTICA 15: TRANSFORMADOS VEGETALES. CONSERVAS DE PIMIENTO. RECIRCULACIÓN DEL AGUA DE ENFRIADO DE LAS PINZAS DEL HORNO EMERITO

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

### Situación habitual del proceso

La operación de asado del pimiento se realiza mediante horno tipo Emerito, utilizándose agua para refrigerar las pinzas mediante chorreo directo. Tras esta refrigeración el agua apenas se encuentra contaminada y es vertida al colector. Se estima un consumo actual de agua de red en esta operación de unos 28 m<sup>3</sup>/día durante los 50 días que dura la campaña. El caudal de vertido final de la empresa es de 300 m<sup>3</sup>/día.

### Alternativa al proceso habitual

Como alternativa al proceso habitual se propone recircular el agua vertida para el mismo fin. Para ello, se debe recoger el agua de refrigeración, que ya se encuentra canalizada, en un circuito cerrado con el fin de reutilizarla para el enfriado de las pinzas. Para ello se conducirá el agua de los hornos Emerito a un depósito para bombearla de nuevo a los mismos. En el depósito se incluirá un sistema de aforo de caudal con el fin de asegurar el aporte de agua al circuito. Se introducirá un volumen de agua de red limpia de unos 3 m<sup>3</sup>/día aproximadamente con el fin de cubrir pérdidas y asegurar la refrigeración del agua.

### Observaciones

**BUENA PRÁCTICA 16: SECTOR PESQUERO.  
BUENAS PRÁCTICAS DE LIMPIEZA EN EL SECTOR DE LOS TRANSFORMADOS DE PESCADO.**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

En la industria agroalimentaria las operaciones de limpieza son esenciales para conseguir un adecuado nivel higiénico que garantice la máxima calidad en los productos alimentarios. En las industrias de gran tamaño de transformados de la pesca existen numerosos utensilios y elementos auxiliares (pequeños utensilios, cajas de plástico, pequeños contenedores, sierras y cuchillos, carros metálicos, bandejas, carenados de equipos, moldes, etc.) que es necesario limpiar y desinfectar frecuentemente. Los sistemas clásicos de limpieza mediante agua corriente y sin presión provocan un elevado consumo de agua.

A continuación se mencionan las Mejores Técnicas Disponibles para la limpieza de instalaciones e utensilios dentro del sector.

**Alternativa al proceso habitual**

- Utilización de equipos de limpieza y desinfección automáticos: la utilización de equipos de limpieza y desinfección automáticos permiten reducir el consumo de agua y productos de limpieza y/o desinfección con respecto a los métodos tradicionales, ya que permiten la aplicación de presiones más elevadas y la recirculación de las soluciones de limpieza. Para la limpieza de utensilios y pequeños equipos, y en función del tamaño de la empresa, son aconsejables los túneles de lavado para equipos auxiliares (bandejas, cajas) o los armarios o cabinas de lavado (moldes, bandejas, carenados de equipos, ganchos, etc.) En función del número y la homogeneidad de los elementos auxiliares, estos sistemas pueden ser continuos (túneles para gran número de piezas de tamaño homogéneo a lo largo de periodos relativamente continuos) o discontinuos (armarios/cabinas automáticas).

- Limpieza manual: cuando el tamaño de la instalación no hace viable la adquisición de estos equipos automáticos, por limitaciones de espacio o porque el volumen de utensilios a limpiar no justifica la instalación de estos sistemas, la limpieza manual se debe realizar siguiendo los siguientes consejos:

1. Organizar coherentemente los calendarios de limpieza por zonas, para evitar la limpieza excesiva de algunas zonas en detrimento de otras.
2. Asignar responsabilidades para la limpieza diaria de zonas concretas de trabajo, con explicación de lo que se debe limpiar, como y cuando, proporciona un ahorro de agua debido a la aplicación de una buena gestión.
3. Evitar el uso de grandes cantidades de agentes de limpieza, ya que esto redundaría en una mayor necesidad de agua de enjuagado.
4. Utilizar mangueras con sistemas de cierre rápido y regulación de caudal en el extremo y evitar el uso de mangueras a modo de cepillos o escobas.

Por otra parte, se recomienda la implantación de prácticas de limpieza (procedimientos de limpieza, optimización de parámetros, formación de operarios) que conduzcan a obtener importantes resultados en la minimización del uso del agua. En estos procedimientos se debería especificar la duración, los productos de limpieza y sus concentraciones, los utensilios a utilizar, las responsabilidades, etc.

- Comprobación del funcionamiento adecuado de boquillas difusoras y mangueras flexibles: los difusores o boquillas de pulverización de agua y las mangueras flexibles son elementos muy comunes en varias operaciones del procesado del pescado. Estos elementos tienden a presentar problemas a corto plazo, por eso es importante verificar frecuentemente su funcionamiento. Para optimizar el uso del agua se debe:

1. Utilizar boquillas pulverizadoras de bajo caudal, tratando de ajustar la presión a las necesidades de cada operación o producto.
2. Asegurarse de que estén orientadas correctamente para no provocar pérdidas de agua innecesarias y comprobar que el ajuste y/o diseño de las boquillas sea el apropiado para la acción que realizan.
3. En instalaciones existentes, retirar las boquillas que se consideren en exceso.
4. Reparar las boquillas que se encuentren en mal estado dando lugar a goteos continuos y pérdidas que pueden llegar a ser abundantes. La rápida detección y reparación puede evitar la pérdida innecesaria de agua.

**BUENA PRÁCTICA 16: SECTOR PESQUERO.  
BUENAS PRÁCTICAS DE LIMPIEZA EN EL SECTOR DE LOS TRANSFORMADOS DE PESCADO.**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

- Realizar limpieza en seco siempre que sea posible: la buena practica consiste en retirar en seco la mayor cantidad de subproductos o residuos de los tanques, equipos y superficies, antes de proceder a su limpieza con agua. Para ello debe asegurarse que los equipos de limpieza en seco están siempre fácilmente disponibles.
- Ubicación de bandejas para recoger restos orgánicos: a lo largo de la jornada laboral pueden ir quedando restos orgánicos de la mercancía procesada sobre las mesas de trabajo y la maquinaria utilizada. La ubicación de bandejas o recipientes en las proximidades de los lugares donde se suelen producir estos restos orgánicos es una buena solución para retirarlos según se van generando, evitando así el uso de agua en esta tarea. Además se evita en gran medida su caída al suelo, con lo que se reducen las posibilidades de que los subproductos orgánicos acaben siendo arrastrados hasta la red de drenaje. Una vez que se hayan retirado los sólidos de las superficies a limpiar, la cantidad de agua y detergentes necesaria en la operación de limpieza y desinfección al final de la jornada será mucho menor y por lo tanto el volumen y carga contaminante de las aguas residuales también lo será. También disminuirá el tiempo total empleado en la limpieza en húmedo.
- Retirada en seco de la sal: Una de las mejores técnicas disponibles consiste en la recogida en seco de la sal en la operación de salazón. Cuando se realiza la operación de salazón en seco es frecuente la caída de sal al suelo, tanto en el momento de espolvorear la sal sobre las piezas como en la eliminación de la sal sobrante de la superficie de las piezas. Además del agua empleada para limpiar esta sal derramada, la mezcla de la sal con las aguas de limpieza supone un serio problema para la depuración del agua residual. La recogida de la sal puede facilitarse mediante el diseño adecuado de los bancos de trabajo en la etapa de salazón, los cuales pueden estar provistos de bandejas inferiores de recogida de sal para evitar su caída al suelo. Si la recogida se produce en las condiciones higiénicas adecuadas se puede reutilizar la sal recogida en las bandejas. En cualquier caso, se debe evitar al máximo la limpieza en húmedo de la zona de salazón sin haber realizado una retirada en seco de sal que se pueda haber derramado. La adaptación de esta medida tiene un coste mínimo por adecuación de los bancos de trabajo o sistemas dosificadores de sal.
- Retirada de los sólidos que caigan al suelo: aquellos restos orgánicos sólidos que inevitablemente caigan al suelo, deben retirarse en seco antes de proceder al baldeo o cualquier tipo de limpieza y desinfección en húmedo de las instalaciones. Los equipos que pueden utilizarse para esta operación son palas, escobillas de goma, o bombas de vacío.
- Utilizar diseños mejorados de las rampas de caída de restos sólidos: Además de provocar una reducción de la carga contaminante del agua de vertido, el diseño de las mismas puede reducir el consumo de agua. En primer lugar, hay que darle a la rampa una inclinación adecuada. Ésto también puede hacer reducir o evitar el aporte de un chorro continuo de agua para ayudar a la caída de restos y mantener la rampa libre de obstáculos.

**Observaciones**

**BUENA PRÁCTICA 17: SECTOR PESQUERO. EVITACIÓN DEL ESCAMADO Y/O REUTILIZACIÓN DEL AGUA EMPLEADA**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

El equipo de descamado suele consistir en un tambor rotativo perforado al que se le aplican chorros de agua para evacuar las escamas de las superficies del equipo. Por tanto, al igual que la mayoría de las operaciones unitarias en el procesado de productos del mar, el descamado contribuye al consumo general de agua y a la carga contaminante del efluente final. Además, la operación de descamado puede facilitar que se produzcan desprendimientos de músculo en etapas posteriores debido a la agresividad de esta operación.

Según datos de la bibliografía consultada y del propio documento BREF, el consumo de agua en un equipo convencional de descamado oscila en el rango 10-15 m<sup>3</sup>/t materia prima. Este elevado consumo justifica por si mismo el plantearse la posibilidad de prescindir de la etapa de descamado, siempre y cuando se vaya a realizar posteriormente una operación con fines similares o iguales al anterior.

Otra de las mejores técnicas disponibles consiste en reutilizar el agua empleada en el descamado.

**Alternativa al proceso habitual**

- Pelado como alternativa del descamado: La operación de pelado es menos agresiva con el producto y más ventajosa ambientalmente. En algunas ocasiones, la decisión de prescindir de la operación de descamado no puede tomarse con suficiente antelación, ya que puede ocurrir que por motivos de la demanda u otros imprevistos, no se pueda determinar, antes de introducir los lotes de mercancía en la línea cuales van destinados a filete pelado y cuales no. En consecuencia, la medida descrita es aplicable en aquellos casos en que se conozca con certeza qué lotes están destinados a filete pelado. Otro inconveniente a la aplicación práctica de esta MTD tiene su origen en la disposición de los equipos de descamado respecto al resto de equipos que conforman la línea de procesado. En algunos casos, las líneas que elaboran filete pelado y producto no pelado comparten equipamiento común al principio de la línea, entre los que puede encontrarse la máquina de descamado. Con este tipo de distribución es imposible eliminar esta operación aún en los casos en los que se vaya a realizar el pelado posterior.

- Reutilización del agua de descamado previamente filtrada: Los datos anteriormente mencionados de consumo de agua en el descamado, justifican la adopción de medidas encaminadas a reutilizar el agua empleada en esta operación. Filtrando el agua empleada en el arrastre de las escamas se puede reutilizar posteriormente en la misma operación. Algunos equipos más avanzados y novedosos incorporan sistemas de desinfección (p. ej. con radiaciones ultravioleta). Sin embargo, es aconsejable que el equipo de descamado disponga de una línea de boquillas pulverizadoras de agua "nueva" en el tramo final para eliminar restos de escamas adheridas a la superficie y la película de agua recirculada que humecta las piezas salientes del descamador. Al filtrarse el agua previamente a su reutilización, se separa una cantidad significativa de escamas que de otro modo se mezclarían con las aguas residuales, aumentando así la presencia de sólidos gruesos.

**Observaciones**

Empty box for observations.

## BUENA PRÁCTICA 18 : SECTOR PESQUERO. CONGELADOS. BUENAS PRÁCTICAS EN EL DESCONGELADO.

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

El desbordamiento o rebose del agua en los tanques de atemperado/descongelado puede acarrear consumos innecesarios y excesivos de agua, así como originar molestias y riesgos laborales por la posible formación de charcos o simplemente por trabajar sobre un suelo mojado. Cuando el aporte y corte de agua a estos tanques se realiza de un modo manual o no existen procedimientos o instrucciones precisas que establezcan niveles o volúmenes de llenado para cada cantidad de producto a tratar, es frecuente que se produzcan descuidos que conduzcan al despilfarro de agua.

El uso de sistemas de atemperación o descongelado basados en el aporte continuo o intermitente de agua limpia al tanque donde están inmersos los bloques congelados de mercancía, es el método que más agua consume en esta operación. Existen alternativas que hacen reducir el consumo de agua, y en relación con este aspecto, la generación de aguas residuales también se ve reducida en la misma proporción.

### Alternativa al proceso habitual

- Control del nivel de agua de los tanques: Una alternativa es la instalación de un dispositivo automático en los tanques de atemperado/descongelado para controlar el agua de aporte a los mismos. El uso de sondas de nivel de llenado en los tanques de descongelación para aquellos sistemas basados en la inmersión en agua es una técnica factible en estos casos. Mediante las sondas de nivel se puede controlar automáticamente el aporte de agua a los tanques de descongelación y evitar el sobrellenado o uso excesivo de agua en los mismos.

- Recirculación de agua y agitación por aire o agitación mecánica en los tanques de descongelación: El consumo de agua se puede reducir en los tanques de descongelación recirculando el agua de descongelación combinado con sistemas de remoción del agua basados en la inyección de aire, con lo cual se consigue un mayor contacto entre la mercancía y el agua. La existencia de mecanismos de recirculación y opcionalmente, de remoción de agua, en caso de que la propia corriente recirculada no genere la suficiente turbulencia para aprovechar al máximo la capacidad de intercambio térmico del agua, produce el beneficio adicional de controlar con mayor exactitud los parámetros de proceso de la operación. Esto último es importante a efectos de controlar el caudal de agua que se aporta en cada momento a los tanques, con lo que se previenen desbordamientos de agua por sobrellenado de tanques.

En algunas instalaciones, la aplicación de esta técnica puede estar limitada y condicionada por las características constructivas de los tanques existentes. Según el BREF europeo, la recirculación de agua como alternativa al sistema tradicional de descongelación, en el que se aporta agua limpia cada vez, puede reducir el consumo de agua desde 5 m<sup>3</sup> hasta 2 m<sup>3</sup> por tonelada de materia prima.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 19: SECTOR CÁRNICO. GESTIÓN DEL AGUA

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

El consumo de agua suele ser uno de los aspectos ambientales más significativos en las industrias del sector agroalimentario, a cual el subsector de industrias cárnicas no es ajeno. Además, puesto que el agua consumida en las múltiples y variadas operaciones de proceso no suele formar parte del producto final, acaba abandonando la instalación como agua residual.

Las medidas y prácticas concretas que realice una empresa para gestionar adecuadamente su consumo de agua pueden ser muchas y de distinta índole, dependiendo de su situación de partida y de los objetivos que se planteen para lograr optimizar el consumo de este recurso.

A continuación se mencionan varias alternativas para optimizar la gestión del agua en la industria cárnica.

### Alternativa al proceso habitual

- Ajustar el caudal de agua a las necesidades de consumo de cada operación: Para ello es aconsejable instalar dispositivos que permitan la regulación del caudal y la presión del agua y comprobar el estado de las boquillas de pulverización de agua. También se recomiendan, como se detallan a continuación, sistemas automáticos de cierre en los puntos de agua (mangueras, grifos, servicios, etc.):

1. Instalación de electroválvulas comandadas por detectores de presencia en las duchas de línea: En ocasiones las duchas situadas en línea de producción suelen estar permanentemente abiertas, independientemente de si la línea está funcionando o no. Si el número de paradas o duración de las mismas es elevado, las pérdidas de agua en las duchas llegan a ser considerables. La instalación de mecanismos (manuales o automáticos) que permitan cortar el aporte de agua cuando, por motivos de fabricación, hay paradas en la línea, consiguen reducir el consumo de agua en la operación. La técnica propuesta trata de reducir el consumo de agua haciendo que las duchas de la línea sólo funcionen cuando haya alguna canal, pieza o animal para lavar. La instalación de detectores de presencia es válida en operaciones distintas de lavado como puede ser el escaldado.

2. Sistema centralizado de cierre de los puntos de agua: En las industrias cárnicas y particularmente, en aquellas que incluyen actividades de matadero, existen algunas zonas de trabajo que están claramente diferenciadas de otras por las distintas funciones que cada una tiene, de manera que mientras una o varias están trabajando, otra/s pueden estar paradas. Para evitar pérdidas innecesarias de agua, es conveniente sectorizar las redes de suministro de agua para cada zona de trabajo. De este modo, las duchas de línea, grifos y cualquier dispositivo de suministro de agua están agrupados por zonas y pueden disponer de un sistema que permita cerrar de forma conjunta la salida de agua durante aquellos periodos de tiempo y zonas en las que no es necesaria debido a la ausencia actividad. Con esta técnica se pueden ahorrar importantes volúmenes de agua debido a descuidos humanos, rotura de tuberías, goteos o escapes de agua difíciles de detectar.

El cierre de la red de suministro de agua en cada zona de trabajo puede realizarse manualmente o de modo automático mediante el empleo de temporizadores. Cada método tiene sus ventajas e inconvenientes, así que cada instalación debe elegir el que mejor se adapte a sus condiciones particulares.

3. Eliminación de las tomas de agua innecesarias de la línea de sacrificio: Las instalaciones de cierta antigüedad suelen disponer de un número de tomas de agua que, en algunos casos, puede considerarse excesivo e inoperantes. La técnica consiste en eliminar las tomas de agua innecesarias de la línea de sacrificio con objeto de evitar el uso abusivo de agua en las etapas de limpieza y lavados intermedios de producto, al mismo tiempo que se fomenta la limpieza en seco de los residuos.

- Utilizar la calidad de agua adecuada en cada operación, permite la reutilización de agua en etapas menos críticas y un ahorro en los tratamientos previos del agua para proceso: Se recomienda la reutilización del agua de proceso o de servicios auxiliares en la misma operación o en otras (previo tratamiento o no), siempre y cuando su calidad física, química y microbiológica no perjudique la calidad y seguridad del producto, operarios y funcionamiento de equipos.

## BUENA PRÁCTICA 19: SECTOR CÁRNICO. GESTIÓN DEL AGUA

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

- Realizar un programa rutinario de auditoria visual del manejo del agua y del agua residual en la instalación: Es recomendable que sea dirigido periódicamente por un experto. El manejo y control a lo largo del tiempo de indicadores ambientales, que relacionan los consumos de agua y los vertidos de aguas residuales con la producción, proporcionan una gestión correcta del uso del agua en la industria. Estos indicadores muestran la situación en el punto de partida y la evolución temporal, reflejando el efecto de las medidas adoptadas en términos económicos y ambientales, y permitiendo identificar áreas o aspectos donde es posible realizar mejoras. Además, permiten detectar consumos innecesarios, accidentes, fugas o fallos en los procesos.
- Realizar un mantenimiento preventivo de instalaciones y máquinas: Se recomienda realizar inspecciones periódicas de la instalación y/o del consumo para detectar fugas, roturas o pérdidas lo antes posible y consecuentemente, avisar y reparar las fugas de agua lo más rápidamente posible. La ausencia de mantenimiento preventivo puede suponer la aparición frecuente de fugas, averías en los equipos y toda una serie de incidencias que pueden conducir a la generación de vertidos o emisiones incontroladas. Un mantenimiento preventivo que implique la sustitución de piezas y la periódica comprobación del funcionamiento de los equipos, puede reducir significativamente los niveles de consumo y emisión.
- Operar las torres de refrigeración: Debido a la multitud de equipos de frío utilizados en la industria cárnica, se recomienda la vigilancia de los mismos de modo que se eviten al máximo las pérdidas de agua a la atmósfera. Otras de las mejores técnicas disponibles en este tipo de equipos es la utilización de circuitos cerrados de refrigeración.  
-Instalar sondas de nivel en depósitos de agua: La instalación de sondas de nivel permite controlar las pérdidas de agua provocadas por desbordamientos de tanques y depósitos.
- Control y registro de los consumos de agua y agentes de limpieza utilizados en las limpiezas: La necesidad de altos niveles de higiene es un requisito imprescindible en la industria alimentaria y particularmente en mataderos, donde se trabaja con animales vivos. En ocasiones, el empleo de recursos es excesivo, cuando en realidad, con volúmenes inferiores de agua, detergentes, desinfectantes, etc. se pueden conseguir los niveles higiénicos deseados.
- Establecimiento de procedimientos de limpieza de instalaciones: Se trata de establecer procedimientos de limpieza que ahorren agua al tiempo que proporcionan una limpieza efectiva. Junto a ésta y de modo complementario, es importante tomar una serie de medidas adicionales, como formar al personal encargado de las limpiezas y colocar los procedimientos en lugar visible y accesible por parte de los operarios de limpieza. En estos procedimientos se deberían especificar la duración, los productos de limpieza a utilizar y sus concentraciones, los utensilios a utilizar, las responsabilidades, etc.
- Evitar y/o minimizar el enjuague de las canales, utilizando técnicas limpias de evisceración: Si el sacrificio y la evisceración se realiza hábilmente y con cuidado, se minimiza el riesgo de contaminación de la canal, aumentando la calidad del producto y disminuyendo al mismo tiempo la necesidad de lavados tras la inspección veterinaria. En resumen, debe prestarse especial atención a las operaciones de faenado de las canales para evitar dejar en ellas suciedad, manchas de sangre, pequeños restos de músculo, grasa y huesos adheridos, pelos, etc., lo cual implica un lavado final exhaustivo con el consiguiente aumento del volumen y carga contaminante de las aguas residuales.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 20: SECTOR CÁRNICO. LIMPIEZA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

La necesidad de altos niveles de higiene es un requisito imprescindible en la industria alimentaria y particularmente en mataderos, donde se trabaja con animales vivos que pueden contagiar enfermedades o transmitir microbios patógenos a las cadenas de consumo directo o fabricación. Por este motivo, en las tareas de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios es donde mayor consumo de agua y generación de aguas residuales se produce. En ocasiones, el empleo de agua es excesivo en estas labores, cuando en realidad, con volúmenes inferiores de agua, detergentes, desinfectantes, etc. se pueden conseguir los niveles higiénicos deseados.

Además de provocar un elevado consumo de agua, está reconocido por veterinarios, operadores y clientes que el exceso de uso de agua puede conducir a contaminaciones cruzadas.

A continuación se detallan Las Mejores Técnicas Disponibles en las operaciones de lavado dentro del sector cárnico.

### Alternativa al proceso habitual

- **Limpieza en seco:** Se recomienda realizar la limpieza en seco siempre que sea posible. Para ello se retirarán en seco la mayor cantidad de subproductos, residuos y restos sólidos orgánicos en general, de los tanques, equipos y superficies, antes de proceder a su limpieza con agua. Para facilitar esta técnica se recomienda:
  1. Instalar bandejas de recogida en puntos de caída habitual de materia orgánica. Estos sistemas pueden ser colocados, por ejemplo, entre la zona de desangrado y el escaldador en mataderos de porcino, o en la zona donde se produce el corte de cabeza y desollado en mataderos de vacuno.
  2. Barrer, recoger con pala o con aspiradores el material derramado en vez de arrastrarlo hasta el desagüe con mangueras de agua. Evitar el uso de mangueras a modo de cepillos o escobas y asegurarse de que los equipos de limpieza en seco están siempre fácilmente disponibles. Los equipos que pueden utilizarse para esta operación son palas, escobillas de goma, o bombas de vacío. Algunos equipos, como los de succión a vacío, facilitan la retirada en seco de sólidos y han mostrado su eficacia, especialmente en las salas de despiece.
- **Restricciones de caudal:** La posibilidad de restringir el suministro de caudal permite un cuantioso ahorro de agua. Ello se consigue regulando la presión del agua en operaciones de limpieza a alta presión a media y baja presión.
- **Evaluar la frecuencia de la limpieza en húmedo:** Se considera evaluar la frecuencia de la limpieza en húmedo y su necesidad. Se evalúa con el objeto de reducir el número de limpiezas húmedas completas a una por día en vez de una en cada parada o limpiezas constantes.
- **Mejoras en la limpieza manual:** A continuación se detallan las mejores técnicas disponibles en la limpieza manual de industrias cárnicas.
  1. Limpieza con agua a alta presión (bajo volumen). Se puede afirmar que las características de los sistemas/presión de limpieza en húmedo que se utilizan en cada caso van a depender por un lado de las características del objeto o superficie a limpiar (material, forma, extensión, rugosidad, etc.) y por otra de la suciedad a eliminar (naturaleza, cantidad, estado, etc.).
  2. Utilizar mangueras con sistemas de cierre rápido y regulación de caudal en el extremo. En muchas ocasiones, debido a la excesiva separación entre las tomas de agua, los operarios se ven obligados a hacer desplazamientos cada vez que cambian de zona de limpieza. Durante estos periodos el agua continúa saliendo por la manguera sin ser realmente utilizada. La instalación de dispositivos de cierre rápido en los extremos de las mangueras de limpieza evita el uso de agua cuando no es estrictamente necesario.
  3. Formación del personal en materia de buenas prácticas de reducción del consumo de agua en las operaciones de limpieza. El coste de formación, preparación de procedimientos etc., se puede recuperar debido a que se generan ahorros derivados de la reducción del consumo de agua y de la menor cantidad de agua residual generada.
- **Planificación adecuada de la producción de elaborados picados o emulsión para minimizar las limpiezas de los equipos:** En una planta de elaborados cárnicos se pueden procesar diariamente una amplia gama y variedad de productos que, aunque tienen como base común la misma materia prima, pueden diferir enormemente en los ingredientes que lo componen, su tipología final y en la cantidad que de cada tipo de producto se elabora diariamente. Habitualmente se utilizan los mismos equipos para elaborar multitud de productos distintos. Siempre que sea posible, se debe

## BUENA PRÁCTICA 20: SECTOR CÁRNICO. LIMPIEZA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

realizar una buena planificación de la producción de los productos elaborados picados de forma que se reduzcan el número de limpiezas necesarias. Una correcta planificación del orden en el que se van a procesar los distintos productos a lo largo de la jornada de trabajo, permite reducir el número de limpiezas de los equipos involucrados (cutter, extrusionadoras, utensilios, etc.).

- Instalación de sistemas de lavado de manos y delantales con corte automático del agua: Los operarios de planta que manipulan cualquier tipo de materia, deben lavarse las manos varias veces durante la jornada de trabajo. Las mangueras y los lavaderos se pueden reemplazar por cubículos provistos de cabezas de ducha accionadas individualmente por los operarios mediante pedales. Si el pedal no está presionado, el caudal de agua se detiene automáticamente.

- Utilización de sistemas avanzados de limpieza de superficies: Generalmente se suele realizar una limpieza y desinfección completa y escrupulosa al final de la jornada de trabajo y de forma parcial a lo largo de la misma. Existen sistemas avanzados para la limpieza de superficies interiores que generan menos agua residual y reducen el consumo de agua y de productos detergentes y desinfectantes:

1. Sistemas satélites. Una opción más automatizada para la limpieza con espuma son los sistemas satélites para el lavado con espumas. Estos sistemas disponen de una unidad central compuesta por depósitos, dosificadores y bombas que suministran agua caliente, detergente y desinfectante a unos satélites colocados en las distintas salas de la instalación, desde las que se procede a la limpieza. Estos sistemas son apropiados para la limpieza de las zonas de sacrificio, evisceración, despiece y fabricación de elaborados, pero no para zonas sucias como el muelle de recepción y la zona de estabulación y espera.

2. El método de limpieza con espuma: Consiste en una aplicación de detergente en forma de espuma sobre las superficies a limpiar. Una vez transcurrido el tiempo suficiente para obtener un grado de ablandando y disgregación de las partículas de suciedad adheridas, se elimina la espuma con agua y posteriormente se realiza la desinfección y su enjuague correspondiente.

Antes de aplicar la espuma se suele mojar la superficie con agua. El agua utilizada en los aclarados es de baja-media presión (16-25 bar).

3. Sistemas autopropulsados: Son equipos eléctricos diseñados específicamente para la limpieza de suelos en pequeñas áreas en los que no existan muchas esquinas. Estos equipos disponen de un depósito que abastece de líquido limpiador alcalino a los cepillos rotatorios o las boquillas de presión. La película de agua alcalina la elimina automáticamente con una barredora de goma y un aspirador que recoge el agua hasta el tanque de almacenamiento. Estos equipos destacan por el bajo volumen de agua y productos de limpieza que consumen y por su gran versatilidad en la limpieza.

- Utilización de sistemas avanzados de limpieza de utensilios y pequeños equipos: En las industrias cárnicas de gran tamaño (mataderos, salas de despiece o elaborados) existen numerosos utensilios y elementos auxiliares (pequeños utensilios, cajas de plástico, pequeños contenedores, carros metálicos, bandejas, carenados de equipos, moldes, sierras, etc.) que es necesario limpiar y desinfectar frecuentemente. La utilización de equipos de limpieza automáticos permite reducir el consumo de agua y productos de limpieza y/o desinfección con respecto a los métodos tradicionales, ya que permiten la aplicación de presiones más elevadas y la recirculación de las soluciones de limpieza. En función del número y la homogeneidad de los elementos auxiliares, estos sistemas pueden ser continuos (túneles para gran número de piezas de tamaño homogéneo a lo largo de periodos relativamente continuos) o discontinuos (armarios/cabinas automáticas). Se recomiendan túneles de lavado para equipos auxiliares (bandejas, cajas) y armarios o cabinas de lavado para moldes, bandejas, carenados de equipos, ganchos...

Por otra parte, para la esterilización de utensilios como sierras se recomienda la esterilización en cabinas que dispongan de un sistema de boquillas que apliquen agua a 82°C en lugar de hacerlo en recipientes con agua corriendo constantemente a la misma temperatura. Los sistemas de aspecto continuo de agua caliente sobre un recipiente están en clara desventaja desde el punto de vista ambiental respecto a las cabinas de esterilización que pulverizan agua caliente, siempre que la eficacia de la operación sea la misma.

- Utilización de sistemas de agua a presión con dispositivos de cierre y chorro regulable para la limpieza de vehículos y zonas de recepción y espera: Las zonas más sucias del matadero son la zona de recepción y espera o muelle de vivos y los vehículos de transporte de los animales. Tras la limpieza en seco de los camiones y establos hay que proceder a la limpieza con agua para eliminar los restos sólidos que puedan quedar en las superficies.

## BUENA PRÁCTICA 20: SECTOR CÁRNICO. LIMPIEZA DE INSTALACIONES Y EQUIPOS.

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

La limpieza de estas zonas requiere la utilización de grandes cantidades de agua para arrancar y arrastrar los restos sólidos compuestos principalmente por estiércol, material de las camas y polvo. En esta fase, el factor que más influye en el resultado de la limpieza es la capacidad del agua de arrancar y arrastrar los sólidos adheridos a las superficies. Por ello, la utilización de sistemas de agua a presión (18-25 atm) permiten reducir el consumo de agua de forma importante a la vez que generan menor volumen de agua residual. Esta presión se consigue mediante bombas de agua portátiles a las que se conectan las mangueras de limpieza. Estas mangueras deben ir equipadas con accionadores de cierre rápido y dispositivos de regulación de la presión para ajustar el consumo a las necesidades de la limpieza, evitando así despilfarros de agua.

- Instalar superficies de trabajo, suelos y paredes fácilmente lavables: El caso más claro es el de las superficies de trabajo, suelos y paredes. En estos elementos es donde se recibe la mayor parte de la suciedad a la largo de la jornada laboral. Por lo tanto, al objeto de lograr reducciones adicionales en el consumo de recursos empleados en esta actividad (agua, productos químicos, energía, tiempo), es muy importante que los elementos a limpiar reúnan una serie de cualidades que faciliten la consecución de los objetivos de reducción, sin perjuicio de la eficacia de las operaciones de limpieza y desinfección e incluso, mejorando los resultados higiénicos y de seguridad alimentaria y del personal. En este sentido se debe prestar especial atención a que los materiales y el diseño y construcción de las instalaciones y equipos que presenten superficies que se tienen que limpiar y desinfectar diariamente sean fácilmente lavables.

### Observaciones

| <b>BUENA PRÁCTICA 21 : SECTOR CÁRNICO. MINIMIZACIÓN DEL AGUA EN EL TRANSPORTE DE SUBPRODUCTOS</b> |   |
|---|---|
| <b>Tipo</b>   | Optimización de consumo por cambio en proceso   |
| <b>Situación habitual del proceso</b>   | <p>Las vísceras y recortes retirados en la fase de evisceración de los animales, tanto los despojos comestibles como los no comestibles deben ser transportados para su aprovechamiento o eliminación posterior. Si dichos materiales no son transportados higiénicamente resultan inservibles y pasan a ser considerados como residuos. El transporte hidráulico era uno de los sistemas más utilizados en las instalaciones de nuestro país en tiempos no demasiado lejanos, aunque actualmente son más los mataderos que emplean sistemas más respetuosos con el medio ambiente.</p> <p>El transporte hidráulico se basa en el arrastre de los materiales cárnicos en el agua que circula por los canales de transporte. Lógicamente, el sistema precisa de un determinado volumen de agua que será proporcional a las necesidades de transporte de material, y que se va contaminando con el tiempo debido a los aportes de carga orgánica soluble, sangre, grasas y sólidos por parte del material transportado. El agua de transporte, si no es manejada adecuadamente, se convierte fácilmente en un caldo de cultivo adecuado para el crecimiento de microorganismos.</p>   |
| <b>Alternativa al proceso habitual</b>  | <p>La sustitución del transporte hidráulico de los subproductos o residuos cárnicos dentro de la instalación por sistemas en seco, que no utilizan agua como medio de transporte, permite evitar la generación de un volumen de agua de transporte con una elevado grado de contaminación orgánica (sangre, sólidos, grasas, pelos) debido a la transferencia de dichos materiales desde los residuos al agua de transporte.</p> <p>Los sistemas mecánicos utilizan para el transporte vagonetas, cintas transportadoras, contenedores, etc., precisan generalmente de más mano de obra que los hidráulicos, aunque son los más sencillos de instalar y mantener. Los sistemas neumáticos aprovechan corrientes o depresores de aire en conducciones cerradas. Precisan de sistemas más complejos de control, están sometidos a un mayor mantenimiento y pueden ser más complicados de limpiar que los hidráulicos. En general, además de los beneficios ambientales de esta MTD, los subproductos transportados por medios mecánicos o neumáticos tienen menor riesgo de contaminación microbiológica que en el caso del transporte hidráulico.</p> <p>En el caso de que el transporte de intestinos se realice de forma hidráulica, se debe minimizar el agua utilizada para el transporte. En la mayoría de los mataderos modernos, el transporte de los intestinos y otros órganos desde la zona de evisceración hasta la zona donde se procesan o almacenan se realiza mediante un sistema manual de carros o automático por bandejas o ganchos suspendidos. No obstante, en los casos de instalaciones existentes en que se utiliza agua para ayudar al movimiento de los intestinos de una zona a otra, es necesario ajustar de un modo preciso la cantidad de agua utilizada ya que esta es una operación que puede llegar a aportar una carga contaminante importante al vertido del matadero. Si además, se emplea más agua de la necesaria, el volumen de agua residual llega a ser considerable.</p> <p>En los casos en los que se utiliza agua para apoyar el transporte de intestinos en instalaciones existentes (canales inclinados, cintas transportadoras y elevadoras), se deberá calcular el volumen mínimo de agua necesario para realizar dicho transporte y posteriormente ajustar oportunamente el caudal. En estas instalaciones, siempre que se vayan a realizar modificaciones, ampliaciones o cambios técnicos o tecnológicos en la línea de proceso, se debe prever el cambio de sistema de transferencia de intestinos de una zona a otra, de manera que se sustituyan los actuales con aporte de agua intermitentemente o continuo, por los sistemas de transferencia en seco.</p> |
| <b>Observaciones</b>  |   |

## BUENA PRÁCTICA 22: SECTOR CÁRNICO. RECUPERACIÓN DEL AGUA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

### Situación habitual del proceso

En un matadero polivalente, el consumo de agua para los circuitos de refrigeración y calderas puede suponer entre un 6-10% del total de agua consumida. El agua de estos circuitos sólo sufre modificaciones en su temperatura y en su salinidad (debido a la concentración por evaporación), por lo que su recirculación en condiciones adecuadas puede conducir a ahorros importantes de agua.

### Alternativa al proceso habitual

Se considera como alternativa al proceso habitual, la recuperación de agua de refrigeración. Es importante que los sistemas que implican el uso abundante de aguas de refrigeración trabajen en circuito cerrado para aprovechar al máximo la capacidad de refrigeración del agua y prevenir su vertido frecuente.

La recuperación y reutilización de agua empleada en una operación puede presentar unas buenas características para ser reutilizada en la misma operación si se realizan las tareas de acondicionamiento oportunas. Sin embargo, la reutilización en otras operaciones puede estar restringida por tener unas características físicas, químicas o biológicas que no se adaptan a otros usos dentro de la instalación. Por tanto, siempre se debe tener en cuenta los criterios de calidad del agua para los usos a los que se destine.

La adición de productos auxiliares como algicidas, desincrustantes o desinfectantes, permite prolongar su uso dentro del sistema. En algunos casos puede ser interesante la instalación de sistemas de descalcificación o desionización que aseguren un mejor funcionamiento del sistema. Se debe prever la recirculación de las aguas en los circuitos de refrigeración, teniendo en cuenta las adiciones de agua para compensar las pérdidas por evaporación y purgas del sistema, los aditivos a añadir al agua y los sistemas de descalcificación/desalinización del agua.

Un sistema de recirculación de agua de enfriamiento puede hacer que se reduzca el consumo en un 80% para este uso.

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 23 : SECTOR CÁRNICO. MINIMIZACIÓN DEL AGUA EN EL TRANSPORTE DE SUBPRODUCTOS

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

### Situación habitual del proceso

Las operaciones de depilado y flagelado de porcino suelen llevarse a cabo en equipos automáticos en los mataderos de tamaño medio/grande. El agua utilizada para el arrastre de los pelos y epidermis y para lavado de las canales en las máquinas de depilado y flagelado, puede ser recirculada en la misma operación tras la separación de pelos y epidermis arrastrados y su recalentamiento mediante inyección de vapor hasta una temperatura de 55-60°C

### Alternativa al proceso habitual

Las posibilidades de recuperación y recirculación de buena parte del agua empleada en estas operaciones son altas debido a la automatización de la operación en equipos de cierto volumen, los cuales permiten integrar sistemas de filtrado, recogida y recirculación de agua. Por otra parte, las operaciones siguientes al depilado y flagelado son el flameado y lavado. Especialmente el flameado va a hacer disminuir la población microbiana de la superficie de los animales por la intensa acción del calor, por lo tanto los requisitos de calidad del agua en la etapa de depilado no son tan estrictos (aunque no deben dejarse al margen). El lavado posterior de los animales va a contribuir a eliminar la suciedad superficial y restos de piel y pelos.

Con las premisas que se acaban de exponer, se describen a continuación dos técnicas con las que se pueden conseguir reducciones en el consumo de agua y de energía necesaria para calentar el agua del equipo de depilación y flagelación.

- Recirculación del agua en el equipo de depilado/flagelado: Por razones higiénicas, el sistema está cerrado, y tanto la recogida de agua como su recirculación, se hace en condiciones higiénicas. A lo largo del ciclo se añade agua de reposición para compensar el agua que se pierde con la salida del animal. El agua del circuito se descarga al menos una vez al día, tras lo cual el sistema se limpia y desinfecta.
- Instalar boquillas difusoras en las depiladoras/flageladoras: Otra medida de reducción del consumo de agua consiste en reemplazar las tuberías perforadas o duchas de agua en la parte superior de la depiladora y flageladora por boquillas difusoras que proyecten chorros de agua a presión dirigidos hacia los animales o en zonas donde ayuden a evacuar las cerdas y restos de piel hasta la parte baja del equipo. El sistema de enjuagado puede estar comandado por electroválvulas accionadas por detectores de presencia para que sólo funcionen cuando haya presencia de animales en el equipo.

Según un ejemplo del BREF, la optimización del consumo de agua en la máquina depiladora con la instalación de boquillas difusoras reduce el consumo de agua desde 16 litros por animal hasta 6 litros por animal (desde 208 l/tn canal hasta 78 l/tn de canal).

### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 24: MATADEROS. OPTIMIZACIÓN DEL AGUA EN LOS ESCALDADOS

### Tipo

Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

El escaldado es una operación clave en lo que a consumo energético se refiere. Los tanques de escaldado por inmersión deben mantenerse a una temperatura adecuada (superior a 60°C) durante toda la jornada laboral- Además es necesario calentar el agua de aporte que se va perdiendo con el continuo paso de los animales. Si no se toman las medidas oportunas o no se presta la suficiente atención en el llenado manual de los escaldadores, se pueden producir pérdidas innecesarias de agua caliente en el momento de llenar los escaldadores, y durante la jornada, con los sucesivos aportes de agua de reposición. A continuación se mencionan a continuación las Mejores Técnicas de escaldado disponibles.

### Alternativa al proceso habitual

- Mejores Técnicas disponibles en instalaciones donde no es económicamente viable la instalación de otro sistema de escaldado diferente al de inmersión. En estos casos se deben establecer las siguientes mejoras en los tanques de escaldado:

1. Cubrir la parte superior de los tanques de escaldado para reducir la evaporación y las pérdidas de calor desde la superficie del agua. Se pueden utilizar bolas de plástico para cubrir la superficie si el diseño del tanque de escaldado lo permite.

2. Asegurarse de que el nivel de agua dentro del tanque es el adecuado para que no se produzcan reboses de agua caliente cuando esté lleno de animales. Si el llenado es automático se pueden instalar sondas de nivel. Si el llenado es manual se deberá realizar una marca de nivel que indique el punto de llenado máximo para albergar el mayor número de animales sin que se produzcan pérdidas por rebose. Las sondas de nivel de control automático de llenado, si funcionan correctamente y se realiza un mantenimiento adecuado, pueden liberar al operario de esta responsabilidad.

- Sustitución del escaldado de inmersión por escaldado por duchas o escaldado por condensación de vapor: Esta sustitución es una solución que implica un cambio en la tecnología existente en muchas instalaciones, pero que sin embargo, soluciona de raíz gran parte de la problemática ambiental asociada a esta operación. Seguidamente se describen las dos alternativas tecnológicas al tradicional.

1. Escaldado mediante duchas: consiste en un sistema vertical en el que las duchas rocían agua caliente a más de 60°C sobre la superficie del animal a través de boquillas situadas a diferentes alturas. La canal es transportada verticalmente en los raíles portantes a través de un túnel cerrado de gran altura donde recibe la ducha de agua caliente. El calentamiento del agua se realiza con vapor en un intercambiador de calor. El agua es recirculada hasta que su calidad higiénica ya no permite su reutilización en el proceso, con el consiguiente ahorro del consumo de agua, energía y agua residual que ello implica. Este sistema, además de las mejoras ambientales respecto a la inmersión, también reduce la penetración de agua en el animal, evitando de este modo una posible fuente de contaminación, por tanto, se puede conseguir una mejor calidad higiénica de las canales, además de prevenir el riesgo de sobreescaldado.

2. Escaldado por condensación de vapor: las canales también se introducen en un túnel, suspendidas verticalmente. En el túnel se inyecta vapor a través de ventiladores. Un sistema de agua fría reduce la temperatura hasta los 63-64°C provocando la condensación del vapor en forma de gotitas de agua caliente que caen sobre la superficie de los cerdos y provocan el efecto de escaldado. Este proceso puede mantener una temperatura constante y 100% de humedad bajo cargas variables, lo cual es crucial para una buena operación de escaldado.

Su duración ronda los 7 minutos y se necesita para cada canal unos 3,5 kg de agua en forma de vapor. Al igual que la técnica anterior, mejora la calidad higiénica de las canales y reduce el riesgo de sobreescaldado

### Observaciones

A pesar de las ventajas ambientales del escaldado por condensación de vapor y por duchas de aspersión, los costes de sustitución de los tanques de escaldado por inmersión no son rentables atendiendo únicamente a los criterios de ahorro energético y agua. No obstante, esta medida debe observarse en la previsión de futuras ampliaciones, cambios en los procesos o instalaciones, inversiones en sustitución de equipos obsoletos, etc.

Según el BREF, el consumo de agua en escaldadores de condensación es de 40-65 l/tn de canal. La reducción en el consumo de agua respecto a la inmersión para escaldado por duchas es del 40%, llegando hasta el 92% para los sistemas de condensación de vapor.

**BUENA PRÁCTICA 25 : SECTOR CÁRNICO. MATADEROS.  
MINIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA DURANTE LA ESTABULACIÓN DE LOS ANIMALES.**

**Tipo**

Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

Durante el breve periodo de estabulación de los animales previo al sacrificio hay que asegurar un suministro adecuado de agua evitando aportes excesivos que redunden tanto en un innecesario consumo como en el vertido de ese exceso de agua como corriente residual.

**Alternativa al proceso habitual**

Para conseguir minimizar el consumo de agua en esta etapa es conveniente evitar los sistemas de aporte continuo de agua de bebida y en el caso del ganado porcino, el duchado no planificado y/o manual.

Existen una serie de técnicas que se pueden aplicar durante la estabulación de los animales y que permite reducir el consumo de agua y la generación de aguas residuales. Estas técnicas son:

1. En instalaciones nuevas, duchado de los cerdos con un sistema de difusores de accionamiento temporizado. El duchado de los cerdos se realiza especialmente durante periodos de clima seco y caluroso por razones de bienestar del animal. Las boquillas de las duchas se pueden diseñar e instalar de modo que solo se activen cuando haya cerdos en los establos y sea necesario aplicar una ducha. El caudal de las duchas y la duración de la operación se controlan automáticamente.
2. Instalación de sistemas más eficientes para el suministro de agua de bebida a los animales como alternativa a los abrevaderos. El suministro de agua en los establos puede controlarse según la demanda por parte del animal. De esta manera se puede suministrar la ración de agua apropiada a intervalos adecuados. La cantidad de agua de bebida se puede optimizar instalando sistemas de aporte discontinuo de agua, que sean accionados directamente por los animales o bien por boyas de nivel al alcanzarse un nivel mínimo establecido en los abrevaderos. El uso de sistemas de aporte discontinuo de agua en lugar de abrevaderos de aporte continuo de agua tiene la ventaja de que solo se suministra el agua que el animal necesita consumir, evitando despilfarros.

**Observaciones**

**BUENA PRÁCTICA 26 : SECTOR CÁRNICO. CURADOS. ELIMINACIÓN DE LA SAL EN SACO.**

**Tipo**

Optimización de consumo por cambio en proceso

**Situación habitual del proceso**

La operación del lavado húmedo de los perniles tras el salado de los mismos, es quizá la que genera las emisiones más problemáticas del proceso de elaboración de jamón serrano. Se generan aguas residuales de elevada conductividad eléctrica (más de 15.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Alternativa al proceso habitual**

Una forma de ahorrar agua y reducir la conductividad eléctrica de las aguas de lavado es eliminar en seco la mayor parte posible de la sal presente en la superficie de los perniles. Como alternativa al lavado en húmedo es retirar parte de esta sal de forma manual mediante golpes secos sobre una superficie o rascado manual. Sin embargo, estas técnicas no son capaces de eliminar eficazmente la sal adherida en la superficie del jamón. En los últimos años se han desarrollado sistemas automáticos para la eliminación en seco de la sal de la superficie del jamón que mejoran considerablemente la eficiencia de dicha retirada. Estos sistemas pueden ser:

- Mecánicos (aplicación de cepillos sobre la superficie del jamón).
- Neumáticos (chorros de aire o aspiración).
- Mixtos (cepillado mecánico combinado con aspiración de la sal).

Los aspectos que se deben de tener en cuenta a la hora de seleccionar estos equipos son el rendimiento de eliminación de sal, el control de la posible contaminación microbiológica a través de los cepillos y los daños mecánicos que pueden originarse en la superficie de los perniles.

Aplicando un sistema combinado mecánico y neumático, se puede llegar a recuperar una cantidad de sal comprendida entre 95-98%, frente a un nivel de recuperación de 70-80% si solo se utiliza un sistema mecánico

**Observaciones**

## BUENA PRÁCTICA 27: BODEGAS. LIMPIEZA DE INSTALACIONES

### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

El principal factor medioambiental afectado por el proceso de elaboración de vinos es el agua, ya que son las aguas las que soportan la principal contaminación de la industria vinícola, sobre todo por las operaciones de limpieza de la bodega. Las grandes bodegas han implantado medidas para disminuir el consumo de agua en los últimos años, llegando a conseguir, en determinados casos, una reducción de hasta el 50%.

Las prácticas orientadas a operaciones de limpieza dentro del proceso vitivinícola, permiten reducir tanto el consumo de agua como los residuos de lavado, pero requieren de una adecuada capacitación del personal

### Alternativa al proceso habitual

- Mejores Técnicas disponibles que no requieren cambios tecnológicos y, por tanto, son técnicas que pueden implantarse de forma rápida. Entre ellas se incluyen:
  1. Minimizar los tiempos de lavado. Evitar dejar mangueras abiertas y eliminar goteos. Usar mangueras de pequeño diámetro.
  2. Realizar limpieza en seco, previo al lavado con agua. Luego usar sistemas de lavado de bajo volumen y alta presión, con sistemas de corte de flujo (como pitones o válvulas) o hidrolavadoras.
  3. Instalar sistemas de cierre en las tomas de agua como válvulas de cierre automático, o con temporizador.
  4. Reutilizar las soluciones de limpieza hasta su pérdida de eficacia.
  5. Separar las aguas residuales que contengan mayor carga orgánica de las aguas no contaminadas, para poder proceder a la recirculación.
- Recirculación de las soluciones de limpieza de muelles, prensas y tuberías: Son necesarios dos depósitos donde se prepara hidróxido sódico (10%) y ácido cítrico (3%). Estas soluciones utilizadas para las limpiezas se recirculan semanalmente a través de un circuito cerrado, con ajuste posterior del pH.
- Reutilización del agua de las bombas de vacío para limpieza: Las bombas de vacío se utilizan fundamentalmente en la llenadora de botellas para evacuar el aire de las mismas antes de llenarlas. Este tipo de bombas normalmente consumen un caudal continuo de agua para conseguir el vacío, eliminando esta agua junto con el aire. Este agua se puede considerar como un agua limpia y puede ser utilizada en otras operaciones del proceso, por ejemplo en limpieza. La cantidad de agua que en la práctica se puede recircular es aproximadamente el 50% del agua consumida en la operación (estimado en cerca de 0,1 L/L vino), habiendo descontado del total la proporción de agua que continuamente se evacua del sistema junto con el aire y las correspondientes purgas y reposiciones que periódicamente se deben realizar.
- Utilización de ozono: El uso de ozono permite realizar limpieza y desinfección a temperatura ambiente y sin residuos químicos. El ozono se obtiene a partir de una corriente de aire seco u oxígeno que se hace pasar a través de electrodos concéntricos. Una descarga eléctrica de alto voltaje provoca la generación de ozono a partir del oxígeno presente. La técnica requiere un sistema de generación de ozono y un sistema de ozonización, el cual consta de alimentación de gases (aire seco u oxígeno), inyector, estanque de contacto, sistema de destrucción de ozono residual y equipos de control. A partir de aire seco se puede generar una corriente con una riqueza de ozono del 1-2%, mientras que a partir de oxígeno se consigue hasta un 10% de contenido en ozono. El empleo del ozono en agua, como agente de limpieza y desinfección puede permitir ahorrar más de un 50% del agua de lavado y, por consiguiente, reducir el consumo de energía para generar el agua caliente necesaria, permitiendo también rebajar la contaminación orgánica del lavado de depósitos generada en las operaciones de limpieza y desinfección, debido a sus propiedades oxidantes. Además no genera residuos, pues se degrada en oxígeno rápidamente.

### Observaciones

**BUENA PRÁCTICA 28: BEBIDAS. BODEGAS. REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE BOTELLAS.**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

**Situación habitual del proceso**

El proceso de embotellado empieza con el aclarado de las botellas vacías para asegurar que no contienen restos de polvo o suciedad. Este lavado representa uno de los puntos de gasto de agua más importante en el conjunto de los procesos. El principal impacto ambiental asociado a esta operación es el elevado consumo de agua (1.700 l/h) y la generación de aguas residuales que contienen sólidos en suspensión en pequeñas cantidades y que envían a su depuradora.

**Alternativa al proceso habitual**

Por el elevado consumo de agua que provoca el lavado de las botellas, se considera una buena práctica la instalación en la línea de embotellado de un sistema de desinfección y posterior reutilización del agua. El proceso de embotellado se inicia inyectando agua a presión en las botellas invertidas para arrastrar los restos de polvo y suciedad que puedan contener. El agua de aclarado se recoge y se canaliza a un depósito pulmón, se filtra (filtro de cartuchos) y se trata mediante radiación ultravioleta. El agua del depósito se renueva cada 30 minutos. El tratamiento UV consiste en hacer pasar el agua a través de una cámara de irradiación donde, mediante una lámpara, se generan hasta 25 mJ/cm<sup>2</sup> eliminando cualquier microorganismo. Con la reutilizando el agua de aclarado de las botellas se reduce el consumo de agua en esta fase hasta un 82%. El principal beneficio medioambiental consiste en la posibilidad de reducir significativamente el consumo de agua en los procesos de aclarado de las botellas en la línea de embotellado. La recirculación de este agua implica una inversión sencilla desde el punto de vista técnico, ya que se trata, básicamente, de agua poco contaminada y fácilmente recuperable.

**Observaciones**

Empty box for observations.

## BUENA PRÁCTICA 29: BEBIDAS. BODEGAS. SUSTITUCIÓN DE FILTROS ROTATIVOS.

### Tipo

Optimización de consumo por cambio en proceso

### Situación habitual del proceso

La elaboración de vinos siguiendo el proceso tradicional consiste en el pisado de uva, separación del grano de la uva del racimo y/o maceración de la uva (si hace falta) y prensado, para extraer el mosto. A continuación, se realiza la operación de desmangado para extraer los sólidos en suspensión que arrastra el mosto al salir de la prensa. El proceso de vinificación comienza con la fermentación del mosto a temperatura controlada, para seguidamente, realizar los sucesivos trasvases (que tienen la finalidad de limpiar el vino de restos de la fermentación y de otras partículas orgánicas en suspensión).

Estos procesos generan cantidades de residuos de elevada carga orgánica. El proceso de desfangado se realiza mediante un filtro rotativo de vacío que permite filtrar el mosto y también los fangos. En este caso, el mosto pasa a través de un material filtrante (tierras perliticas) que retiene las partículas. Las tierras de filtración, una vez restablecidas, generan un residuo.

La puesta en funcionamiento y limpieza de este equipo es lenta, ya que hace falta preparar la precava de tierras y, finalizado el ciclo, es necesaria una limpieza en profundidad, la cual requiere un elevado consumo de agua.

### Alternativa al proceso habitual

Sustituir el filtro rotativo de vacío por una centrífuga con tambores de platos, además de beneficios en la producción, contribuye a un significativo ahorro de agua.

La máquina funciona de la manera siguiente: el mosto entra al conjunto de platos (discos cónicos superpuestos) que giran a un número elevado de revoluciones, separándose los sólidos en suspensión por la acción de la fuerza centrífuga, ya que por la elevada densidad se desplazan hacia la parte exterior del rotor. Estos sólidos son conducidos al receptáculo de recogida del sólido y el mosto se descarga de forma continua a través del colector de salida.

El aparato utiliza agua descalcificada y aire comprimido para las operaciones de limpieza. Además, este equipo también se puede utilizar en las operaciones posteriores de filtración y clarificación de vinos, reduciendo el uso de los filtros de tierras.

La adquisición de la centrífuga supone disminuir en un 97% el consumo de agua en las limpiezas.

Además tiene otros beneficios para la industria vinícola como la eliminación del residuo de tierras generado en la operación de filtración, la eliminación de las pérdidas de mosto y mejora en la calidad del mosto obtenido. Por último, aumenta la capacidad de producción.

### Observaciones

### BUENA PRÁCTICA 30: BEBIDAS. CERVEZA. RECIRCULACIÓN EN TÚNELES DE PASTERIZACIÓN

#### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

#### Situación habitual del proceso

Es necesario estabilizar microbiológicamente la cerveza para asegurar que mantenga sus propiedades por un periodo de tiempo suficientemente largo. Dicha estabilización se realiza generalmente mediante pasterización. La cerveza se puede estabilizar antes o después de envasada.

En la pasterización después del envasado, las botellas o latas llenas se introducen en una pasterizadora en la que se someten a duchas o baños de agua a distintas temperaturas, primero crecientes hasta que la cerveza alcance la temperatura de pasterización, y luego decrecientes para enfriar las botellas que salen del pasterizador. Para esta operación se utilizan de forma generalizada los túneles de pasterización. En los túneles de pasterización, los envases se calientan gradualmente hasta la temperatura de pasterización, enfriándose posteriormente también de forma gradual, hasta una temperatura aproximada de 30-35 °C. El agua empleada puede ser de red y desechada después de su uso, o puede ser reutilizada como se indica a continuación.

#### Alternativa al proceso habitual

La Mejor Técnica Disponible en esta operación es el establecimiento de sistemas de optimización energética mediante recirculación del agua de los baños del túnel desde los de enfriamiento a calentamiento y viceversa. Ello conlleva un ahorro importante de energía y minimización del consumo de agua.

#### Observaciones

### BUENA PRÁCTICA 31: BEBIDAS. CERVEZA. MINIMIZACIÓN DE LA PÉRDIDA DE VAPOR EN LA COCCIÓN.

#### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

#### Situación habitual del proceso

El jugo obtenido por la filtración del macerado se introduce en una caldera donde se calienta junto con el lúpulo hasta ebullición, durante un tiempo comprendido entre media hora y dos horas. Con ello, se trata de extraer las sustancias amargas del lúpulo que le dan el sabor clásico a la cerveza, eliminar el exceso de agua para conseguir la densidad adecuada del mosto, esterilizar el mosto y precipitar los complejos de proteínas.

El principal efecto medioambiental de esta operación es el consumo de energía térmica, (aproximadamente el 40 % del total de la instalación) seguido de la emisión de vapor de agua y olores a la atmósfera.

De esta manera, la Mejor Técnica Disponible en esta operación debe ser aquella que permita reducir globalmente el consumo de energía térmica y la emisión de vapor de agua a la atmósfera. Con un sistema más eficiente que evite las pérdidas de vapor, consecuentemente se logrará minimizar los consumos de agua.

#### Alternativa al proceso habitual

- Sistemas de cocción a baja presión: Son más eficientes energéticamente que los atmosféricos, sin que ello repercuta en la calidad del mosto y permiten la recuperación de los vahos de cocción, aprovechando su calor para incrementar la temperatura del mosto de entrada.

Las aguas de condensación tienen una DQO muy variable (150 – 6600 mg/l), un pH entre 4.4/6.5 y compuestos en disolución que no permiten su reutilización directa en el proceso, aunque sí que pueden ser utilizadas para otros usos como limpiezas de exteriores, limpieza de tanques, riego, etc.

Por otra parte, con la condensación de dichos vahos se consigue además reducir las emisiones a la atmósfera de vapor de agua y de compuestos orgánicos volátiles, alguno de los cuales son los causantes de los olores típicos de la cocción.

- Cocción atmosférica: Se pierde como vapor de agua aproximadamente el 10% del volumen del mosto, aunque es posible instalar sistemas de recuperación de vahos o deflectores en chimenea que permiten reducir el consumo de energía y las pérdidas de agua.

#### Observaciones

### BUENA PRÁCTICA 32: BEBIDAS. ZUMOS. TRATAMIENTO TÉRMICO/ RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS.

#### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

#### Situación habitual del proceso

Los equipos de tratamiento térmico y enfriamiento que se emplean en la producción de zumos y concentrados son: intercambiadores de calor de placas, tubulares y pasterizadores con recuperación de calor.

En cuanto al ahorro y buena gestión del agua se indican a continuación las Mejores Técnicas Disponibles.

#### Alternativa al proceso habitual

- Recirculación de las aguas de enfriamiento: Las aguas utilizadas en este proceso son aguas limpias con una temperatura elevada y pueden recircularse para el mismo uso mediante la utilización de torres de refrigeración. Con sistemas de recirculación del agua de enfriado el caudal de aguas residuales es bajo.
- Recuperación de los condensados: Los condensados procedentes del vapor utilizado para calentar el producto son aguas sin carga contaminante (bajo contenido en sólidos disueltos e impurezas) y con una temperatura elevada, siendo muy adecuadas para su reutilización como agua de alimentación de la caldera, reduciendo así el consumo de energía, de combustible y el consumo de agua.
- Sistemas integrados CIP: Estos sistemas permiten realizar el ciclo de limpieza de los circuitos y equipos haciendo circular de forma secuencial los enjuagues y soluciones de limpieza (soluciones alcalinas, ácidas, desinfectantes) desde los correspondientes depósitos de almacenamiento. La recuperación y recirculación de dichas soluciones supone un ahorro importante de agua y de productos químicos de limpieza y desinfección, así como de las correspondientes aguas residuales. Dicha recirculación podrá realizarse siempre que la solución a recircular mantenga su actividad y no ponga en riesgo la eficacia de la limpieza. Para poder recircular las soluciones de limpieza es necesario recuperarlas en los depósitos de partida o nuevos depósitos desde donde serán reutilizadas en la siguiente limpieza CIP.

#### Observaciones

### BUENA PRÁCTICA 33: ACEITES. SUSTITUCIÓN DE LA MOLTURA DE TRES FASES A DOS FASES.

#### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración  
Optimización de consumo por cambio en proceso

#### Situación habitual del proceso

Los métodos de obtención de aceite son tres, siendo mayoritaria la extracción continua en dos fases, seguido del sistema continuo en tres fases y del tradicional sistema discontinuo o de prensas. La evolución tecnológica ha partido del sistema discontinuo que había permanecido inalterado durante siglos. En la década de los ochenta pasó al sistema continuo de tres fases y en los años noventa al de dos fases, dado que suponía una considerable reducción de los recursos empleados y de los residuos generados.

Por ello, mencionamos como alternativa la extracción del aceite en dos fases, debido a que conlleva un sustancial ahorro en el consumo de agua.

- La extracción del aceite de oliva por centrifugación en tres fases: Se realiza mediante centrifugación a 3000-4000 rpm en centrifugas horizontales ("decanter"). Este método se basa en la separación sólido-líquido mediante la fuerza centrífuga. Mediante esta centrifuga se consiguen tres fases:

- 1.- Fase sólida (externa): Pulpa + trozos de hueso + pieles + humedad (ORUJO).
- 2.- Fase acuosa (intermedia): Agua de vegetación + agua de fluidificación (ALPECHIN)
- 3.- Fase oleosa (interna): Aceite de oliva

Una de sus ventajas es la alta productividad (7500 kg/h por "decanter"). Además se trata de un proceso continuo y automatizado. Por el contrario, provoca varios inconvenientes; entre ellos se encuentra la necesidad de fluidificar la pasta añadiendo agua caliente.

- Extracción del aceite por presión: Una vez que las semillas han sido molidas, se las somete al prensado. Las prensas pueden ser hidráulicas o discontinuas y continuas. En la actualidad la extracción por presión se lleva a cabo casi exclusivamente por prensas continuas, por la economía de sus instalaciones, pero no realiza una profunda extracción de las materias grasas contenidas en sus semillas.

Se considera Mejor Técnica el sistema de dos fases debido a que el coste de molturación mediante el sistema de dos fases es casi un 40% más barato que el del sistema discontinuo por prensado. Esto es consecuencia, entre otros motivos, de la automatización del sistema y, por tanto, de la menor necesidad de horas-hombre requeridas.

#### Alternativa al proceso habitual

Por otra parte, la centrifugación en dos fases consigue:

- 1.- Fase externa: Orujo + Alpechín (Fase sólida con un 60-70% humedad)
- 2.- Fase interna: Aceite

Tenemos que tener en cuenta que la centrifugación en dos fases ocasiona un ahorro energético debido a que no necesita agua caliente. Al sustituir la moltura en tres fases a la moltura de dos fases disminuimos las necesidades de agua para fluidificar la pasta hasta prácticamente nulas.

Por otra parte, el aclarado del aceite por centrifugación consigue un aceite limpio que se lleva a las pilas de aclarado y/o a los depósitos de la bodega. El volumen de agua de lavado residual que se obtiene mediante el método de dos fases es escaso y con bajo poder contaminante.

#### Observaciones

### BUENA PRÁCTICA 34 : REUTILIZACIÓN DEL AGUA DE LAS BOMBAS DE VACÍO.

#### Tipo

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

#### Situación habitual del proceso

Las bombas de vacío son comúnmente utilizadas en la industria agroalimentaria. En muchas ocasiones se utilizan para crear el vacío de productos que se quieren envasar y en otras ocasiones se utilizan para procesos más concretos como puede ser el pelado del tomate.

En general, el agua de la bomba de vacío se vierte al colector municipal de aguas limpias sin mezclarse con el vertido de producción. No obstante, las características de éste agua completamente limpia le permite ser reutilizada.

#### Alternativa al proceso habitual

Se propone recoger dicho agua en un depósito de regulación e impulsarlo mediante una bomba centrífuga. Los usos de esta agua pueden ser múltiples, aunque en la mayoría de los procesos se recomienda la utilización en fases de limpieza. Puede ser utilizada para prelavados como en el caso de frutas u hortalizas, o incluso para lavado de las instalaciones de la industria.

#### Observaciones

## BUENA PRÁCTICA 35: RECIRCULACIÓN DE AGUA EN SISTEMAS DE FRÍO.

### Tipo

Otra.

### Situación habitual del proceso

Los sistemas de refrigeración están diseñados para promover el intercambio de calor entre el proceso y el refrigerante y para facilitar la liberación del calor. Los sistemas de refrigeración industrial pueden clasificarse en función de su diseño y de su principio básico de funcionamiento: agua, aire o una combinación de ambos.

Los sistemas sin recirculación suelen utilizarse en instalaciones de gran capacidad que disponen de un suministro suficiente de agua para la refrigeración y que están situadas junto a una masa de aguas superficiales que sirve como medio receptor de los vertidos. Cuando no se dispone de un suministro de agua fiable, se utilizan sistemas con recirculación (torres de refrigeración).

La cantidad de agua necesaria para la refrigeración está relacionada con la cantidad de calor que hay que disipar. La recirculación del agua refrigerante, por medio de un sistema recirculante abierto o cerrado, se considera una Mejor Tecnología Disponible cuando el suministro de agua no es suficiente o fiable.

El consumo de agua de los sistemas recirculantes puede reducirse aumentando el número de ciclos, mejorando el proceso de reposición de agua u optimizando el aprovechamiento de las fuentes de aguas residuales disponibles tanto dentro como fuera de la instalación. Ambas opciones requieren un complejo programa de tratamiento de las aguas procedentes de la refrigeración. A continuación mencionamos los sistemas de frío utilizados en la industria alimentaria en los que se considera Mejor Técnica disponible la recirculación de agua.

### Alternativa al proceso habitual

- **Recirculación con torres de refrigeración:** Consiste en la recirculación de las aguas de enfriado mediante el uso de torres de refrigeración para disminuir su temperatura. En este sistema resulta conveniente utilizar agua de bajo contenido salino, pH neutro y baja concentración de sólidos en suspensión para que no causen problemas en el sistema. Además el sistema necesita la adición y purgas periódicas de agua con el objeto de evitar un aumento de la salinidad del agua.

- **Recirculación de las aguas de enfriado:** Una alternativa tecnológica al escaldado clásico con duchas de agua son los sistemas de recuperación de energía y/o recirculación de las aguas de enfriado. Con estos sistemas el calor recogido por las aguas de refrigeración de la etapa final del escaldado se aprovecha para precalentar el alimento entrante, directamente o con un intercambiador de calor. La zona de precalentamiento se utiliza para lavado previo y calentamiento progresivo del producto, empleando agua caliente procedente de la primera fase de enfriamiento. El precalentamiento progresivo del producto aprovecha el agua caliente de las sucesivas etapas para ser bombeado a las duchas de la etapa anterior (lavado a contracorriente), reduciendo el consumo energético del equipo. El enfriado se realiza también con duchas de agua más fría sobre el producto. El flujo de las aguas de refrigeración también es contracorriente, de forma que agua más fría y limpia se utiliza para el enfriamiento final y se va bombeando a las etapas anteriores más caliente.

Esta mejora técnica provoca la reducción de las necesidades de enfriamiento de las aguas de refrigeración, lo que se traduce en menores consumos de agua y energía.

- **Congelación por contacto:** Consisten en una serie de placas metálicas huecas (horizontales o verticales), por donde pasa el líquido refrigerante y entre las que se colocan los productos a congelar. Estos espacios se cierran manteniendo una presión para asegurar el íntimo contacto entre las placas y el producto. Los congeladores de placas horizontales se suelen utilizar para productos envasados en cajas de cartón rectangulares, y los de placas verticales, para los de envases deformables. Al acabar el proceso de congelación las placas se calientan para desescarcharlas y limpiarlas antes de comenzar un nuevo ciclo. Este desescarcho puede realizarse con agua, resistencias eléctricas o gas caliente, siendo el de resistencias el más costoso.

El sistema de desescarcho con agua resulta ventajoso si se dispone de un sistema de almacenamiento y reutilización del agua.

### Observaciones

**BUENA PRÁCTICA 36 : MEJORES TÉCNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE ESTERILIZADORES EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA.**

**Tipo**

Tecnología de recirculación, reutilización o regeneración

**Situación habitual del proceso**

A continuación indicamos las mejores técnicas disponibles en los sistemas de esterilización en los que se evita el vertido de agua y se reutiliza o se recicla. Consecuentemente, se obtiene una importante disminución del consumo de agua en esta fase de la producción.

**Alternativa al proceso habitual**

En cuanto a los diferentes tipos de esterilizadores, los esterilizadores discontinuos, en los que en cada ciclo de funcionamiento precisa la purga y el calentamiento; un equipo continuo permanece térmicamente en estado estacionario. Por esta misma razón, un esterilizador continuo consume menos agua de enfriamiento puesto que sólo debe enfriarse el producto y no el propio esterilizador.

En estas condiciones el vertido de agua es mínimo y en caso de producirse se trata de agua sin carga contaminante. A continuación indicamos dos tipos de esterilizadores continuos en los que se aplican sistemas de recirculación o reutilización.

- Esterilizadores continuos atmosféricos con sistemas de recirculación de aguas de enfriado: Los esterilizadores continuos atmosféricos empleados habitualmente, consisten en unos baños de esterilización abiertos que se mantienen calientes mediante la introducción directa de vapor y en los que se introducen los envases de forma continua. Estos sistemas disponen de una fase posterior de enfriamiento de envases mediante ducha o baños con agua. Los esterilizadores continuos atmosféricos con sistemas de recirculación de aguas de enfriado, permiten la reutilización de las aguas de enfriado mediante su recogida y envío a torres de refrigeración. El agua se tiene que renovar cada cierto tiempo ya que a medida que el agua se va reutilizando, va aumentando su concentración en sales debido a la evaporación. Las aguas desechadas pueden ser utilizadas en etapas previas del proceso (limpiezas iniciales) siempre y cuando los productos antioxidantes o algicidas que puedan contener sean de uso alimentario. Mediante la recirculación del agua en la etapa de enfriamiento, o reutilización de la misma en otras etapas, se consigue una reducción de un 70% del consumo de agua con respecto a los sistemas clásicos donde se vertía el agua.
- Esterilizadores continuos a presión: Los sistemas continuos a presión están pensados para grandes producciones donde se de poca variabilidad en el tamaño y forma de los envases. A pesar de que permiten ahorros muy importantes de agua y energía con respecto a los sistemas discontinuos, la inversión necesaria para su adquisición y las producciones que rentabilizan estos sistemas son tan elevadas, que solo pueden llegar a ser viables en algunas empresas de tamaño muy grande.

**Observaciones**

Antes de acometer cualquier inversión descrita en esta guía, la empresa ha de plantearse la rentabilidad de la misma. Evidentemente, esto será una de las condiciones indispensables que la dirección de la organización exigirá a cualquier plan de mejoras que sea recomendado por parte del equipo asesor; por ese motivo sus miembros necesitarán realizar una primera aproximación al plazo de amortización de las inversiones antes de incluirlas en el plan de mejora. Si las propuestas no pasan esta primera "criba" será mejor no incluirlas en el informe aunque ambientalmente pudieran resultar beneficiosas.

En este anexo se ofrece una sencilla herramienta para realizar el análisis de la rentabilidad de una inversión. Conviene aclarar que no se trata aquí de ofrecer un estudio pormenorizado sobre cómo analizar la rentabilidad de un proyecto completo, sino de describir las formas más simples de cálculo relacionado con el tema: el Periodo de Retorno (PR), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

En el caso de cambios de equipos y maquinaria, un aspecto determinante será el grado de amortización de las instalaciones sustituidas. Si éstas están totalmente amortizadas su sustitución será mucho más interesante.

El analista deberá comenzar por recopilar una información lo más completa posible sobre las cuestiones previas al cálculo de los tres indicadores mencionados, es decir, sobre la inversión, sobre los ahorros brutos generados y sobre la situación de la renta fija (cuya utilidad veremos más adelante).

El trabajo se llevará a cabo utilizando tres fichas que describimos a continuación:

- **Ficha de análisis de inversiones.** En esta ficha se recopila la información referente a todas las inversiones necesarias para llevar a cabo la acción. Es importante tener en cuenta que puede que algunos de los conceptos que se enumeran no existan en la acción en cuestión, o que existan otros que hayan de ser añadidos por el analista. Otro detalle que ha de considerarse son las posibles subvenciones que existan en cada momento y lugar y que habrán de descontarse de la inversión inicial.
- **Ficha de cómputo del ahorro bruto anual generado por la actuación.** Tiene como utilidad facilitar el cálculo de los ahorros brutos anuales que se consiguen implantando la mejora analizada.
- **Ficha de indicadores de inversión.** En ella se facilitan las herramientas para calcular los tres indicadores mencionados con anterioridad:
  - > Periodo de retorno (PR), a partir del Cash-flow anual extra (CF)
  - > El valor actual neto (VAN)
  - > La tasa interna de rentabilidad (TIR)

A continuación pasaremos a describir, sin entrar en profundidad en la materia, los tres indicadores mencionados.

### 1ª fase: El cálculo de las inversiones.

En primer lugar, el analista deberá recabar toda la información disponible sobre las inversiones necesarias para implantar la actuación sugerida. En la ficha de trabajo correspondiente se ofrecen diversas posibilidades que no siempre van a existir en el caso que nos ocupe; utilizaremos, evidentemente, sólo las necesarias e incluiremos otras nuevas si así lo precisa la acción. En el caso de poder contarse con subvenciones o ayudas, éstas habrán de descontarse de las inversiones realizadas.

### 2ª fase: El cálculo del ahorro bruto anual generado por la actuación.

Evidentemente, si estamos analizando la posibilidad de llevar a cabo una actuación es porque esperamos obtener unos beneficios con ello. Dichos beneficios vendrán marcados por los ahorros o los ingresos extra que obtengamos gracias a

la implantación de la medida analizada. Para calcular el ahorro bruto anual que genera la actuación, de facilita la ficha correspondiente. En ella, se considerará positiva la disminución de gastos de operación o el aumento de los ingresos y se considerarán negativos el aumento de gastos de operación o la disminución de ingresos.

### 3ª fase: El cálculo del cash-flow anual extra (CF).

El cash-flow representa el ingreso extra en “caja” que el proyecto genera anualmente. Se calcula, lógicamente, a partir del ahorro bruto anual que genera la actuación, restándole al mismo la amortización anual del capital invertido. De esta forma se obtiene el beneficio antes de impuestos y, tras descontar los impuestos, el beneficio real.

La amortización anual dependerá de la vida útil del equipo. Esta vida útil puede ser muy variable y, de hecho, fiscalmente hablando la posibilidad de amortizar inversiones también cambia de unas a otras (tal y como puede verse en la ilustración siguiente):

| Elementos patrimoniales  | Coefficiente anual (%) | Periodo máximo años |
|--|------------------------|---------------------|
| Edificaciones para oficinas, usos comerciales y/o de servicios y viviendas | 4                      | 38                  |
| Edificaciones para uso industrial  | 5                      | 30                  |
| Instalaciones  | 15                     | 10                  |
| Maquinaria   | 15                     | 10                  |
| Mobiliario   | 15                     | 10                  |
| Equipos para procesos de información                                       | 25                     | 6                   |
| Elementos de transporte (autobuses, camiones, furgonetas, etc...)          | 20                     | 8                   |
| Elementos de transporte interno  | 15                     | 10                  |
| Moldes, modelos, troqueles y matrices                                      | 33                     | 5                   |
| Útiles y herramientas  | Depreciación real      | Depreciación real   |
| Otros inmovilizado material  | 10                     | 15                  |

Lógicamente, los equipos y maquinaria que se adquieren se van depreciando y desgastando a lo largo de toda su vida útil. Esa depreciación ha de considerarse un gasto, a efectos fiscales, y por ello se resta de los rendimientos a la hora de calcular los impuestos. Sin embargo, el desembolso real que hace la empresa sólo se produce el primer año, por lo que para calcular el cash-flow se vuelve a sumar después de descontar los impuestos.

Como ya hemos dicho, para calcular el cash-flow anual extra sumaremos al beneficio después de impuestos la amortización anual. Esto es así, porque el beneficio de una empresa es el que tributa (ingresos menos gastos) y para ello hemos de restar al beneficio el impuesto correspondiente. El impuesto sobre beneficio de sociedades varía entre las diferentes comunidades autónomas dada la independencia fiscal de alguna de ellas. Es importante que la empresa conozca cuál es el tipo que le aplica, dependiendo de su ubicación geográfica y de su facturación anual. Algunos ejemplos son:

- 35%, tipo general.
- 32,5%, tipo propio de las pequeñas empresas.
- 30%, tipo súper reducido.
- 20%, sociedades laborales.

Para simplificar los cálculos se considerará que la depreciación anual del equipo es siempre la misma y que la amortización será uniforme a lo largo de la vida del equipo. Por su parte se desprejará el efecto de la inflación y se supondrá que la actuación genera los mismos cash-flows anuales a lo largo de todo el periodo. De igual forma desestimaremos el posible valor residual del equipo al final de su vida útil. A su vez consideraremos que las inversiones proceden íntegramente del propio capital de la empresa. De no ser así, al ahorro bruto anual que tenemos en cuenta para calcular el cash-flow anual extra habrá que restarle los gastos de financiación.

#### 4ª fase: El cálculo del periodo de retorno (PR).

El periodo de retorno es el tiempo que tarda un proyecto en recuperar la inversión inicial, teniendo en cuenta el capital invertido y el cash-flow anual extra. Su cálculo no puede ser más sencillo:

$$PR = \text{capital invertido} / CF$$

El periodo de retorno resulta fácil y rápido de calcular y es un indicador muy importante para empresas con problemas de tesorería o liquidez.

Sin embargo no se puede considerar como una medida de rentabilidad, ya que no tiene en cuenta los flujos de fondos posteriores al periodo de recuperación e ignora el valor del dinero en el tiempo.

Además, utilizar únicamente este método para evaluar inversiones alternativas puede conducir a tomar decisiones incorrectas, ya que la inversión con un período de recuperación menor no tiene por qué coincidir con la inversión más rentable, es decir, aquella que maximice el valor presente de los flujos de ingresos.

En líneas generales pueden tomarse las siguientes decisiones:

- Si el PR es mayor o igual a 10 años, se trata de una actuación poco atractiva y es mejor desestimarla.
- Si el PR se encuentra entre 3 y 10 años será necesario analizar la inversión con más profundidad calculando el VAN y la TIR.
- Si el PR es menor o igual a 3 años, la opción deberá ser tomada muy en cuenta de cara a su implantación.

#### 5ª fase. El cálculo del valor actual neto (VAN).

Este método resuelve todos los problemas del PR, ya que tiene en cuenta los flujos de fondos, tanto de entrada como de salida, así como el valor del dinero en el tiempo. Este procedimiento convierte euros de diferentes años en euros del presente para poder establecer comparaciones. El VAN equipara entradas y salidas de dinero que se producen en diferentes momentos en el tiempo, considerando el interés que se puede obtener sobre el dinero.

El VAN se obtiene restando a la suma de todos los cash-flows anuales actualizados que genera la actuación, la inversión inicial. Para actualizar los cash-flows (es decir, convertirlos en euros de la actualidad) es necesario fijar una tasa de descuento. Ésta representa el interés mínimo que la empresa está dispuesta a aceptar a la hora de invertir su capital, es decir, el mejor interés que podría conseguirse en cualquier otro sitio. A este concepto se le denomina "coste de oportunidad del dinero". El concepto es sencillo: si invertimos en algo dejamos de invertir en otra cosa y nos perdemos los intereses que ésta última podría ofrecernos. Como no conocemos los intereses futuros de inversiones en renta variable o en otro tipo de inversiones todavía más arriesgadas (bienes inmuebles, por ejemplo) trabajaremos siempre con el valor de la renta fija mejor que podamos conseguir.

Puesto que el VAN representa cuánto dinero se va a ganar, ha de ser positivo para que la actuación se considere interesante y cuanto más alto sea su valor, más favorable será implantarla.

Para simplificar el cálculo del VAN consideraremos que las inversiones proceden íntegramente del propio capital de la empresa. De no ser así, al ahorro bruto anual que tenemos en cuenta para calcular el cash-flow anual extra habrá que restarle los gastos de financiación. Además tendremos en cuenta que la vida útil de equipo o del proyecto es igual al

periodo de depreciación de las inversiones, que su valor residual es nulo, que la inflación es despreciable y que los cash-flows son idénticos todos los años.

Estos supuestos no desvirtúan especialmente los resultados y simplifican considerablemente el cálculo del VAN haciendo innecesario el uso de complicadas hojas de cálculo. Sería suficiente con multiplicar el valor del cash-flow por el factor:

$$\sum_{j=1}^n [1/(1+i)^j]$$

Siendo

- "n" el número de años que dura la instalación
- "CF", el cash-flow anual extra
- "i", la tasa de descuento en tantos por uno

Los valores más habituales de la expresión indicada, dependiendo de diferentes periodos y tasas de descuento, pueden consultarse en la ficha que forma parte de este anexo.

Como puede entenderse, cuanto mayor sea la tasa de descuento menor será el VAN y viceversa.

#### 6ª fase. El cálculo de la tasa interna de rentabilidad (TIR).

La tasa interna de retorno (TIR) representa el tipo de interés compuesto que se percibe durante la vida de la inversión. Es, por lo tanto, el interés que anula el VAN, es decir, la tasa de rendimiento que hace el VAN sea cero. Cuanto mayor sea la TIR, más atractiva será la inversión.

La TIR se calcula despejando la siguiente expresión:

$$VAN = CF \times \sum_{j=1}^n [1/(1+TIR)^j] - 1 = 0$$

Utilizar esta fórmula matemática puede resultar bastante complejo, pero puede resolverse por aproximación interpolando el resultado linealmente entre los valores negativos y positivos del VAN en torno al punto VAN=0. Para ello utilizaremos la tabla para el cálculo del VAN facilitada en este anexo y la fórmula que se ofrece a continuación.

$$TIR = i1 + [VP (i2 - i1) / (VP + VN)]$$

Donde:

- i1 es la tasa de descuento (en %) para que el VAN sea positivo (VP)
- i2 es la tasa de descuento (en %) para que el VAN sea negativo (VN)
- VP es el valor positivo del VAN más próximo al punto VAN=0
- VN es el valor negativo del VAN más próximo al punto VAN=0. Ha de introducirse en la ecuación con signo positivo.

Veamos cómo actuar:

- En primer lugar hemos de recordar que el VAN se calcula multiplicando el cash-flow anual extra por el factor correspondiente para el número de años y la tasa de descuento que puede encontrarse en la tabla facilitada y restándole a dicho valor la inversión final:

$$VAN = (CF \times \text{factor}) - \text{inversión inicial "I.I."}$$

- Evidentemente, si buscamos la tasa de descuento que hace el VAN = 0

$$0 = (CF \times \text{factor}) - \text{inversión inicial "I.I."}$$
$$\text{Factor} = I.I./CF$$

- Ese valor nos situará en una posición de la tabla que rara vez coincidirá con uno de ellos, estando casi siempre situado entre dos valores. A esos dos valores corresponderán dos tasas de descuento, una inferior al factor calculado, que será aquella que indica la tasa de descuento para la cual el VAN es positivo ( $i_1$ ) y otra superior que indica la tasa de descuento para la que el VAN es negativo ( $i_2$ ). Recordamos que al aumentar la tasa de descuento el VAN disminuye, y viceversa. A su vez con ambas tasas de descuento podrán calcularse el valor positivo del VAN más próximo al punto VAN=0 (VP) y el valor negativo del mismo (VN), que se utilizará con signo positivo.

- Una vez despejado el resultado de la TIR deberemos interpretar los resultados. La TIR representa el tipo de interés compuesto que se percibe durante la vida de la inversión y, por lo tanto, ésta será más atractiva cuanto mayor sea aquella.

La gran desventaja del método de la tasa interna de rendimiento (TIR) es que no puede utilizarse en aquellos casos en los que, tras el desembolso inicial, hay que realizar algún pago a lo largo de la vida del proyecto.

Siempre que la tasa de descuento empleada en el cálculo del VAN sea menor que el TIR, el VAN será positivo, y será aconsejable realizar el proyecto de inversión. Por el contrario, si la tasa de descuento empleada para calcular el VAN es mayor que el TIR, el VAN será negativo y, en este caso, no será aconsejable realizar la inversión.

CÁLCULO DE RENTABILIDAD DE LA ACTUACIÓN:

→ Fase 1. El cálculo de las inversiones

1. Compra de equipos

|            |  |
|------------|--|
| Precio:    |  |
| Impuestos: |  |
| Fletes:    |  |
| Seguros:   |  |
| Repuestos: |  |
| Otros:     |  |

|          |  |
|----------|--|
| SUBTOTAL |  |
|----------|--|

2. Preparación del emplazamiento

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Demolición y desmontaje |  |
| Edificios y accesos     |  |
| Materiales eléctricos   |  |
| Tuberías                |  |
| Aislamiento             |  |
| Otros                   |  |

|          |  |
|----------|--|
| SUBTOTAL |  |
|----------|--|

3. Conexiones a servicios públicos

|              |  |
|--------------|--|
| Electricidad |  |
| Vapor        |  |
| Agua         |  |
| Agua potable |  |
| Gasoleo      |  |
| Aire         |  |
| Gas inerte   |  |
| Gas natural  |  |
| Otros        |  |

|          |  |
|----------|--|
| SUBTOTAL |  |
|----------|--|

#### 4. Instalaciones adicionales

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Almacenes                   |  |
| Bombas                      |  |
| Depósitos                   |  |
| Sistemas de pre-tratamiento |  |
| Laboratorios                |  |
| Otros:                      |  |

SUBTOTAL

#### 5. Construcción e instalador

|                 |  |
|-----------------|--|
| Suministrador   |  |
| Contratista     |  |
| Electricista    |  |
| Fontanero       |  |
| Personal propio |  |
| Otros           |  |

SUBTOTAL

#### 6. Ingeniería y consultoras

|                |  |
|----------------|--|
| Preparación    |  |
| Ingeniería     |  |
| Consultoras    |  |
| Coste estimado |  |
| Otros          |  |

SUBTOTAL

#### 7. Puesta en marcha

|                    |  |
|--------------------|--|
| Suministrador      |  |
| Contratista        |  |
| Electricista       |  |
| Fontanero          |  |
| Analíticas previas |  |
| Formación          |  |
| Otros              |  |

SUBTOTAL

### 8. Licencias

|           |  |
|-----------|--|
| Impuestos |  |
| Tasas     |  |
| Otros     |  |

SUBTOTAL

### 9. Imprevistos

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Circunstancias imprevistas |  |
|----------------------------|--|

SUBTOTAL

### 10. Capital de explotación (inventario, materias primas o materiales no especificados...)

|   |  |
|---|--|
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |

SUBTOTAL

INVERSIÓN TOTAL REQUERIDA: A

## → Fase 2. El cálculo del ahorro bruto anual generado por la actuación

Se considerará positiva la disminución de gastos de operación o el aumento de ingresos. De la misma forma se considerarán negativos el aumento de gastos o la disminución de ingresos. En todo caso se anotará el dato con el signo correspondiente (+ ó -)

### 1. Disminución de costes por tratamiento o eliminación

|   |  |
|---|--|
| Disminución de coste de tratamiento     |  |
| Disminución de canon de vertido         |  |
| Disminución de canon de saneamiento     |  |
| Disminución de costes de análisis       |  |
| Disminución de tasas                    |  |
| Disminución seguros y costes de riesgos |  |
| Beneficios fiscales y ayudas            |  |
| Otros:                                  |  |

SUBTOTAL

## 2. Disminución de costes de materiales de entrada.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Disminución de coste de agua      |  |
| Disminución de coste de reactivos |  |
| Disminución de coste de energía   |  |
| Otros:                            |  |
| <b>SUBTOTAL</b>                   |  |

## 3. Disminución en costes de operación y tratamiento

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Disminución costes de mantenimiento |  |
| Disminución en costes de limpieza   |  |
| Disminución en costes de personal   |  |
| Otros                               |  |
| <b>SUBTOTAL</b>                     |  |
| <b>AHORRO BRUTO TOTAL GENERADO</b>  |  |
| <b>B</b>                            |  |

### → Fase 3. El cálculo de la rentabilidad de la inversión

Se considerará positiva la disminución de gastos de operación o el aumento de ingresos. De la misma forma se considerarán negativos el aumento de gastos o la disminución de ingresos. En todo caso se anotará el dato con el signo correspondiente (+ ó -)

|   |   |
|---|---|
| Indique el periodo de amortización en años (vida de la instalación) | C |
| Indique el impuesto sobre beneficio sobre beneficio de sociedades   | D |

### Cálculo del cash-flow anual extra

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Ahorro bruto anual                                     | B                       |
| Inversión total  | A                       |
| Amortización anual (capital / periodo de amortización) | $E (= A/C)$             |
| Beneficio anual antes de impuestos                     | $F (= B - E)$           |
| Beneficio neto (después de impuestos)                  | $G (= F - ((F*D)/100))$ |
| Cash-flow anual extra                                  | $H (= G+E)$             |
| Periodo de retorno                                     | A/H años                |

**Cálculo del valor actual neto (VAN)**

|  |   |
|--|---|
| Indique la tasa de descuento elegida (el mejor interés posible en otra inversión). Suele considerarse el valor de la última subasta de la renta del tesoro (letras o bonos pagaderos anualmente) |   |
| Inserte el valor correspondiente a la tasa de descuento elegida y el periodo de retorno considerado en la tabla de la página siguiente   | I |

|     |           |
|-----|-----------|
| VAN | $(H*I)-A$ |
|-----|-----------|

**Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)**

|  |                     |
|--|---------------------|
| Factor en la tabla adjunta: Factor= I.I./CF      | A/H                 |
| Tasa de descuento i1 para cash-flow positivo (1) | J                   |
| Factor correspondiente en la tabla adjunta       | K                   |
| Tasa de descuento i2 para cash-flow negativo (2) | L                   |
| Factor correspondiente en la tabla adjunta       | M                   |
| Valor positivo del VAN más próximo a VAN=0 (VP)  | $N=(H*K)-A$         |
| Valor negativo del VAN más próximo a VAN=0 (VN)  | $\tilde{N}=(H*M)-A$ |

(1)Copiar de la tabla el valor de tasa inmediatamente inferior al factor calculado

(2)Copiar de la tabla el valor de tasa inmediatamente superior al factor calculado

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| TIR | $J+(N*(L-J)/(N-\tilde{N}))$ |
|-----|-----------------------------|

ANEXO II  
CÁLCULO DE RENTABILIDAD DE INVERSIONES 2. Anexo II.2

II

$$\sum_{j=1}^n [1/(1+i)^j]$$

| TASA DE DESCUENTO<br>(i%) | AÑO   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| 1%                        | 0,99  | 1,97  | 2,941 | 3,902 | 4,853 | 5,795 | 6,728 | 7,652 | 8,566 | 9,471 |
| 2%                        | 0,98  | 1,942 | 2,884 | 3,808 | 4,713 | 5,601 | 6,472 | 7,325 | 8,162 | 8,983 |
| 3%                        | 0,971 | 1,913 | 2,829 | 3,717 | 4,58  | 5,417 | 6,23  | 7,02  | 7,786 | 8,53  |
| 4%                        | 0,962 | 1,886 | 2,775 | 3,63  | 4,452 | 5,242 | 6,002 | 6,733 | 7,435 | 8,111 |
| 5%                        | 0,952 | 1,859 | 2,723 | 3,546 | 4,329 | 5,076 | 5,786 | 6,463 | 7,108 | 7,722 |
| 6%                        | 0,943 | 1,833 | 2,673 | 3,465 | 4,212 | 4,917 | 5,582 | 6,21  | 6,802 | 7,36  |
| 7%                        | 0,935 | 1,808 | 2,724 | 3,387 | 4,1   | 4,767 | 5,389 | 5,971 | 6,515 | 7,024 |
| 8%                        | 0,926 | 1,783 | 2,577 | 3,312 | 3,993 | 4,623 | 5,206 | 5,747 | 6,247 | 6,71  |
| 9%                        | 0,917 | 1,759 | 2,531 | 3,214 | 3,89  | 4,486 | 5,033 | 5,535 | 5,995 | 6,418 |
| 10%                       | 0,909 | 1,736 | 2,487 | 3,17  | 3,791 | 4,355 | 4,868 | 5,335 | 5,759 | 6,145 |
| 11%                       | 0,901 | 1,713 | 2,444 | 3,102 | 3,696 | 4,231 | 4,712 | 5,146 | 5,537 | 5,889 |
| 12%                       | 0,893 | 1,69  | 2,402 | 3,037 | 3,605 | 4,111 | 4,564 | 4,968 | 5,328 | 5,65  |
| 13%                       | 0,885 | 1,668 | 2,361 | 2,974 | 3,517 | 3,998 | 4,423 | 4,799 | 5,132 | 5,426 |
| 14%                       | 0,877 | 1,647 | 2,322 | 2,914 | 3,433 | 3,889 | 4,288 | 4,639 | 4,946 | 5,216 |
| 15%                       | 0,87  | 1,626 | 2,283 | 2,855 | 3,352 | 3,784 | 4,16  | 4,487 | 4,772 | 5,019 |
| 16%                       | 0,862 | 1,605 | 2,246 | 2,798 | 3,274 | 3,685 | 4,039 | 4,344 | 4,607 | 4,833 |
| 17%                       | 0,855 | 1,585 | 2,21  | 2,743 | 3,199 | 3,589 | 3,922 | 4,207 | 4,451 | 4,659 |
| 18%                       | 0,847 | 1,566 | 2,174 | 2,69  | 3,127 | 3,498 | 3,812 | 4,078 | 4,303 | 4,494 |
| 19%                       | 0,84  | 1,547 | 2,14  | 2,639 | 3,058 | 3,41  | 3,706 | 3,954 | 4,163 | 4,339 |
| 20%                       | 0,833 | 1,528 | 2,106 | 2,589 | 2,991 | 3,326 | 3,605 | 3,837 | 4,031 | 4,192 |
| 21%                       | 0,826 | 1,509 | 2,074 | 2,54  | 2,926 | 3,245 | 3,508 | 3,726 | 3,905 | 4,054 |
| 22%                       | 0,82  | 1,492 | 2,042 | 2,494 | 2,864 | 3,167 | 3,416 | 3,619 | 3,786 | 3,923 |
| 23%                       | 0,813 | 1,474 | 2,011 | 2,448 | 2,803 | 3,092 | 3,327 | 3,518 | 3,673 | 3,799 |
| 24%                       | 0,806 | 1,457 | 1,981 | 2,404 | 2,745 | 3,02  | 3,242 | 3,421 | 3,566 | 3,682 |
| 25%                       | 0,8   | 1,44  | 1,942 | 2,362 | 2,689 | 2,951 | 3,161 | 3,329 | 3,463 | 3,571 |
| 26%                       | 0,794 | 1,424 | 1,923 | 2,32  | 2,635 | 2,885 | 3,083 | 3,241 | 3,366 | 3,465 |
| 27%                       | 0,787 | 1,407 | 1,896 | 2,28  | 2,583 | 2,821 | 3,009 | 3,156 | 3,273 | 3,364 |
| 28%                       | 0,781 | 1,392 | 1,868 | 2,241 | 2,532 | 2,759 | 2,937 | 3,076 | 3,184 | 3,269 |
| 29%                       | 0,775 | 1,376 | 1,842 | 2,203 | 2,483 | 2,7   | 2,868 | 2,999 | 3,1   | 3,178 |
| 30%                       | 0,769 | 1,361 | 1,816 | 2,166 | 2,436 | 2,643 | 2,802 | 2,925 | 3,019 | 3,092 |

EJEMPLO DE CÁLCULO DE RENTABILIDAD DE LA ACTUACIÓN:

→ Fase 1. El cálculo de las inversiones

1. Compra de equipos

|            |           |
|------------|-----------|
| Precio:    | 1.800.000 |
| Impuestos: | 420.000   |
| Fletes:    |           |
| Seguros:   |           |
| Repuestos: |           |
| Otros:     |           |

|          |           |
|----------|-----------|
| SUBTOTAL | 2.220.000 |
|----------|-----------|

2. Preparación del emplazamiento

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Demolición y desmontaje |        |
| Edificios y accesos     |        |
| Materiales eléctricos   | 60.000 |
| Tuberías                |        |
| Aislamiento             |        |
| Otros                   | 15.000 |

|          |        |
|----------|--------|
| SUBTOTAL | 75.000 |
|----------|--------|

3. Conexiones a servicios públicos

|              |        |
|--------------|--------|
| Electricidad | 15.000 |
| Vapor        |        |
| Agua         |        |
| Agua potable | 20.000 |
| Gasoleo      |        |
| Aire         |        |
| Gas inerte   |        |
| Gas natural  |        |
| Otros        |        |

|          |        |
|----------|--------|
| SUBTOTAL | 35.000 |
|----------|--------|

4. Instalaciones adicionales

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Almacenes                   |  |
| Bombas                      |  |
| Depósitos                   |  |
| Sistemas de pre-tratamiento |  |
| Laboratorios                |  |
| Otros:                      |  |

SUBTOTAL

5. Construcción e instalador

|                 |         |
|-----------------|---------|
| Suministrador   | 120.000 |
| Contratista     |         |
| Electricista    |         |
| Fontanero       |         |
| Personal propio |         |
| Otros           |         |

SUBTOTAL

6. Ingeniería y consultoras

|                |  |
|----------------|--|
| Preparación    |  |
| Ingeniería     |  |
| Consultoras    |  |
| Coste estimado |  |
| Otros          |  |

SUBTOTAL

7. Puesta en marcha

|                    |  |
|--------------------|--|
| Suministrador      |  |
| Contratista        |  |
| Electricista       |  |
| Fontanero          |  |
| Analíticas previas |  |
| Formación          |  |
| Otros              |  |

SUBTOTAL

### 8. Licencias

|                 |  |
|-----------------|--|
| Impuestos       |  |
| Tasas           |  |
| Otros           |  |
| <b>SUBTOTAL</b> |  |

### 9. Imprevistos

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Circunstancias imprevistas | 250.000 |
| <b>SUBTOTAL</b>            |         |

### 10. Capital de explotación (inventario, materias primas o materiales no especificados...)

|                 |  |
|-----------------|--|
| 1               |  |
| 2               |  |
| 3               |  |
| 4               |  |
| <b>SUBTOTAL</b> |  |

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| <b>INVERSIÓN TOTAL REQUERIDA:</b> | <b>2.700.000</b> |
|-----------------------------------|------------------|

## → Fase 2. El cálculo del ahorro bruto anual generado por la actuación

Se considerará positiva la disminución de gastos de operación o el aumento de ingresos. De la misma forma se considerarán negativos el aumento de gastos o la disminución de ingresos. En todo caso se anotará el dato con el signo correspondiente (+ ó -)

### 1. Disminución de costes por tratamiento o eliminación

|   |                |
|---|----------------|
| Disminución de coste de tratamiento     | 1.080.000      |
| Disminución de canon de vertido         |                |
| Disminución de canon de saneamiento     |                |
| Disminución de costes de análisis       | -30.000        |
| Disminución de tasas                    |                |
| Disminución seguros y costes de riesgos |                |
| Beneficios fiscales y ayudas            |                |
| Otros:                                  |                |
| <b>SUBTOTAL</b>                         |                |
|   | <b>1050000</b> |

2. Disminución de costes de materiales de entrada.

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Disminución de coste de agua      | 15.000         |
| Disminución de coste de reactivos | 205.000        |
| Disminución de coste de energía   | 20.000         |
| Otros:                            | 10.000         |
| <b>SUBTOTAL</b>                   | <b>250.000</b> |

3. Disminución en costes de operación y tratamiento

|                                     |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Disminución costes de mantenimiento | -110.000       |
| Disminución en costes de limpieza   | 10.000         |
| Disminución en costes de personal   | -50.000        |
| Otros                               |                |
| <b>SUBTOTAL</b>                     | <b>-150000</b> |

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>AHORRO BRUTO TOTAL<br/>GENERADO</b> | <b>1.150.000</b> |
|--|------------------|

→ Fase 3. El cálculo de la rentabilidad de la inversión

Se considerará positiva la disminución de gastos de operación o el aumento de ingresos. De la misma forma se considerarán negativos el aumento de gastos o la disminución de ingresos. En todo caso se anotará el dato con el signo correspondiente (+ ó -)

|   |    |
|---|----|
| Indique el periodo de amortización en años (vida de la instalación) | 10 |
| Indique el impuesto sobre beneficio sobre beneficio de sociedades   | 35 |

Cálculo del cash-flow anual extra

|  |                    |
|--|--------------------|
| Ahorro bruto anual                                     | 1.150.000          |
| Inversión total  | 2.700.000          |
| Amortización anual (capital / periodo de amortización) | 270.000            |
| Beneficio anual antes de impuestos                     | 880.000            |
| Beneficio neto (después de impuestos)                  | 572.000            |
| <b>Cash-flow anual extra</b>                           | <b>842.000</b>     |
| <b>Periodo de retorno</b>                              | <b>3,206650831</b> |

**Cálculo del valor actual neto (VAN)**

|  |       |
|--|-------|
| Indique la tasa de descuento elegida (el mejor interés posible en otra inversión). Suele considerarse el valor de la última subasta de la renta del tesoro (letras o bonos pagaderos anualmente) | 13    |
| Inserte el valor correspondiente a la tasa de descuento elegida y el periodo de retorno considerado en la tabla de la página siguiente   | 5,426 |

|     |         |
|-----|---------|
| VAN | 1868692 |
|-----|---------|

**Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)**

|  |             |
|--|-------------|
| Factor en la tabla adjunta: Factor= I.I./CF      | 3,206650831 |
| Tasa de descuento i1 para cash-flow positivo (1) | 28          |
| Factor correspondiente en la tabla adjunta       | 3,269       |
| Tasa de descuento i2 para cash-flow negativo (2) | 29          |
| Factor correspondiente en la tabla adjunta       | 3,178       |
| Valor positivo del VAN más próximo a VAN=0 (VP)  | 52498       |
| Valor negativo del VAN más próximo a VAN=0 (VN)  | -24124      |

(1) Copiar de la tabla el valor de tasa inmediatamente inferior al factor calculado

(2) Copiar de la tabla el valor de tasa inmediatamente superior al factor calculado

|     |            |
|-----|------------|
| TIR | 28,6851557 |
|-----|------------|

| ACTUACIÓN Nº                         |             |             |       |       |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------|-------|
| Descripción                          |             |             |       |       |
| Objetivos                            |             |             |       |       |
| Cuantificación de la mejora esperada |             |             |       |       |
| FASES DE EJECUCIÓN                   |             |             |       |       |
| Nº fase                              | Descripción | Responsable | Plazo | Coste |
|                                      |             |             |       |       |
|                                      |             |             |       |       |
|                                      |             |             |       |       |
|                                      |             |             |       |       |
| Coste total actuación                |             |             |       |       |
| Periodo de amortización <sup>1</sup> |             |             |       |       |
| OBSERVACIONES                        |             |             |       |       |
|                                      |             |             |       |       |

1. Se utilizará como base principal para priorizar las actuaciones

TABLA DE CÁLCULO DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES

|             | Criterio 1:<br>Rentabilidad económica <sup>1</sup> | Criterio 2:<br>Riesgo legal <sup>2</sup> | Criterio 3:<br>Medios materiales disponibles <sup>3</sup> | Criterio 4:<br>Viabilidad técnica <sup>3</sup> | Criterio 5:<br>Formación o aptitud <sup>3</sup> | Criterio 6:<br>Polivalencia de la acción <sup>4</sup> | PUNTUACIÓN FINAL |
|-------------|--|--|---|--|---|---|------------------|
| Actuación 1 |  |  |   |  |   |   |                  |
| Actuación 2 |  |  |   |  |   |   |                  |
| Actuación 3 |  |  |   |  |   |   |                  |
| Actuación 4 |  |  |   |  |   |   |                  |

FORMATO DE PLAN GLOBAL DE ACCIÓN

| Acción | Problemas relacionados | Responsable de ejecución | Plazo | Efectos pre-<br>visibles | Acciones relacionadas | Efectos generados |
|--------|------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|-----------------------|-------------------|
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |
|        |                        |                          |       |                          |                       |                   |

1. Se utilizará el Periodo de Retorno como criterio fundamental, valorando con 10 puntos las inversiones que se recuperen en menos de tres años, con 7 puntos las que lo hagan en tres años, con 6 puntos las recuperables en cuatro años y así sucesivamente hasta valorar con un punto las que tengan un Periodo de Retorno de diez años.
2. Se valorará con 0 punto si es probable que la actuación genere riesgos legales, con 3 puntos si es posible que ocurra y con 6 puntos si es muy poco probable.
3. Valoración subjetiva de 0 a 6
4. Si la actuación sólo incide en un problema, se valorará con 1 punto. Si lo hace sobre más de uno, se irá incrementando sucesivamente la puntuación hasta 6





# Guía de autodiagnóstico y autoevaluación en la gestión del agua en el sector agroalimentario

